

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



**Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de  
concretos estructurales  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  frente adiciones del sistema soil  
nano stabilisation, Chiclayo 2022**

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

**AUTOR**

**Saul Mathew Barba Chapoñan**

**ASESOR**

**Hector Augusto Gamarra Uceda**

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

**Chiclayo, 2025**

**Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de  
concretos estructurales  $f'_c=210\text{Kg/cm}^2$  frente adiciones del sistema soil  
nano stabilisation, Chiclayo 2022**

PRESENTADA POR

**Saul Mathew Barba Chapoñan**

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

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Segundo Guillermo Carranza Cieza

PRESIDENTE

Manuel Alejandro Borja Suarez

SECRETARIO

Hector Augusto Gamarra Uceda

VOCAL

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a Dios por iluminarme y prestarme la vida para seguir adelante en mi proyecto trazado durante mi vida universitaria. A mi madre por ser el pilar más importante y por demostrarme su apoyo incondicional. A mi padre y hermanos por ser mi motivo y anhelo para culminar mi carrera universitaria que elegí.

Y por último y no menos importante a mis ángeles en el cielo, sé que ellos están orgullosos de este logro tan importante para mí. Gracias a toda mi familia por confiar en mí y ser parte de mi vida.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, doy gracias a Dios por ser partícipe de mi proyecto y hacer posible esta experiencia dentro de mi universidad. A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional y la confianza puesta en mí, para hacer de mi un profesional.

*Saul Mathew Barba Chapoñan*

Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  frente adiciones del sistema soil nano stabilisation, Chiclayo 2022 – Barba Chapoñan Saul Mathew

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

7%

2

[tesis.usat.edu.pe](https://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

6%

3

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.uss.edu.pe](https://repositorio.uss.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

6

[repositorio.uladech.edu.pe](https://repositorio.uladech.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

7

[www.coursehero.com](https://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

<1%

8

[renati.sunedu.gob.pe](https://renati.sunedu.gob.pe)

Fuente de Internet

<1%

9

Submitted to Universidad Católica San Pablo

Trabajo del estudiante

<1%

## Índice

<b>Resumen.....</b>	<b>10</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>11</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>12</b>
<b>Revisión Literaria.....</b>	<b>20</b>
<b>Antecedentes del problema.....</b>	<b>20</b>
Antecedentes a nivel internacional.....	20
Antecedentes a nivel nacional.....	21
Antecedentes a nivel local.....	23
<b>Materiales y métodos.....</b>	<b>36</b>
<b>Tipo y nivel de investigación.....</b>	<b>36</b>
<b>Hipótesis.....</b>	<b>37</b>
<b>Diseño de contrastación.....</b>	<b>37</b>
<b>Población, muestra, muestreo.....</b>	<b>37</b>
<b>Criterios de selección.....</b>	<b>40</b>
<b>Operacionalización de variables.....</b>	<b>40</b>
<b>Plan de procesamiento y análisis de datos.....</b>	<b>41</b>
<b>Matriz de consistencia.....</b>	<b>42</b>
<b>Consideraciones éticas.....</b>	<b>43</b>
<b>Ensayos de los materiales.....</b>	<b>43</b>
Análisis Granulométrico de Árido fino y grueso – NTP 400.012.....	43
Contenido de Humedad del árido Fino y Grueso ASTM C 566 o NTP 339.185.....	45
Peso específico del árido fino y grueso NTP 400.021 ó NTP 400.022.....	46
Grado de Absorción del agregado fino y grueso ASTM C 127- ASTM C 128 ó NTP 400.021 - NTP 400.022.....	47
Peso volumétrico suelto del árido fino y grueso ASTM C299 ó NTP 400.017.....	49

<b>Peso volumétrico varillado del árido fino y grueso ASTM C29 ó NTP 400.017</b> .....	50
<b>Diseño de mezclas</b> .....	<b>52</b>
<b>Concreto en estado fresco</b> .....	<b>53</b>
<b>Tiempo de fraguado del concreto ASTM C403</b> .....	53
<b>Asentamiento ASTM C145 ó NTP 339.035</b> .....	54
<b>Peso Unitario ASTM C138 ó NTP 339.046</b> .....	55
<b>Elaboración y curado de probetas cilíndricas</b> .....	56
<b>Concreto endurecido</b> .....	<b>57</b>
<b>Resistencia a la compresión ASTM C 39 ó NTP 339.034</b> .....	57
<b>Resistencia a la tracción indirecta NTP 339.084</b> .....	59
<b>Resistencia a la flexión NTP 339.078</b> .....	61
<b>Eflorescencia - NTP 339.613</b> .....	62
<b>Determinar la variación de longitud de morteros sometidos a soluciones sulfatadas – NTP 339.043</b> .....	63
<b>Resultados</b> .....	<b>64</b>
<b>Resultados de los ensayos de agregados</b> .....	<b>64</b>
Resultados del análisis granulométrico del árido fino y grueso.....	64
Resultados de los ensayos del concreto en estado Fresco.....	70
<b>Resultados de los ensayos del concreto en estado endurecido</b> .....	<b>74</b>
Resultados de resistencia a la compresión del concreto.....	74
Resultados de resistencia a la flexión del concreto.....	77
Resultados de resistencia a la tracción indirecta del concreto.....	78
Resultados del ensayo a Eflorescencia.....	79
<b>Resultados de una evaluación económica</b> .....	81
<b>Discusión</b> .....	<b>83</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>84</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>84</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>84</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>85</b>

## Lista de Tablas

Tabla 1: Asentamiento según tipo de estructura.....	32
Tabla 2: Factor de incremento.....	33
Tabla 3: Determinación del $f'_{cr}$ .....	34
Tabla 4: Agua - l/m <sup>3</sup> .....	34
Tabla 5: Contenido de aire.....	35
Tabla 6: Relación a/c.....	35
Tabla 7: Peso del árido grueso para m <sup>3</sup> de hormigón.....	36
Tabla 8: Diseño de mezcla patrón.....	52
Tabla 9: Diseño de mezcla con 0.045% NLF más 1% NPF.....	53
Tabla 10: Diseño de mezcla con 0.045% NLF más 1.5% NPF.....	53
Tabla 11: Diseño de mezcla con 0.045% NLF más 2% NPF.....	53
Tabla 12: Análisis granulométrico del árido fino.....	64
Tabla 13: Características del árido fino.....	65
Tabla 14: Análisis granulométrico del árido grueso de la cantera Tres Tomas.....	66
Tabla 15: Características del agregado grueso.....	67
Tabla 16: Análisis granulométrico del confitillo.....	68
Tabla 17: Características del Confitillo.....	69
Tabla 18: Asentamiento obtenido por contenido de agua.....	70
Tabla 19: Control de Temperatura del concreto.....	71
Tabla 20: Peso Unitario del Concreto.....	72
Tabla 21: Resultados de tiempo de fraguado.....	73
Tabla 22: Resultados obtenidos de los ensayos a compresión de las diferentes dosificaciones.....	74
Tabla 23: Datos obtenidos de los ensayos a compresión a la edad 7 días de las diferentes dosificaciones.....	74

Tabla 24: Datos obtenidos de los ensayos a compresión a la edad de 14 días de las diferentes dosificaciones.....	75
Tabla 25: Datos obtenidos de los ensayos a compresión a la edad de 28 días de las diferentes dosificaciones.....	76
Tabla 26: Datos de los ensayos a flexión de las diferentes dosificaciones.....	77
Tabla 27: Datos de los ensayos a la tracción indirecta de las diferentes dosificaciones.....	78
Tabla 28: Tabla de muestras de eflorescencias.....	79

## **Lista de figuras**

Figura 1. Vivienda N° 1 con eflorescencia - Chiclayo.....	15
Figura 2. Vivienda N° 2 con eflorescencia - Chiclayo.....	15
Figura 3. Vivienda N° 3 con eflorescencia - Chiclayo.....	16
Figura 4. Vivienda N° 4 con eflorescencia – Chiclayo.....	16
Figura 5. Vivienda N° 5 con eflorescencia - Chiclayo.....	.17
Figura 6. Vivienda N° 6 con eflorescencia - Chiclayo.....	17

## Resumen

Este trabajo investigativo tiene como prioridad evaluar el comportamiento del concreto estructural al adicionarle el sistema soil nano stabilisation, la cual está compuesto por dos elementos (Nano Liquid Formulatio y Nano Powder Formulatio), teniendo como finalidad emplearlo en componentes estructurales para la construcción de edificaciones. Se elaboraron especímenes de concreto adicionando el 2% NPF, 1.5 % NPF y 1% NPF más 0.045% NLF, con muestras de concreto para luego ser analizados a los 7, 14 y 28 días de curado, para evaluar sus cualidades mecánicas. Se realizaron pruebas de granulométrica, contenido de humedad, peso específico, resistencia a compresión, flexión y tracción. Al realizar la prueba de resistencia a compresión el muestrario patrón logró alcanzar una resistencia a los 28 días de ser curados de 240.64 kg/cm<sup>2</sup>, dosificación de 2% NPF más 0.045% NLF logrando una resistencia de 235.07 kg/cm<sup>2</sup>, dosificación de 1.5 % NPF más 0.045% NLF logrando una resistencia de 211.22 kg/cm<sup>2</sup> y dosificación de 1 % NPF más 0.045% NLF alcanzaron una resistencia de 187.19 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados arrojaron que las dosificaciones de 2% y 1.5% de NFP más 0.045%NLF lograron superar los límites permitidos en la norma técnica, por otro lado, si se disminuye la dosificación a un 1% NPF + 0.045% NLF no llegara a las resistencias de diseño mínimas establecidas en la norma.

**Palabras clave:** Concreto, Soil nano stabilisation, Compresión, Tracción, Flexión y Resistencia.

### Abstract

This research work has as a priority to evaluate the behavior of structural concrete by adding the soil nano stabilisation system, which is composed of two elements (Nano Liquid Formulatio and Nano Powder Formulatio), with the purpose of using it in structural components for the construction of buildings. Concrete specimens were elaborated adding 2% NPF, 1.5% NPF and 1% NPF plus 0.045% NLF, with concrete samples to then be analyzed at 7, 14 and 28 days of curing, to evaluate their mechanical qualities. Tests were performed for particle size, moisture content, specific weight, compressive strength, bending and tensile. When performing the compressive strength test, the standard sample managed to achieve a resistance 28 days after curing of 240.64 kg / cm<sup>2</sup>, dosage of 2% NPF plus 0.045% NLF achieving a resistance of 235.07 kg / cm<sup>2</sup>, dosage of 1.5 % NPF plus 0.045% NLF achieving a resistance of 211.22 kg / cm<sup>2</sup> and dosage of 1 % NPF plus 0.045% NLF reached a resistance of 187.19 kg / cm<sup>2</sup>. The results showed that the dosages of 2% and 1.5% of NFP plus 0.045% NLF managed to exceed the limits allowed in the technical standard, on the other hand, if the dosage is decreased to 1% NPF + 0.045% NLF it will not reach the minimum design resistances established in the standard.

**Keywords:** Concrete, Soil nano stabilisation, Compression, Tensile, Flexion and Resistance.

## Introducción

En la actualidad, las edificaciones estructurales se han vuelto en una necesidad primordial para los ciudadanos, por ende, las empresas constructoras han considerado establecer con mayor precisión y cuidado la ejecución de la evaluación del concreto estructural, el cual será utilizado en dichas construcciones, siendo esta evaluación realizada por expertos técnicos pertenecientes a los laboratorios de ensayos.

No obstante, en Bogotá, Colombia, se precisa que en diversas ciudades, durante los últimos tiempos, la consideración de la evaluación de resistencia de la comprensión de concreto ha sido mala, pues al hacer uso de exponenciales dosis de aditivos y de agua, no hacen que se favorezca esta comprensión, estipulando así que, el uso paralelo y excesivo de aditivos-agua y cemento, ocasionaban que se elaboren hormigones muy susceptibles y porosos, por ende, se expresa que, en la actualidad se hacen aun presentes las malas prácticas sobre el uso de aditivos, lo cual perjudica exponencialmente a las edificaciones y/o construcciones realizadas [1].

En efecto, en Ecuador existen diversas patologías que se enfocan netamente en concreto estructural, ocasionado un producto con mal diseño, haber seleccionado materiales inadecuados e ineficientes, además de haber realizado una configuración estructural errónea, llevar una construcción mal concebida, etc.; pues para poder solventar estas dificultades, se hace necesario seguir al pie de la letra que se consigna en la Norma Ecuatoriana de la Construcción y en el Código del American Concrete Institute [2].

En Ecuador, se precisa que el uso del hormigón armado presenta un porcentaje muy bajo con respecto a su condición, haciéndola crítica, por lo que, se hizo necesario disminuir el peso de materiales estructurales mediante el uso de hormigones ligeros, siendo esto un beneficio para las edificaciones, para ello, se debe de seguir normativas estructurales, siendo estas ACI 318-14, ACI 211.1-98 y ACI 213R-14 [3].

A pesar de ello, uno de los problemas más frecuentes en las viviendas recién construidas es el almacenamiento de sales tales como el calcio, sodio o potasio en el capilar interno del hormigón, a esto se le denomina eflorescencias secundarias, causando así cierto malestar en los propietarios, pues su vivienda presenta daños estructurales, por lo que se precisa que el esta patología estructural es muy frecuente en las viviendas, adquiriendo un 95% de casos registrados [4].

Pues, además de ello se precisa que existe mucha informalidad de construcción en el que se reportó en el año 2022 que cerca de 1.5 millones de ecuatorianos se encuentran viviendo hacinados y que poseen casas que han sido autoconstruidas, siendo un claro ejemplo la ciudad

de Quito, en el que se denotó que un 60% de las viviendas son autoconstruidas, es decir, que por la falta de recursos económicos, las familias han optado en construir sus hogares en base al escaso conocimiento que poseían, lo cual hace que se generen incidentes graves, por lo que, el 39.5% de estas viviendas requieren urgentemente un arreglo inmediato, a fin de prevenir accidentes riesgosos [5].

Del mismo modo, en México, se precisa que la durabilidad es considerada como una de las características fundamentales del concreto estructural para las edificaciones, sin embargo, esta ha presentado diversos inconvenientes enfocados en la porosidad y permeabilidad, pues son los que admiten el paso de fluidos y gases; siendo el cloruro, dióxido de carbono, sulfato y ácido, los cuales proporcionan cierto efecto electroquímico causando así el deterioro del acero de refuerzo, siendo comúnmente conocido como la corrosión, teniendo involucrados del mismo modo al oxígeno y a la humedad [6]. Por ende, se precisa que la durabilidad del concreto estructural es de unos 25 MPa, en el cual interviene tanto el agua como el cemento, presentando casi la misma cantidad, lo cual hace que se generen porosidades, lo cual representa ser el 30% del vacío del concreto, dejándolo vulnerable para poder ser penetrados por agente químicos agresivos [7].

Además, en viviendas mexicanas la presencia de eflorescencia se evidencia mediante la aparición de manchas de corrosión, llegando a estimarse un alza del % respecto a la superficie categorizada como confinamiento, además, de la presencia de manchas de óxido en las paredes de las viviendas [8].

Por consiguiente, se hace manifiesto que el manifiesto presentada en las cualidades mecánicas, físicas, petrográficas y químicas del hormigón estructural, merecen ser considerados altamente importantes, presentando como necesidad la elaboración de ensayos confiables, pues es la manera de garantizar resultados satisfactorios y precisos, para ello, la evaluación como tal debe de seguir la Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales (ATSM) y la normativa exclusivamente adaptada por el Inst. Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y el Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación (INTECO) [9].

Asimismo, se presenta la participación de la temperatura en concreto armado, pues el congelamiento del agua hace que este hormigón armado se deteriore, debido a ello es que se presentan fisuras, pérdida de recubrimiento y corrosión de armaduras de fierro, las cuales son agregadas durante el proceso de mezclas o posteriormente al fraguado de la misma, precisándose existen aditivos anticongelantes, los cuales hacen que se favorezca el desarrollo de la corrosión de los metales que han sido mezclados, para ello, se debe de realizar la

evaluación de la adherencia entre la varilla de acero y el hormigón, siendo su principal función el de empotrar las varillas de acero en la masa del concreto y el de garantizar una transmisión eficiente de esfuerzos tangibles [10].

Seguidamente, se expresa que en Perú, la permeabilidad en el concreto estructura utilizado en edificaciones, se ha considerado importante frente a la prevención de escorrentía excesiva de aguas pluviales, pues la permeabilidad hace posible infiltrar el agua haciendo uso de agregados reciclables, a pesar de dar a conocer dicho beneficio, no existe un método estandarizado para poder elaborar dicho concreto permeable, pues la medición correcta varía dependiendo del lugar de aplicación, para ello se realiza un estudio de laboratorio respecto a la porosidad, densidad, permeabilidad y resistencia de compresión del producto final, es decir, hormigón permeable, siendo este utilizado frecuentemente en cualquier constructora formal, pues se sabe que beneficios esta otorga en la construcción segura de edificaciones [11].

Además de ello, se hace presente que en Villa María del Triunfo la eflorescencia es una patología de construcción estructural muy frecuente, el cual suele ser ocasionado por la presencia de agua, temperatura y sales o compuestos del suelo, precisando que suele evidenciarse mucho más en épocas de invierno, pues es la estación en dónde la humedad aumenta a un 98%., pues además, se presenta un frío de 5 grados, siendo este ubicado a unos 158 msnm en Lima [12].

Por lo que, un estudio realizado en San Martín, se evidenció la existencia de diversas patologías tales como la humedad (66.67%), fisuras y grietas (66.67%), finalmente, se presentan los daños causados por la corrosión, eflorescencia y el concreto fofo (50%) [13].

A lo expuesto, el sector de la construcción seguirá siendo el principal auge del crecimiento económico en el país, lo cual hace que los pobladores adquieran muchas oportunidades de adquirir una edificación que no solo se preocupe en la comodidad ni en el estilo de vida, sino que también el de mantenerlos seguros ante cualquier suceso que se pueda presentar, mucho más en el Perú, pues es uno de los países en el que se los desastres sísmicos puedan darse en cualquier momento, pues se establece en el cinturón de fuego del Pacífico, por ende, el Banco Central de Reserva ha manifestado que el aumento del sector de construcción es de un 5.9% para el periodo del 2018, sin embargo, para el periodo aledaño, es decir, 2020, se proyecta en expandirse a un porcentaje mayor del 6.9% y 7.5%, lo cual es beneficioso en diversos aspectos tanto sociales, culturales y ambientales [14].

Respaldando ello, (CAPECO) hace denotar que la mayoría de las edificaciones de casas en el Perú, no han sido construidas correctamente para afrontar un sismo, siendo este un porcentaje del 80% de viviendas, pues fue gracias a la presencia de construcciones informales [15].

Del mismo modo, se precisa que, en Lima, este problema de la informalidad en la construcción se da en un 70%, siendo un claro ejemplo las viviendas de Chorrillos, en las que se pudo denotar que la patología más frecuente fue la eflorescencia, siendo un problema que generalmente es desconocido o no considerado importante por los mismos propietarios [16].

Seguidamente, se denota la concientización de los ciudadanos de la ciudad de Desguacero, en el que queda el lago Titicaca, el cual ha sufrido contaminación de diversos agentes químicos que dañan al concreto, elemento principal de las construcciones de las viviendas aledañas a dicho lago, el cual ha provocado que estos se deterioren con pasar el tiempo, perjudicando y preocupando a los propietarios de las viviendas [17].

Por ende, se hace hincapié que la concientización del profesional de construcción y un asesoramiento adecuado son de mucha importancia al momento de edificar, pues las consecuencias que se suscitarían serían totalmente graves, atentando con la seguridad misma de las personas que vivan en esa edificación a pesar de ello, se han venido realizando construcciones de carácter informal, las cuales no presentan una supervisión adecuada del material utilizado para la edificación, siendo estos afectados futuramente por movimientos telúricos, tsunamis, entre otros.

Pues en Chiclayo, se practica frecuentemente la autoconstrucción, el cual viene aumentando exponencialmente por los ciudadanos, el cual ya se encuentra a un 75%, lo cual ha hecho que se presencien construcciones informales, generando así licencias irregulares, pues esto es a consecuencia de la no supervisión de las municipalidades, haciendo hincapié en el que este tipo de construcción informal son más caras que las formales, pues después de cierto tiempo los daños colaterales en las edificaciones serán graves y notorias, haciendo que el reparo de ellas se convierta en un ejercicio frecuente [18].

Además de ello, se precisa que en la ciudad de Chiclayo existen numerosas viviendas que presentan daños estructurales en el concreto estructural o el hormigón, siendo este ocasionado por la presencia del salitre, a continuación, se detallan a manera de ejemplo, algunas viviendas que se encuentran susceptibles a esta problemática.

*Figura 1. Vivienda N° 1 con eflorescencia - Chiclayo.*



En la figura 1 se puede demostrar que la eflorescencia ha llegado a unos 60 cm del nivel del piso hacia arriba en una vivienda ubicada en la Avenida Chinchaysuyo, Urbanización Federico Villarreal – Chiclayo, Lambayeque, precisando que esta patología se puede visualizar en toda la base de la casa, pues se encuentra rodeándola en su totalidad, siendo esto perjudicial para los dueños, requiriendo su atención inmediata para su reparación.

*Figura 2. Vivienda N° 2 con eflorescencia - Chiclayo.*



En la figura 2 se demuestra que la vivienda se encuentra totalmente afectada por la eflorescencia, pues los ladrillos no presentan tener consistencia, haciendo que las partículas se desunen provocando así a que se desmorone, es decir, no existe cohesión, convirtiéndose en finos, precisando que la eflorescencia o salitre ha llegado a los 70 cm de la casa, siendo esta

vivienda ubicada en la Avenida Chinchaisuyo, Urbanización Federico Villarreal – Chiclayo, Lambayeque.

*Figura 3. Vivienda N° 3 con eflorescencia - Chiclayo.*



En la figura 3 se presenta que ya no existe el recubrimiento del hormigón, los refuerzos de la columna se pueden visualizar en primera instancia, los cuales son los aceros presentando un aspecto totalmente oxidados, y el salitre o eflorescencia, el cual ha llegado a estar casi a 1 m de la vivienda.

*Figura 4. Vivienda N° 4 con eflorescencia - Chiclayo*



Del mismo modo, en la figura 4, se demuestra que la vivienda se encuentra rodeada de eflorescencia o salitre, haciendo que la pintura se descascare y que el hormigón se vaya desintegrando molecularmente, siendo esta patología la que se hace presente desde la base de la vivienda, haciendo así que su soporte sea preocupante para los dueños.

*Figura 5. Vivienda N° 5 con eflorescencia - Chiclayo.*



Por otro lado, en la figura 5, se observa que los ladrillos de la base de la casa se encuentran desprotegidos y desmoronándose con el pasar del tiempo, haciéndose polvo, lo cual es ocasionado por la no existencia o pérdida de cohesión de las partículas del ladrillo, siendo esto provocado por la presencia de eflorescencia o salitre, por presentar mayor humedad de lo normal en las viviendas.

*Figura 6. Vivienda N° 6 con eflorescencia - Chiclayo.*



Finalmente, en la figura 6, se observa que el salitre se encuentra tanto en la superficie o base de la vivienda como en el balcón de la misma, haciendo que la pintura se descascare otorgando una visualización no tan agradable, generando así la necesidad de que este defecto se recubra con cemento para poder sobrellevar la problemática ocasionada por la eflorescencia o salitre.

Dado a o descrito anteriormente nace la formulación del problema ¿Cómo es el comportamiento de las características físico mecánicas que sufre un concreto estructural con la adición del sistema soil nano stabilisation (SNS 360)? Para dar respuesta a la problemática, se propuso la siguiente hipótesis: La adición en porcentajes del sistema soil nano stabilisation permitirá evaluar el comportamiento de las propiedades físico mecánicas del concreto estructural. Ahora bien, se planteó el objetivo general: Evaluar el comportamiento de las propiedades físico mecánicas que sufre un concreto estructural con la adición del sistema soil nano stabilisation (SNS 360). Simultáneamente, se planteó la serie de objetivos específicos: Determinar el análisis granulométrico de los agregados naturales; Diseñar la mezcla para un concreto estructural con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  convencional y con adiciones de Nano Powder Formulation (NPF) en porcentajes de 1, 1.5 y 2% y en 0.045% de Nano Liquid Formulation (NLF); Evaluar trabajabilidad de los concretos  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en estado fresco; Evaluar las propiedades mecánicas del concreto estructural convencional y con adiciones de Nano Powder Formulation (NPF) en porcentajes de 1, 1.5 y 2% y en 0.045% de Nano Liquid Formulation (NLF); Determinar la durabilidad del concreto estructural convencional y con adiciones de Nano Powder Formulation (NPF) en porcentajes de 1, 1.5 y 2% y en 0.045% de Nano Liquid Formulation (NLF) por medio de soluciones saturadas de sulfatos; Evaluar el tiempo de fraguado para un concreto convencional frente a un concreto con adiciones del sistema soil nano stabilisation (SNS 360); Determinar la eflorescencia del concreto estructural convencional y con adiciones de Nano Powder Formulation (NPF) en porcentajes de 1, 1.5 y 2% y en 0.045% de Nano Liquid Formulation (NLF) por medio de soluciones saturadas de Sulfatos; Realizar una evaluación de rentabilidad económica de los concretos elaborados.

### **Justificación**

**Justificación social,** El cual se refiere a la posibilidad de otorgar beneficios de calidad y estilo de vida al ciudadano, en el que las viviendas se construyan haciendo uso del concreto estructural con adiciones del sistema soil nano stabilisation (SNS 360)-2022, el cual otorgará mejoras tanto en la resistencia como en el comportamiento del concreto estructural, previniendo así riesgos de seguridad ante desastres naturales, aumentando la seguridad vivencial en los hogares década familia, siendo el producto final del estudio, concreto estructural apropiado para la construcción.

**Justificación técnica,** El estudio aportará con el análisis del comportamiento y de la resistencia del hormigón mediante el aditivo del sistema soil nano stabilisation (SNS 360)-2022, el cual además viene siendo un tema novedoso y nuevo, por lo que de ahí parte la necesidad de realizar este estudio, queriendo dar a conocer los beneficios esenciales de este sistema soil nano stabilisation (SNS 360)-2022 para el sector de construcción, precisando que, las evaluaciones serán confiables, pues para ello se hará uso de ensayos de laboratorio para cada uno de los bloques que serán seleccionados, además de ello, podrá generar iniciativa de estudios respecto a este tema en base al aditivo, permitiendo considerar esta investigación como uno de sus antecedentes para ser discutidos por otros investigadores.

**Justificación financiera/ económica,** Aportará conocimientos respecto al valor económico de la realización de las evaluaciones mediante ensayos de laboratorio, pues sin duda alguna es el procedimiento que permitirá saber con mayor precisión el comportamiento de resistencia del concreto estructural frente al sistema Consolid, además de ello, se concientizará a los ciudadanos a no optar por adquirir servicios informales de construcción, lo cual se denota que son mucho más caros que los formales, pues las reparaciones que se suscitarán en un corto plazo, serán exponenciales; por otro lado, el financiamiento mismo del desarrollo del estudio será respaldado por el mismo investigador.

**Justificación ambiental,** El estudio se basará en normativas de construcción estructural en el que se tendrá que respetar el impacto que se manifieste directamente en el medio ambiente, cuidando que los ensayos que se realicen en base al aditivo del sistema soil nano stabilisation (SNS 360)-2022 no sea tan perjudicial o ponga en peligro inminente el medio ambiente, pues no solo se busca beneficiar a los ciudadanos, sino también al entorno medio ambiental.

## **Revisión Literaria**

### **Antecedentes del problema**

#### *Antecedentes a nivel internacional*

## **TESIS DE PREGRADO**

Se ha considerado a Aguirre y Prado [19] en el 2012, quien realizó una investigación en Quito – Ecuador titulada “Estabilización de la subrasante en la vía Cuicocha-Apuela del km 32 al km 38, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, utilizando el sistema Consolid”, en donde se estimó y cuantificó la presencia de diversas valoraciones para el BCR y el índice plástico, siendo esto comparado tanto en el suelo de carácter natural como el tratado por el sistema Consolid. Para ello, el conjunto muestral considerado perteneció a un tramo de 6 km, en el que

se hicieron uso de ensayos dirigidas para los CBR de 0.50 m de profundidad. Obteniendo como resultado una disminución del índice de plástico en los suelos, siendo la disminución con mayor frecuencia de un 71%, además, en el ensayo de la absorción de agua fue menor a lo obtenido en el suelo natural. Concluyendo así que, el sistema Consolid funciona como un impermeable, lo cual hace que se obtenga menor esponjamiento en cuanto al recurso natural, siendo esta disminución del 50%, lo cual hace que el paso del agua se vea impedido.

#### **REVISTA: MECHANICAL CHARACTERISTICS OF HARDENED CONCRETE WITH DIFFERENT MINERAL ADMIXTURES: A REVIEW**

En la siguiente investigación se menciona que los aditivos minerales como sustitución del cemento mejorando así la microestructura del concreto, es decir la porosidad, con ellos conlleva el aumento de las cualidades en fase endurecido del hormigón como la resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad. Esta investigación los resultados arroja que contiene parcialmente aditivos minerales son valores satisfactorios ya que se observa una influencia significativa en las cualidades mecánicas del concreto. Es por ello que todos los aditivos minerales fortalecen las cualidades mecánicas del concreto excepto FA y GGBS que no arrojaron resultados satisfactorios en la resistencia a los 28 días.

Se concluye que los aditivos minerales al aumentar su distribución de los poros reducen significativamente el tamaño de los poros, a la vez disminuye la porosidad, permeabilidad, contracción y fluencia. De lo contrario, la contracción por secado y las deformaciones por fluencia aumentan con el incremento de la edad y volumen reemplazado [20]

#### ***Antecedentes a nivel nacional***

#### **TESIS DE PREGRADO**

Se consideró a Huaraca Gerardo [21] en el 2021, en su investigación titulada “Efecto del sistema Consolid en el CBR y la ascensión capilar del material para base de pavimento de la cantera de totora, Cusco, 2020”, quien determinó el efecto que presenta el sistema Consolid respecto al CBR, así mismo, el incremento capilar del material de la cantera considerada como caso de estudio. Para ello, se hizo desde un enfoque cuantitativo, siendo además de grado correlacional y diseño no experimental. En cuanto a los resultados, se demostró que la incidencia que presenta el sistema Consolid depende mucho del tipo de suelo y la dosificación realizada, precisando que, el máximo CBR es de 14%, sin embargo, este puede ascender a un 61.9% haciendo uso de una dosis personalizada, 1.5% en Solidry, 0.1% de Consolid, 15% de arcilla sin arena. Concluyendo así que, el componente estudiado sirve para poder estabilizar cualquier tipo de suelo existente.

## **TESIS DE PREGRADO**

Del mismo modo, se consideró a Díaz Juan [22] en el 2018 en su investigación titulada “Estudio de estabilización de suelos con el sistema consolid para mejorar el camino vecinal Yántalo – C.P.M. Buenos Aires, Moyobamba – San Martín, 2016”, quien ha evaluado la incidencia que se presentó respecto a un posible estabilizador mejorador hecho con enzimas orgánicas, el cual permitió aumentar la resistencia de los suelos finos plásticos – arcillosos. La metodología que se utilizó fue de nivel explicativa, habiendo considerado como población al trocha vecinal tramo Yántalo, siendo este de un aproximado de 20+340 KM., siendo entonces la muestra de unos 4.00 KM. Por lo que, como resultado se demostró que el 100% de los suelos fueron arcillosos, pues han obtenido un IP menor a 20, precisando que la dosificación más adecuada fue de unos 0.007 lt de Consolid por m<sup>2</sup>. Concluyendo así, que el mejoramiento del camino considerado como caso de estudio muestral ha sido de menor costos haciendo uso del sistema Consolid, haciendo que se incremente el CBR exponencialmente.

## **TESIS DE PREGRADO: “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE TIERRA CRUDA DE LOS DISTRITOS: SAN SEBASTIÁN Y SANTIAGO, ESTABILIZADOS CON SISTEMA CONSOLID, CUSCO 2018”**

En la investigación se tendrá como objetivo fundamental evaluar las cualidades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería estabilizadas con sistema Consolid (C-444 y Solidry) preparadas con tierra extraída de Huancaro, distrito Santiago y Wimpillay, distrito de San Sebastián, como alternativa de elemento de construcción. Para analizar las características de cada suelo se llevó a cabo los siguientes ensayos: como el análisis granulométrico. Límites de Aytterberg y ensayo de proctor. Se hizo el ensayo de Proctor Modificado donde arrojó como resultado que la humedad hallada no permite una adecuada manipulación del espécimen para cualquier tipo de suelo, es por ello se elaboró el ensayo de Proctor Adaptado para elaborar las unidades correspondientes, donde se utilizaron diferentes dosificaciones de agua con el fin de encontrar la humedad óptima, con ello se ensayaron a resistencia a compresión las unidades con diferente porcentaje de humedad. Se procedió a fabricar las unidades de albañilería con adición del aditivo Consolid(C-444) y de la misma manera con el aditivo Solidry, donde se avaluó la resistencia a la compresión y se optó por la dosificación más eficiente que esta propiedad mecánica está relacionada proporcional a la calidad. Ya obtenido el valor óptimo de humedad y las dosificaciones de los dos aditivos (C-444 y Solidry), se realizaron las muestras de albañilería finales donde se ensayaron para obtener las propiedades físico mecánicas tales como: peso, alabeo, variación dimensional, absorción, succión, resistencia a la compresión y

módulo de rotura siguiendo los estatutos estipulados en la E.070 (2006) y la NTP 399.613 (2005).

Se concluye que los ensayos a compresión de las muestras de albañilería de los dos tipos de suelos tales como el distrito de Santiago y San Sebastián cumplen con lo especificado en norma E.070 y E.080, se asegura una resistencia a la compresión de 20 kg/cm<sup>2</sup> y además se obtuvo un contenido de humedad óptimo de 19.18% para el suelo de Santiago y un contenido de humedad adecuada 23.40% para el suelo de San Sebastián que permitieron una buena trabajabilidad y densidad adecuada. Cabe resaltar, que se obtuvo una dosificación óptima de Solidry + C-444 para la zona de San Santiago de 50 kg/m<sup>3</sup> donde se determinaron valores de f<sup>'</sup>b de 21.63, 23.31 y 23.73 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 21 y 28 días y una dosificación óptima para la zona de San Sebastián de 10 kg/m<sup>3</sup> donde se determinaron valores de f<sup>'</sup>b de 11.74, 17.23 y 17.05 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 21 y 28 días [23].

#### *Antecedentes a nivel local.*

**TESIS DE PREGRADO: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ENTRE EL USO DEL CLORURO DE SODIO Y EL SISTEMA CONSOLID EN ZONAS URBANAS NO PAVIMENTADAS DE LA URBANIZACIÓN EL PARRAL DEL DISTRITO DE LA VICTORIA, 2020”.**

La siguiente tesis se desarrolló en la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO en el año 2020 realizaron un análisis de comparación entre dos estabilizadores con el fin de mejorar la subrasante entre el uso de CLORURO DE SODIO Y EL SISTEMA CONSOLID, específicamente en zonas urbanas que no están pavimentadas como es la localidad el Parral del distrito de la Victoria, en la cual tenemos dos aditivos con sus respectivas proporciones estándares a las que compararemos entre ella, tenemos una dosificación del 2%,6%,10%y15% para el cloruro de sodio y el CD-444 con 0.045% adicionando 1%,1.5%,2% de Solidry.

Para la obtención de las muestras respectivas del suelo, se tuvo presente consideraciones para la excavación de las calicatas en campo el (MTC E 101) pero teniendo en cuenta como referencia el (ASTM D 420) como consideración para procesos recomendados para la excavación a cielo abierto a una profundidad de 1.5 m como mínimo por debajo del nivel. También se tomaron consideraciones de NTE CE 0.10 (PAVIMENTOS URBANOS) donde se describe la cantidad de calicatas o llamado Punto de trabajo.

Para trabajar la investigación se obtuvieron las dosificaciones más eficientes para el cloruro de sodio con el 6 % para obtener un CBR de 44% al 95% de compactación con una densidad

máxima seca al  $1.882\text{g/cm}^3$  con un contenido de humedad óptimo de 12,73%, de lo contrario el sistema consolid se tendrá una dosificación óptima de CD-444 + 2% de solidry obteniendo un CBR de 55.07 % al 95% de compactación con una densidad máxima seca de  $1.817\text{g/cm}^3$  con un contenido de humedad de 11.26%, superando a la muestra inicial o patrón que alcanzó un CBR de 2.4% con una densidad máxima de  $1.824\text{g/cm}^3$  y un contenido de humada óptimo de 11.49%.

Se puede concluir que el cloruro de sodio en suelos arcillosos al adicionarle más del 6% aparece a bajar el CBR y aumenta la densidad máxima seca, disminuyendo el contenido de humedad.

El sistema consolid estabiliza la sub rasante adicionando el 2% de solidry, concluyendo que al aumentarla el porcentaje de solidry se obtendrá mayor soporte, pero en suelos CL no se llega a estabilizar el suelo de la sub rasante solo con el CD-444 [24].

### **Bases Teórico Científicas**

#### **Definición del Concreto**

Se dice que el hormigón es un material de uso permanente comprendido por un estado ligante llamado pasta, el cual es la mezcla química del material cementante y el agua. Ya que se denomina estado continuo del concreto porque permanece está unida con algo de ella mediante todo el conjunto.

El agregado se denomina estado discontinuo del hormigón ya que sus moléculas no estan unidas, sino distanciadas por los distintos espesores de pasta endurecida [25].

#### **Importancia del concreto**

Hoy en día el hormigón es un elemento de construcción de uso fundamental en el país. La calidad de un buen hormigón depende tanto así del material y la calidad de profesionales que la usan, ya que no conocen los aspectos fundamentales: materiales, naturaleza, elección de las proporciones, propiedades, procesos de puesta en obra, el control de calidad y su control de sus componentes estructurales [25].

#### **Propiedades Fundamentales del concreto**

Cabe resaltar que las propiedades más influentes del hormigón en fase no endurecido, tales como la trazabilidad, fluidez, contenido de aire, cohesividad, tiempo de fraguado, segregación, exudación, peso unitario y calor de hidratación.

Propiedades resaltantes en fase endurecido es la resistencia mecánica, propiedades de elasticidad, durabilidad, impermeabilidad, cambios de volumen, resistencia a la cavidad, resistencia al desgaste, propiedades terminas, acústicas [25].

### **Trabajabilidad de la mezcla**

Es una cualidad fundamental en fase fresco del concreto. En esencia, es la cualidad con la cual se pueden trabajar, mezclar y transportar los materiales para elaborar el concreto y emplearlo bajo las condiciones que presente la construcción de la obra.

El hormigón elaborado debe ser fácil de trabajar para así ejecutar los encofrados, recubrimientos y calidad de refuerzo, el concreto debe de llenar los espacios que se encuentra alrededor del refuerzo y así poder obtener una masa uniforme que pueda circular por todo el encofrado para no tener presencia de aire y la presencia de cangrejeras [25].

Esta propiedad debe estar con los estatutos de la NTP 339.035, donde se evaluará con el Cono de Abrams el asentamiento del hormigón.

### **Resistencia a la Compresión**

Esta propiedad mecánica del hormigón en fase endurecido, se conoce a través de un ensayo que consiste en el llenado del hormigón a un espécimen cilíndrico de diámetro 15cm y 30cm de altura. Dicha probeta debe ser curada, para ello debe de estar sumergida en agua durante 24 hrs hasta el momento de su ensayo [26].

Para ejecutarse el ensayo debe de seguir las especificaciones en la NTP 339.035.

### **Resistencia a la Flexión**

La resistencia a flexión es la cualidad que tiene el material de resistir las fuerzas ejercidas a su eje de forma perpendicular [26].

Este ensayo debe de seguir las especificaciones presentes en la NTP 339.078.

### **Abrasión**

Es la propiedad del hormigón por desgaste de una propiedad dependiente fundamentalmente de la composición de la pasta y de los áridos localizados cerca donde soporta los esfuerzos e impactos de abrasión [25].

Para este ensayo se tendrá en cuenta la ASTM C944 – durabilidad por desgaste.

### **Resistencia a tracción**

El ensayo está relacionado con la aplicación de una fuerza de compresión a lo largo de una muestra cilíndrica de hormigón hasta que este falle por la longitud de su diámetro. Este ensayo nos da paso a evaluar cómo está distribuido el agregado grueso que conforma el concreto endurecido.

### **Tipos de Concreto**

- **Concreto Simple**

Es aquel componente estructural que no tiene ningún tipo de armadura de refuerzo o que presente refuerzo menos a los especificado para concretos reforzados [27].

- **Concreto Estructural**

Se le considera concreto estructural al hormigón armado o al hormigón simple, que sea utilizado para la elaboración de edificaciones u obras civil [27].

- **Concreto Armado**

Se dice que le concreto reforzado es el concreto estructural que contiene la cantidad mínima de acero especificado en la norma, capítulo 1 al 21 [27].

### **Composición del hormigón**

El hormigón ya endurecido está comprendido por:

- a.- Pasta
- b.- Áridos [25].

### **Funciones y propiedades de la pasta.**

La pasta está constituida por cuatro aspectos fundamentales en el hormigón:

- a.- Proporcionar las cualidades que requiere el elemento endurecido.
- b.- Cumple la función de distanciar las partículas de los áridos.
- c.- Ocupar o rellenar los espacios vacíos entre las moléculas de los áridos y adherirse fuerte entre ellas.
- d.- Dar la hidratación a la masa cuando no sea endurecido.

Sus cualidades de la pasta son dependen diente de sus:

- a.- Depende de las características físicas y químicas del cemento.
- b.- Sus propiedades relativas del agua y el cemento en la mezcla dada.
- c.- El nivel de hidratación del material cemento, dada por la aleación química entre el cemento y el agua [25].

### **Definición de Agregado**

Se describe por árido al grupo de partículas inorgánicas, cuyas medidas están establecidas entre los límites permitidos en la NTP 400.001. Este material se considera la estapa discontinua del hormigón, dado que el agregado esta embebido en la pasta así ocupando entre 63% y 78% de una unidad cubica del hormigón [25].

Los agregados que se empleen deberán dar beneficios al crecimiento de algunas propiedades en el concreto, las cuales resalta: la adherencia con la pasta, la trabajabilidad, las exigencias del material cementicio y el crecimiento de la resistencia mecánica [28].

### **Clasificación del Agregado**

Los áridos que se emplea en la elaboración del hormigón, están clasificados en árido grueso, árido fino y hormigón o también llamado agregado integral.

El árido grueso es el que no pasa por el tamiz N° 4 y proviene de la trituración de las rocas. El árido grueso se clasifica en piedra chancada y grava. La grava proviene de la destrucción de los materiales pétreos, generalmente la encontramos en almacenamiento de chancadoras. La piedra chancada es adquirida por la destrucción artificial de las rocas y grava [25].

### **Funciones del Agregado**

- a.- Da un relleno optimo a la pasta, obteniendo así una reducción de contenido por unidad cúbica de volumen, por ende, reduce el costo del hormigón.
- b.- Aporta una masa de partículas con la capacidad de soportar acciones mecánicas, de intemperismo, de desgaste, que pueden ejercer sobre el concreto.
- c.- Disminuye la variación de volumen del proceso de fraguado y endurecimiento, secado y humedecido; o por calentamiento de la pasta [25].

### **Propiedades físicas de los áridos**

Los áridos tienen características físicas que les admiten evaluar su calidad y condiciones en su fase real lo cual les permiten interpretar la influencia de los mismos formando parte de la mezcla recordando la influencia de estas partículas ya que conforma el 70% del volumen en el hormigón.

**Forma superficial:** Los agregados presentan una forma irregular, los cuales pueden determinar las siguientes formas muy redondeada, redondeado o sub angulares y angular.

**Granulometría:** Comprende la repartición de los tamaños que presentan cada tipo de agregados. según la NTP para el reparto tienen un procedimiento selectivo lo cual nos permiten determinar los datos y valores importantes para el diseño de la mezcla.

**Contenido de Humedad:** Lo poros que tienen los agregados se conecta a la superficie de los misma, el agua que puede estar en contacto con este grupo de partículas podría ser penetrada en su interior, es decir si su contenido de humedad es elevado, la mezcla perdería su trabajabilidad de modo que también perderá resistencia lo cual afectara su calidad, por ende, es muy elemental evaluar esta característica.

**Porosidad y absorción:** La relación en la porosidad de un material es en su volumen de huecos entre su volumen total. La absorción del árido es el aumento en la masa debido al agua de los poros que contienen los áridos, sin mencionar el agua unida a la superficie del material.

**Peso unitario volumétrico:** Este proceso se encarga de medir el volumen que el árido ocupará en la mezcla del hormigón e incluye sus moléculas solidas como los espacios que están vacíos. De hecho, si mezclamos estos áridos con otros factores para formar el concreto, permitirá determinar el porcentaje de vacíos que tendrá estos agregados

### **Definición Cemento**

El cemento portland es el resultado mediante de la pulverización del Clinker, al cual se le adiciona agua, formando así una pasta conglomerante con la capacidad de endurecerse ya sea bajo del agua como al aire formando así elementos estables [25].

El cemento es considerado el elemento activador del concreto e influyente en la mayoría de sus características de este. Dado a que el cemento aporta aproximadamente el 20 % del peso del hormigón, ya que el 80 a 90% los materiales restantes quienes posibilitan el desarrollo de las propiedades del hormigón. Siendo el cemento el material más elevado por unidad de peso. Dado que su fabricación se da en industrias de mayor capacidad en donde se debe controlar constantemente, dando como resultado una óptima calidad donde el consumidor pueda adquirirlo confiablemente [28].

### **Agua**

Este elemento es un componente primordial en la mezcla de hormigón reaccionando con el material cemento formando así el gel, el agua permite que la masa obtenga las propiedades tales como: el estado no endurecido dando así una mejor trabajabilidad y disposición de la misma, pero en estado endurecido adquiere sus propiedades y características optimas.

Al agua se debe realizar los ensayos correspondientes donde garantice su calidad. Se podrá utilizar en el mezclado aquella que este considerado como potable.

Debemos garantizar que el agua a utilizar no presente sustancias que ocasionen resultados desfavorables en el fraguado, la durabilidad, resistencia, aspectos en el hómigon, o en los elementos de refuerzo metálicos.

Cabe resaltar que será necesario analizar e investigar la fuente de extracción o de abastecimiento y que no esté influenciada que pueda alterar sus propiedades y características ya conocidas que puedan ser empleadas y puedan arrojar resultados positivos [25].

Tener en cuenta que solo se podrá emplear aguas no portables solo sí cumplen con los siguiente; Estar libres de aceites, álcalis, ácidos, sales, materia orgánica o cualquier sustancia que sea dañino para el concreto y elementos de refuerzo embebidos.

El contenido de ion cloruro en el agua y en los materiales de la mezcla (áridos y aditivos) no debe ser mayor a lo estipulado en la tabla 4.5 del capítulo 4 de la E.060.

**TABLA 4.5**  
**CONTENIDO MÁXIMO DE IONES CLORURO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA**  
**CORROSIÓN DEL REFUERZO**

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento)
Concreto preesforzado	0,06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0,15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1,00
Otras construcciones de concreto armado	0,30

Fuente: Norma NTE - E.060

### **Aditivos**

El aditivo se define por la norma ASTM C 125, la cual lo define como un elemento empleado al mortero o hormigón, y se añade al diseño de mezcla antes o durante del proceso del mezclado. Estos componentes son utilizados en el concreto o mortero, la aplicación de los aditivos es antes o durante la mezcla a fin de:

- Cambiar las propiedades del hormigón con el fin de adecuarlas a la obra ejecutada.
- Debe ser fácil su implementación a la mezcla.
- Los aditivos también aportan a disminuir costos.

Su aplicación es una alternativa según el ambiente o necesidad que se presente en las obras civiles para alcanzar los resultados requeridos [25].

### **Clasificación de los Aditivos**

Los aditivos no se pueden clasificar fácilmente debido que pueden ser separados con relación a sus efectos derivados de su empleo, ya que pueden ocasionar modificaciones en el concreto, al igual que varios productos que existente en el mercado que no llegan a las condiciones establecidas.

Se debe señalar que los aditivos presentes en el mercado pueden presentar en su estructura materiales que conllevan a incluirlos en 2 o más conjuntos, o separados por dos o más normativas de ASTM y recomendaciones ACI.

Los aditivos presentan clasificaciones de acuerdo al producto de a su aplicación. El ACI 212 los clasifica de la siguiente manera [25]:

a.- Acelerantes, tienen por propósito aumentar equivalentemente el crecimiento de la resistencia a la compresión y disminuir el tiempo de fragua los cuales deben satisfacer los estatutos especificados en las ASTM C 494, o de las NTP 339.086 [25].

b.- Incorporadores de aire, tienen como objetivo aumentar las propiedades del hormigón en ocasiones de congelación y deshielo que se dan en los poros capilares saturados y expuestos a temperaturas bajo 0C. Dichos aditivos deben satisfacer los requerimientos especificados en las normas NTP 339.086 y en la ASTM C 260 [25].

c.- Reductores de agua y niveladores de fraguado, estos aditivos tienen como propósito disminuir el agua para la mezcla y alterar condiciones de fraguado. Deben de satisfacer lo requerido en las NTP 339.087, o de las ASTM C 494 y C 1017 [25].

d.- Impermeabilizantes, estos aditivos tienen como propósito verificar filtraciones mediante a las grietas, disminuyendo así la penetración del agua, en los concretos no saturados [25].

e.- Reductores de Permeabilidad, tienen como propósito disminuir la velocidad con la que el agua puede recorrer a través del concreto saturado, sometido a un gradiente hidráulico expuesta externamente [25].

#### **Sistema Consolid o Sistema Soil Nano Stabilisation.**

El sistema consolid trabaja mejorando las propiedades mecánicas, aumenta la captación de las partículas y su compactación, lo que comúnmente se ejecuta bajo condiciones determinadas en mucho tiempo, percibiendo que tenga las acotaciones necesarias para que esta no se altere. Este sistema de estabilización innovador y de alta tecnología actúa beneficiando la compactación y normalizando una óptima humedad del suelo.

El sistema es exclusivo, ya que existen dos ejemplos de productos para aplicar en suelos con finales viales

- Este producto permite que las partículas ligen físicamente, por ejemplo: Suelo – cemento.
- Este producto permite que reaccione químicamente con el suelo, por ejemplo: Suelo - Sal.

Cabe resaltar que el producto de ligar físicamente las partículas tiene como dificultad producir estructuras netamente rigidez.

Este sistema en la práctica es adaptable en su totalidad en cualquier tipo de suelo, sin embargo, hay suelos donde no es viable la aplicación del sistema, por ejemplo, una arena o suelos netamente orgánicos. En estas ocasiones serán los ensayos en laboratorio quien determine su aplicación. De esta forma el sistema consolid es adaptable y dosificada para elaborar resultados satisfactorios.

La aplicación del sistema consolid no procede como un ligante ni responde con elementos que constituyen el suelo, de lo contrario le proporciona propiedades únicas al suelo, ya que se puede utilizar en la variedad de suelos existentes, partiendo de suelos no-plásticos a super plásticos.

El sistema posee la cualidad de ser demolido y volverse a recompactarse, por ello permite su sencillo mantenimiento y se puede aplicar diversas roturas o agrietamiento que sea causado por cualquier agente externo, que no se considere de gran magnitud.

Este sistema posee un gran impacto en la efectividad al agua subterráneas (dominando así el incremento de humedad por capilaridad o la emulsión causada por lluvia) [29].

#### **Componentes que conforman el sistema consolid o sistema soil nano stabilisation.**

a.- Consolid 444 (CD444) – Nano Liquid Formulation (NLF), se presenta como un líquido lechoso semiviscoso compuesto de monómeros y polímeros con presencia de catalizadores acelerantes de inclusión, el cual está comercializado en cilindros de 200 litros.

El presente aditivo trabaja frente el agua embebida que lubrica las moléculas de arcilla o limos finos, favoreciendo la cohesión electromagnética entre ellas ocasionando mayor compactación y resistencia a la deformación del suelo [29].

b.- Solidry (SD) – Nano Powder Formulation (NPF), se presenta como un material sólido en polvo comercializado en bolsas de 25kg, cabe resaltar que este aditivo no es tóxico ni genera contaminación al medio ambiente. Sin embargo, el SD es un aditivo complementario al Consolid 444 y fortalece la defensa con el agua, tapando así los capilares y posibilitar, que el agua presente en la superficie no se filtre en la lámina tratada [29].

La variedad de suelos en la cual es empleado el aditivo es muy extensa, aplicable en su totalidad a cualquier tipo de suelo, además, se puede emplear en suelos no plásticos. Pero dicho aditivo está diseñado específicamente para ser empleado en suelos de alta plasticidad, encaminado su índice plástico a valores donde el suelo se pueda trabajar con facilidad. El empleo fundamental del Solidry es en lugares anegadizas temporal o permanentemente, incluso puede alcanzar hasta la impermeabilidad total [29].

#### **Eflorescencias**

Almacenamiento salino, en lo particular su color es blanquecino, amarillento, que se almacena en la parte superficial del hormigón en estado endurecido, prácticamente se trasladan o circulan mediante la capilaridad de los poros, almacenándose en la parte superficial al momento que el agua se evapora.

Esa patología del concreto es causada en su mayoría por carbonatos de calcio, sulfatos de calcio y sales malticas [30].

## Diseño de mezcla para elaboración de concreto

### Método ACI 211.1

Es una forma que determina las características deseadas del hormigón, cualidades en fase fresco, y en fase endurecido, y dosificaciones de materiales para su preparación, diseño y entrega de concreto adecuado que debe ser funcional, duradero, resistente y económico.

Proceso del diseño de mezclas con respecto al ACI 211.1

#### I. Selección del slump

Cuando no se tiene especificada el asentamiento a utilizar en el informe de ACI nos brinda un asentamiento a usar dependiendo del tipo de estructura en la que se usara el concreto.

**Tabla 1: Asentamiento según tipo de estructura**

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones, y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: ACI 211.1

#### II. Elección de la resistencia promedio

Esta resistencia determina en base  $f'c$  mediante tres casos.

ejemplo 1: cuando se cuentan con datos producidos en obra, o resultados obtenidos de la rotura de especímenes.

En caso se calcular el  $f'cr$  se usan las fórmulas siguientes.

$$f'cr = f'c + 2.33\sigma_s - 35$$

$$f'cr = f'c + 1.34\sigma$$

Entonces:

$f'c$  : Resist a compresión

$f'cr$  : Resist. a compresión requerida

$\sigma_s$  : Desviación estándar

De los dos datos se seleccionará el valor mayor de la formula, tanto que el  $f'cr$  es el requerido para comenzar el diseño.

Ejemplo 2: Es cuando no presentaba con datos suficientes (entre 15 y 30 resultados)

Donde el dato de  $\sigma_s$  se empleará por un factor en base a la tabla:

**Tabla 2: Factor de incremento**

Nº ENSAYOS	FACTOR DE INCREMENTO
Menos de 15	Usar tabla Caso 3
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 o más	1.00

Fuente: ACI 211.1

$$f'cr = f'c + 2.33\alpha\sigma_s - 35$$

$$f'cr = f'c + 1.34\sigma\alpha$$

Entonces:

$\sigma_s$  = desviación estándar.

$\alpha$  = factor de amplificación

Desviación estándar

Es cuando se tiene una lista de 30 ensayos en secuencia, la desviación estándar del muestrario,  $\sigma_s$ , se calcula con esta fórmula:

$$\sigma_s = \left( \sum \frac{(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \right)^{1/2}$$

Entonces:

$\sigma_s$  = Desviación estándar

$X_i$  = Resist. del espécimen de hormigón

$\bar{X}$  = Resist. promedio de números de probetas

n= Número de ensayos.

Ejemplo 3: No presenta con datos suficientes (entre 15 y 30 resultados)

**Tabla 3: Determinación del  $f'_{cr}$ .**

$f'_c$ especificado	$f'_{cr}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

Fuente: ACI 211.1

### III. Elección del tamaño máximo de agregados

Las cualidades geométricas y los refuerzos de las estructuras impiden el tamaño máximo del árido que se pueden aceptarse.

### IV. Estimación de agua de obra

El agua de mezclado el ACI nos acota que se utilice en base del asentamiento y del tamaño máximo del árido que conformara el hormigón.

**Tabla 4: Agua - l/m<sup>3</sup>**

Asentamiento	Agua en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
% aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Fuente: Método ACI 211.1

### V. Estimación de contenido de aire

**Tabla 5: Aire atrapado**

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: ACI 211.1

**VI. Relación a/c**

Se establece la relación a/c en base a la resistencia y el tipo de concreto a elaborarse a los 28 días.

**Tabla 6: Relación a/c**

F'c (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

Fuente: Método ACI 211.1

**VII. Cálculo de la proporción de cemento**

Las dosificaciones de cemento se calculan con el volumen unitario de agua entre la relación a/c.

### VIII. Cálculo del volumen de árido grueso

Este valor se saca de una tabla que nos brinda el ACI 211.1, que depende del TMN del árido grueso y del módulo de fineza del árido fino.

**Tabla 7: Peso del árido grueso para  $m^3$  de hormigón.**

T.M.N del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto para diversos MF.			
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Método ACI 211.1

### IX. Cálculo del volumen de árido fino

El volumen del árido fino en el hormigón es la diferencia de la unidad y los elementos calculados anteriormente.

### X. Ajuste de mezcla por humedad de áridos

El ajuste de mezcla por humedad de árido, donde el agua será agregada al concreto se debe disminuir en una porción semejante a la humedad libre reducida por el árido, es decir debemos disminuir la humedad total menos la absorción de la mezcla.

## **Materiales y métodos**

### **Tipo y nivel de investigación**

El presente trabajo de investigación con relación a la metodología empleada para es evidenciar la hipótesis, es de tipo experimental. Debido a la manera de manejar variables presentadas a la cual se otorgará su determinada respuesta con sustento mediante ensayos realizados en laboratorio y recolección de datos, el cual se podrá observar el análisis que pueda presentar las

propiedades mecánicas de un concreto estructural frente adición del Sistema Soil Nano Stabilisation.

No obstante, deberá cumplir con las condiciones fundamentales para ser de tipo experimental, como es la modificación de la variable, para el cual se utilizó el aditivo líquido (NLF) en proporción de 0.045% del peso de los materiales y el aditivo en polvo (NPF) en cantidades de 1, 1.5 y 2% del peso de los materiales, estos dos conforman el Sistema Soil Nano Stabilisation. El nivel de la presente investigación se deduce como descriptivo, se dice que, mediante esta investigación se determinó la aplicación del Sistema Soil Nano Stabilisation, alcanzando describir el actuar de las propiedades mecánicas del hormigón estructurales frente adiciones establecidas de los aditivos NLF Y NPF.

### **Hipótesis**

La adición en porcentajes del sistema nano stabilisation permitirá evaluar el comportamiento de las propiedades físico mecánicas del concreto estructural.

### **Diseño de contrastación**

El diseño para este trabajo se ha enfocado desde una perspectiva cuantitativa, dado que fue importante procesar los datos, cuantificar y estudiar para constatar la evidencia de la hipótesis propuesta.

Además, fue necesario establecer métodos y diversas técnicas establecidas en la norma nacionales e internacionales, las cuales se ejecutarán en los laboratorios mediante ensayos con el fin de tener datos satisfactorios que nos permitan estar de acuerdo con los estipulado en los objetivos de la investigación.

### **Población, muestra, muestreo**

En la presente investigación no podemos hablar de la existencia de una población específica, sin embargo, la población se encuentra conformada por los especímenes de concreto estructural como muestra de estudio, quienes están elaborados a partir de los materiales cemento, árido fino, árido grueso, agua, aditivo NLF Y NPF.

Por ende, el muestrario es de tipo no probabilístico, ya que los especímenes a evaluar dependerán netamente del investigador en base a los elementos que se quiere analizar como resistencia a la compresión, flexión, abrasión, permeabilidad, tiempo de fraguado, impermeabilidad y eflorescencia, apoyados en las normas relacionadas a determinar la variable.

### **Población de mezclas para el ensayo de slump – NTP 339.035 ó ASTM C145.**

Conocido también como ensayo de slump, se aplica para observar el comportamiento del hormigón en fase fresco a nivel de trabajabilidad. Esta propiedad es fundamental para definir

cuál es el grado de fluidez que presenta la masa del hormigón dado a la elaboración de elementos estructurales.

MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO		
		F'C=210kg/cm <sup>2</sup>
CONCRETO PATRÓN		1
CONCRETOMCON % DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATION	NLF	0.045%
	NPF	1%
	NLF	0.045%
	NPF	1.50%
	NLF	0.045%
	NPF	2%
SUBTOTAL		4
TOTAL		4

Fuente: Propia

### Población de mezclas para el ensayo de Tiempo de fraguado del concreto ASTM C403.

Esta prueba es esencial para controlar y conocer el tiempo en que el concreto alcanza si fraguado inicial y final.

MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE CONTROL DE FRAGUADO		
		F'C=210kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
CONCRETO PATRÓN		1
CONCRETOMCON % DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATION	NLF	0.045%
	NPF	1%
	NLF	0.045%
	NPF	1.50%
	NLF	0.045%
	NPF	2%
SUBTOTAL		4
TOTAL		4

Fuente: Propia

### Población de mezclas para ensayos de Temperatura NTP 339.184

Se debe constatar el aporte calorífico de las adiciones NPF Y NLF, no generen una reacción no deseada al con el concreto, dado a esto se realizará el ensayo a las diferentes dosificaciones.

MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE TEMPERATURA		
		F'C=210kg/cm <sup>2</sup>
CONCRETO PATRÓN		1
CONCRETOMCON % DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATION	NLF	0.045%
	NPF	1%
	NLF	0.045%
	NPF	1.50%
	NLF	0.045%
	NPF	2%
SUBTOTAL		4
TOTAL		4

Fuente: Propia

### Población de mezclas para ensayos de resistencia a compresión – NTP 339.034 ó ASTM C39.

Este prueba es esencial ya que es una propiedad fundamental del concreto, a lo cual se espera que al adicionar el NPF y NLF, genere propiedades satisfactorias a la presente investigación.

MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN					
		F'C=210kg/cm <sup>2</sup>			
		(7 días)	(14 días)	(21 días)	(28 días)
CONCRETO PATRÓN		2	2	2	2
CONCRETOMCON % DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATION	NLF	0.045%	2	2	2
	NPF	1%			
	NLF	0.045%	2	2	2
	NPF	1.50%			
	NLF	0.045%	2	2	2
	NPF	2%			
SUBTOTAL		8	8	8	8
TOTAL		32			

Fuente: Propia

### Población de mezclas para ensayos de resistencia a flexión – NTP 339.078.

El ensayo de resistencia a la flexión a los tercios nos permite evaluar el esfuerzo-deformación del concreto. Este ensayo se lleva a cabo a los materiales frágiles que no se pueden realizar un ensayo por deformación como lo es el caso del concreto.

MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A FLEXIÓN			
		F'C=210kg/cm <sup>2</sup>	
		(28 días)	
CONCRETO PATRÓN		2	
CONCRETOMCON % DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATION	NLF	0.045%	2
	NPF	1%	
	NLF	0.045%	2
	NPF	1.50%	
	NLF	0.045%	2
	NPF	2%	
SUBTOTAL		8	
TOTAL		8	

Fuente: Propia

### Población de mezclas para ensayo de tracción indirecta NTP 339.084

MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA		
		F'C=210kg/cm <sup>2</sup>
		(28 días)
CONCRETO PATRÓN		2
CONCRETOMCON % DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATION	NLF	0.045%
	NPF	1%
	NLF	0.045%
	NPF	1.50%
	NLF	0.045%
	NPF	2%
SUBTOTAL		8
TOTAL		8

Fuente: Propia

### Población de mezclas para ensayos para durabilidad – por Sulfatos NTP 334.094.

MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE DURABILIDAD POR SULFATOS		
		F'C=210kg/cm <sup>2</sup> - 28 días
CONCRETO PATRÓN		6 VIGAS
CONCRETOMCON N % DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATION	NLF	0.045%
	NPF	1%
	NLF	0.045%
	NPF	1.50%
	NLF	0.045%
	NPF	2%
SUBTOTAL		24
TOTAL		24

Fuente: Propia

### Criterios de selección

Se basa en la selección de los especímenes con el fin de elaborar el tema de investigación se desarrollará teniendo en consideración los objetivos propuestos ya planteados, se eligieron tres elementos con (NLF) y (NLP) para consiguiente analizar los resultados y compararlo con un concreto estructural convencional.

### Operacionalización de variables

Según este trabajo investigativo se ha identificado como variables independientes el SISTEMA SOIL NANO STABILISATION el cual está conformado por (NLF y NLP) en porcentaje, siendo esta variable el eje fundamental de la investigación ya que a partir de esta se comprobará si los resultados arrojados, sean satisfactorios para las propiedades mecánicas del concreto. se presenta como variable dependiente las características del hormigón en fase fresco como el slump y en fase endurecido como resistencia a la compresión, a flexión, durabilidad, tiempo de fragua y eflorescencia.

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	INDICE
TIPO	DESCRIPCIÓN				
INDEPENDIENTE	Nano Liquid Formulation (NLF)	Características físicas	Proporción	---	0.045% del peso del material.
	Nano Powder Formulation (NPF)	Características físicas	Proporción	---	1% - 1.5% - 2% del peso del material
DEPENDIENTE	Diseño de Mezclas	Cantidad de Material	Agregado Fino	Balanza digital	kg/m <sup>3</sup>
			Agregado Grueso	Balanza digital	kg/m <sup>3</sup>
			Cemento	Balanza digital	kg
			Agua	probeta graduada a l	lts.
	Comportamiento del Concreto	Ensayos del Concreto fresco	Asentamiento de la mezcla	NTP 339.035	pulg
			TIEMPO DE FRAGUADO	tiempo de fraguado en el concreto	ASTM C -403
		Ensayos del Concreto endurecido	Resistencia a la compresión	NTP 339.034	kg/cm <sup>2</sup>
			Resistencia a la flexión	NTP 339.078	kg/cm <sup>2</sup>
	Durabilidad - Eflorescencia ensayos por Sulfatos	NTP 334.094	%		

Fuente: Propia

### Plan de procesamiento de datos

El presente trabajo de investigación cuenta con las siguientes etapas:

#### ETAPA I

Recopilación de antecedentes y bibliografía

Consideraciones específicas de la normativa empleada a la investigación.

El trabajo en gabinete con los datos adquirida.

#### ETAPA II

Obtención de los áridos naturales.

Elaboración de los ensayos a los áridos.

Trabajo en laboratorio.

#### ETAPA III

Elaboración del diseño y de especímenes de concreto.

Curados de probetas elaboradas.

Ensayo para determinar la resistencia a la compresión

Ensayo para determinar la resistencia a flexión.

Ensayo para determinar la durabilidad por desgaste.

Ensayo para determinar el tiempo de fraguado

Ensayo para determinar la eflorescencia mediante ensayo de sulfatos.

Rentabilidad económica.

#### ETAPA IV

Trabajo en laboratorio con los datos finales proporcionados de los ensayos.

Análisis minuciosos de resultados.

Elaborar las conclusiones y recomendaciones.

Realización final del trabajo de investigación.

## ETAPA V

Presentación final del proyecto de investigación al jurado.

Levantamiento de las observaciones propuestas.

**Matriz de consistencia**

<b>Problema de la investigación</b>	¿Cómo es el comportamiento de las características físico mecánicas que sufre un concreto estructural con la adición del sistema soil nano stabilisation (SNS 360)?
<b>Objetivos</b>	<b>Objetivo general</b> : -Evaluar el comportamiento de las propiedades físico mecánicas que sufre un concreto estructural con la adición del sistema soil nano stabilisation (SNS 360).
	<b>Objetivos Específicos</b> :
	Determinar el análisis granulométrico de los agregados naturales.
	Diseñar la mezcla para un concreto estructural con $f'c=210\text{kg/cm}^2$ convencional y con adiciones de Nano Powder Formulation (NPF) en porcentajes de 1, 1.5 y 2% y en 0.045% de Nano Liquid Formulation (NLF).
	Evaluar trabajabilidad de los concretos $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en estado fresco.
	Evaluar las propiedades mecánicas del concreto estructural convencional y con adiciones de Nano Powder Formulation (NPF) en porcentajes de 1, 1.5 y 2% y en 0.045% de Nano Liquid Formulation (NLF).
	Determinar la durabilidad del concreto estructural convencional y con adiciones de Nano Powder Formulation (NPF) en porcentajes de 1, 1.5 y 2% y en 0.045% de Nano Liquid Formulation (NLF) por medio de soluciones saturadas de sulfatos.
	Evaluar el tiempo de fraguado para un concreto convencional frente a un concreto con adiciones del sistema soil nano stabilisation (SNS 360).
	Determinar la eflorescencia del concreto estructural convencional y con adiciones de Nano Powder Formulation (NPF) en porcentajes de 1, 1.5 y 2% y en 0.045% de Nano Liquid Formulation (NLF) por medio de soluciones saturadas de Sulfatos.
	Realizar una evaluación de rentabilidad económica de los concretos elaborados.
<b>Hipótesis</b>	La adición en porcentajes del sistema nano stabilisation permitirá evaluar el comportamiento de las propiedades físico mecánicas del concreto
<b>Variables</b>	Variables Independientes: Nano Powder Formulation (NPF) en porcentajes de 1, 1.5 y 2% y en 0.045% de Nano Liquid Formulation (NLF)
	Variables Independientes: Trabajabilidad, Propiedades físico mecánicas del concreto estructural
<b>Metología</b>	
<b>Población y muestra</b>	Población: Probetas de Concreto
	Muestra: N° probetas

Fuente: Propia

### *Consideraciones éticas*

El Reglamento de elaboración y sustentación de los trabajos de investigación para la aceptación del tema a tratar a tú tesis profesional de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, el cual hace referencia a la originalidad de los trabajos de investigación ya subidos utilizando el programa turniting se debe corroborar que el presente trabajo de investigación no supere el 25% y si cite de manera correcta de usos de la norma de ingeniería

### **Ensayos de los materiales.**

#### **Análisis Granulométrico de Árido fino y grueso – NTP 400.012.**

Este análisis que nos permite determinar los distintos tamaños de partículas que posee un muestrario seleccionado de agregados finos y grueso, ya que de ellos proporcionan las propiedades del concreto.

*Imagen 1: Tamizado del árido fino.*



Fuente: Propia

*Imagen 2: Tamizado del árido grueso.*



Fuente: Propia en gabinete ´.

Instrumentos:

- Tamices
- Balanza
- Bandejas
- Brocha
- Agregados

Tener en cuenta los siguientes conceptos fundamentales:

TMN: Hace mención al menor tamiz de la secuencia donde se puede producir el primer retenido.

T M: Hace mención al menor tamiz de la secuencia por donde pasa la muestra del 100% del árido grueso.

Módulo de Fineza: Es una idea del tamaño del árido, es un parámetro obtenido de la sumatoria de los porcentajes acumulados retenidos entre 100 de la serie de tamices, 3'', 1/2'', 3/4'', 3/8'' N°4, N°16, N°30. N°50 y N°100.

Procedimiento:

Árido Fino

1. Se deberá obtener un muestreo seleccionada seca por lo menos de 1000g.
2. Deberán ser pasados por las mallas: N°4, N°8, N°16, N°50, N°100, N°200 y fondo.

3. Se deberá vaciar los áridos a los tamices y luego proceder a mover por un tiempo establecido.
4. Se verificará tamiz por tamiz del retenido y del pasante para después pasarlas a la balanza previamente tarada.
5. Con los datos obtenidos del pesaje se procederá a graficar la curva granulométrica.

#### Árido Grueso

1. Se deberá obtener un muestrario seleccionada seca por lo menos de 5000g.
2. Deberán ser pasados por las mallas: 3'', 2'', 1 ½'', 1, 1 ¾'', ½'', 3/8'', N°4 y fondo.
3. Se deberá vaciar la muestra a los tamices y luego proceder a mover por un tiempo determinado.
4. Se verificará tamiz por tamiz del retenido y del pasante para después pasarlas a la balanza previamente tarada.
5. Con los datos del pesaje se procederá a graficar la curva granulométrica.

#### **Contenido de Humedad del árido Fino y Grueso ASTM C 566 o NTP 339.185.**

El contenido de humedad es un ensayo que nos permite conocer el porcentaje de agua que contienen los agregados en estado natural.

Instrumentos:

- Balanza
- Bandejas
- Horno

Árido grueso:

1. Se seleccionará aproximadamente 1000g de la muestra.
2. Se deberá pesar el agregado más recipiente y el recipiente solo.
3. Para luego trasladarlo al horno donde se mantendrá expuesto a 110°C por un lapso de 24 hrs.
4. Se procederá a pesar la muestra seca extraída del horno.

Se calculará con la siguiente formula:

$$H = \frac{Wn - Ws}{Ws *}$$

Donde:

Ws: P del árido en estado seco

Wn: P del árido en estado natural

H: Contenido de humedad

*Imagen 3: Contenido de Humedad del árido Fino*



Fuente: En gabinete

#### Árido Fino

1. Se seleccionará aproximadamente 1000g de la muestra.
2. Se deberá pesar el agregado más recipiente y el recipiente solo.
3. Para luego trasladarlo al horno donde se mantendrá expuesto a 110°C por un lapso de 24 hrs.
4. Se procederá a pesar la muestra seca extraída del horno.

*Imagen 4: Contenido de Humedad del árido Grueso*



Fuente: En gabinete

#### **Peso específico del árido fino y grueso NTP 400.021 ó NTP 400.022**

Este ensayo se utiliza para conocer y determinar las condiciones en estado húmedo y seco del árido, además este ensayo se elabora con el fin de usarlo en el cálculo y corrección de diseño de mezcla, como también tener una uniformidad de las características físicas.

*Imagen 5: P. Específico de los áridos*



Fuente: En gabinete

Instrumentos:

- Fiola
- Balanza
- Horno
- Recipiente plástico
- Bandeja
- Canastilla

**Grado de Absorción del agregado fino y grueso ASTM C 127- ASTM C 128 ó NTP 400.021  
- NTP 400.022**

Este ensayo nos facilitara conocer el grado de porosidad y absorción de agua de los áridos después de sumergirlos 24 horas.



*Imagen 6: G. de Absorción del árido fino*



*Imagen 7: Grado de Absorción del árido grueso*



*Imagen 8: Expuesto al horno*

Fuente: Propia en gabinete

Instrumentos:

- Balanza
- Horno

Árido fino:

Nos podemos apoyar en los datos hallados en el ensayo de peso específico en la cual nos apoyaremos de la siguiente formula:

$$A = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s} \times 100$$

Entonces:

A: G. de Absorción

W<sub>sss</sub>: P<sub>sss</sub>

W<sub>s</sub>: P. de la muestra seca al horno

Árido grueso:

Nos podemos apoyar en los datos hallados en el ensayo de peso específico en la cual nos apoyaremos de la siguiente formula:

$$A = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s} \times 100$$

Entonces:

A: G.A

W<sub>sss</sub>: P<sub>sss</sub>

W<sub>s</sub>: P. de la muestra seca al horno

### **Peso volumétrico suelto del árido fino y grueso ASTM C299 ó NTP 400.017**

Este ensayo nos permite saber el peso de una cantidad determinada en un depósito de volumen conocido y es calculado sin compactarlo.

Instrumentos:

- Balanza
- Probeta
- Árido
- Cucharón
- Brocha

Árido fino:

1. Se pesa el molde o probeta vacío.
2. Se procederá a llenar con muestra de árido fino al molde a una altura de 6 cm aprox.
3. Se tendrá que llenar hasta alcanzar la parte superior del molde y esté completamente llena.
4. Se procederá a enrasar con la varilla.

5. Y con la brocha se procederá a limpiar la parte externa del molde para así proceder a pesar el molde con el árido.

Árido grueso:

1. Se pesa el molde o probeta de vacío.
2. Se procederá a llenar con muestra de árido fino al molde a una altura de 5 cm aprox.
3. Se tendrá que llenar hasta alcanzar la parte superior del molde y esté completamente llena.
4. Se procederá a enrasar con la varilla.
5. Y con la brocha se procederá a limpiar la parte externa del molde para así proceder a pesar el molde con el árido.



*Imagen 10: Agregado fino suelto*



*Imagen 9: Agregado grueso suelto*

Fuente: Propia en gabinete

### **Peso volumétrico varillado del árido fino y grueso ASTM C29 ó NTP 400.017**

Este ensayo nos permite saber el peso de una cantidad determinada en un recipiente de volumen conocido y es calculado compactado o apisonado.

Instrumento:

- Balanza
- Molde o probeta
- Árido
- Cuchara

- Brocha
- Varilla lisa de 3/8"
- Comba de goma

Árido fino:

1. Se pesa el molde o probeta de compactación.
2. Se procederá a llenar con muestra de árido fino al molde a una altura de 6 cm aprox, donde se llenará en tres capas y en cada capa se proporcionarán 25 golpes con la varilla lisa de 3/8 y 15 golpes de comba de moga.
3. Se tendrá que llenar hasta alcanzar la parte superior del molde y esté completamente llena.
4. Se procederá a enrasar con la varilla.
5. Y con la brocha se procederá a limpiar la parte externa del molde para así proceder a pesar el molde con el agregado.

Agregado grueso

1. Se pesa el molde o probeta de compactación.
2. Se procederá a llenar con muestra de árido fino al molde a una altura de 6 cm aprox, donde se llenará en tres capas y en cada capa se proporcionarán 25 golpes con la varilla lisa de 3/8 y 15 golpes de comba de moga.
3. Se tendrá que llenar hasta alcanzar la parte superior del molde y esté completamente llena.
4. Se procederá a enrasar con la varilla lisa.
5. Y con la brocheta se procederá a limpiar la parte externa del molde para así proceder a pesar el molde con el agregado.



Imagen 12: Agregado fino compactado



Imagen 11: Árido grueso Compactado

Fuente: Propia en gabinete

## Diseño de mezclas

### Metodología del ACI 211.1

Con este método se se realizó el diseño de mezcla para la producción del hormigón, es el método del ACI 211.1, se basa en buscar la resistencia para la presente investigación el cual el diseño de mezcla es 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

En la tabla siguiente se muestran la cantidad de materiales por m<sup>3</sup> del diseño de mezcla usado como patrón.

Material	Cantidad	Descripción
Cemento	369 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento Portland Tipo I
Agua	207 Lt	Agua
Árido Fino	764 Kg/m <sup>3</sup>	Arena Amarilla - La Victoria
Árido Grueso	998 Kg/m <sup>3</sup>	Piedra Chancada - Tres Tomas

Tabla 8: Diseño de mezcla patrón

Fuente: Propia

En la tabla siguiente se muestran la cantidad de materiales por m<sup>3</sup> del diseño de mezcla adicionando 0.045% NLF más 1% NPF.

Material	Cantidad	Descripción
Cemento	369 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento Portland Tipo I
Agua	207 Lt	Agua
Árido Fino	764 Kg/m <sup>3</sup>	Arena Amarilla - La Victoria
Árido Grueso	998 Kg/m <sup>3</sup>	Piedra Chancada - Tres Tomas
0.045 % NLF	4.82 Lt	Nano Liquid Formulatio
1 % NPF	3.69 Kg/m <sup>3</sup>	Nano Powder Formulatio

*Tabla 9: Diseño de mezcla con 0.045% NLF más 1% NPF*

En la tabla siguiente se muestran la cantidad de materiales por m<sup>3</sup> del diseño de mezcla adicionando 0.045% NLF más 1.5% NPF.

Material	Cantidad	Descripción
Cemento	369 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento Portland Tipo I
Agua	207 Lt	Agua
Árido Fino	764 Kg/m <sup>3</sup>	Arena Amarilla - La Victoria
Árido Grueso	998 Kg/m <sup>3</sup>	Piedra Chancada - Tres Tomas
0.045 % NLF	4.82 Lt	Nano Liquid Formulatio
1.5 % NPF	5.54 Kg/m <sup>3</sup>	Nano Powder Formulatio

*Tabla 10: Diseño de mezcla con 0.045% NLF más 1.5% NPF*

En la tabla siguiente se muestran la cantidad de materiales por m<sup>3</sup> del diseño de mezcla adicionando 0.045% NLF más 2% NPF.

Material	Cantidad	Descripción
Cemento	369 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento Portland Tipo I
Agua	207 Lt	Agua
Árido Fino	764 Kg/m <sup>3</sup>	Arena Amarilla - La Victoria
Árido Grueso	998 Kg/m <sup>3</sup>	Piedra Chancada - Tres Tomas
0.045 % NLF	4.82 Lt	Nano Liquid Formulatio
2 % NPF	7.38 Kg/m <sup>3</sup>	Nano Powder Formulatio

*Tabla 11: Diseño de mezcla con 0.045% NLF más 2% NPF*

### **Concreto en estado fresco.**

#### **Tiempo de fraguado del concreto ASTM C403**



*Imagen 13: Ensayo de tiempo de fraguado*

#### Instrumentos:

- Agujas de penetración: Cada aguja con su respectiva área de contacto: 645, 323, 161, 65, 35 y 16 mm<sup>2</sup> (1, ½, ¼, 1/10, 1/20 y 1/40 pulg<sup>2</sup>).
- Máquina de aplicación de carga: Esta máquina medirá la fuerza que se requiere para la penetración de las agujas. Debe tener capacidad de medir la fuerza de penetración con exactitud de  $\pm 10\text{N}$  ( $\pm 2\text{lb}$ ) y debe tener una capacidad aproximadamente de 600N (130 lb).
- En el cual se utilizó una pipeta para la extracción de agua proveniente de la exudación de la superficie del molden.

#### Procedimiento:

1. Se realizará el vaciado de cada diseño planteado.
2. Donde se tendrá que pasar la mezcla por el tamiz N° 4.
3. Luego se procederá a extraer el agua generado por la exudación de la mezcla.
4. Ya extraída el agua, se procederá la penetración con las agujas mencionadas anteriormente.

#### **Asentamiento ASTM C145 ó NTP 339.035**



*Imagen 14: Asentamiento de la mezcla patrón*

**Instrumento:**

- Cono de Abrams
- Varilla lisa
- Wincha
- Varilla metálica
- Cucharón

**Procedimiento:**

1. Se tendrá que mojar el cono, varilla, cuchara y regla metálica antes de proceder con el ensayo.
2. Se tendrá que llenar en tres capas de un 1/3 de la altura del cono de abrams.
3. El cual se tendrá que apisonar con la ayuda de la varilla ejerciéndole 25 golpes por capa.
4. Se tendrá que levantar el cono verticalmente y con mucho cuidado.
5. Finalizado todo ellos, se procederá a medir el asentamiento del concreto.

**Peso Unitario ASTM C138 ó NTP 339.046**



Imagen 15: Peso del concreto con los adicionantes

Instrumento:

- Balanza
- Varilla lisa
- Comba
- Plancha.

Procedimiento:

1. Se procederá a vaciar tres capas, por cada capa se tendrá que apisonar 25 veces con la varilla y 15 golpes con la comba de goma en los laterales; se tendrá que evitar apisonar con la varilla el fondo.
2. Ya lleno el molde con concreto se tendrá que enrasar y pesar.

El peso unitario se calcula con la formula:

$$P.U = \frac{Pt - Pr}{Vr}$$

Donde:

Pt: P. del concreto + P del recipiente.

Pr: P del recipiente.

Vr: Vol. del recipiente

**Elaboración y curado de probetas cilíndricas**



*Imagen 16: Elaboración de las probetas llenadas.*

Para el ensayo a la compresión se tendrá que tener en cuenta la norma ASTM C 199 ó NTP 339.183

#### Instrumentos

- Molde cilíndrico de 150 mm x 300 mm
- Varilla lisa
- Comba de goma
- Plancha

#### Procedimiento

1. Tener en cuenta que los moldes deben estar en una superficie totalmente anivelada
2. Tendremos que humedecer la varilla lisa y la plancha
3. Se limpiarán y engrasar los moldes antes de vaciar el concreto
4. Llenar los moldes de concreto en tres capas de 1/3 de la altura total, en cada capa se tendrá que apisonar 25 veces y golpear 15 veces a los costados de la probeta.
5. Una vez ya llena la probeta se procederá a enrasar.

#### **Concreto endurecido**

**Resistencia a la compresión ASTM C 39 ó NTP 339.034**



*Imagen 17: Ensayo de resistencia a compresión con los adicionantes*

Equipo de ensayo:

- Máquina universal de ensayo a la compresión

Procedimiento:

1. Se procederá a hacer el ensayo una vez que el espécimen este seco.
2. Los especímenes se deben de ensayarse dentro del tiempos dados en la norma

EDADES	TOLERANCIA DE TIEMPO DE ENSAYO
24 hora	+ - 0.5 horas
3 días	2 horas
7 días	6 horas
28 días	20 horas

Fuente: NTP 339.034

3. La muestra se debe alinear al eje del bloque de empuje superior y verificar que la carga aplicada mostrada este en cero.
4. Aplicar la carga de manera gradualmente para evitar el impacto agresivo al espécimen.
5. Se procederá a anotar la lectura brindada por la máquina, en cuanto la muestra haya logrado su capacidad ultima o haya fallado.

6. Se tendrá que observar la muestra y identificar que tipo de falla presenta, la cual se ilustrará en la imagen.

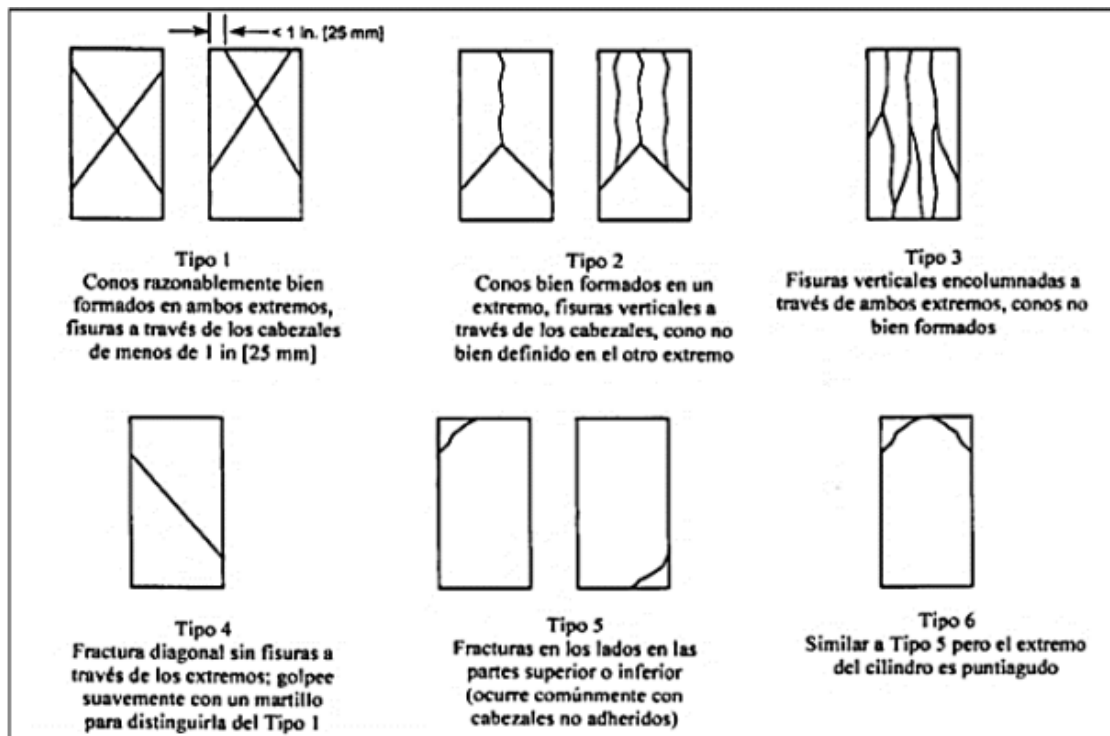


Imagen 18: Tipos de fallas

Fuente: NTP 339.094

Cálculo:

$$Re = \frac{Pe}{Ar}$$

Donde:

R: Resist a compresión

P: Máx. carga aplica

A: Área del espécimen en cm<sup>2</sup>

**Resistencia a la tracción indirecta NTP 339.084**



*Imagen 19: Ensayando los especímenes a tracción*

Este ensayo consiste exponer a compresión la nuestra de concreto endurecido, se aplica carga uniforme a lo largo del espécimen hasta lograr su máxima carga para la ruptura.

Instrumentos

- Máquina universal de ensayo a la tracción

Procedimiento

1. Se debe colocar el espécimen seco sobre la máquina de forma horizontal y verificar que la carga a aplicar se encuentre en 0.
2. Se debe aplicar la carga de forma uniforme a lo largo del espécimen hasta que este alcance la ruptura o falla.

Calculo

- Esfuerzo de tracción indirecta (T)

$$Rd = \frac{2(P)}{\pi Ld}$$

Donde:

- T: Resist a compresión diametral
- P: Max carga aplicada por la máquina en Kg

- L: long del espécimen
- d: Diámetro del espécimen en cm

### Resistencia a la flexión NTP 339.078



*Imagen 20: Ensayo de flexión de vigas*

Este ensayo se presenta como módulo de rotura ( $M_r$ ) en MPa, además representa aproximadamente entre un 10 a 20% de la resistencia a compresión.

#### Instrumento

- Máquina universal de ensayo a espécimen prismático

#### Procedimiento

1. Se tendrá que extraer la viga de la poza de cura y así dejarlo secar.
2. Las vigas se tendrán que centrar sobre la placa de apoyo, buscando así que los apoyos se encuentren exactamente a  $L/3$  de la longitud total.
3. Se aplicará la carga de forma continua y gradual hasta alcanzar el punto de ruptura, para luego tomar la lectura de la falla.

#### Calculo

- Relación de la carga ( $r$ )

$$r_e = \frac{Sbd^2}{Log}$$

Donde:

re: Relación de carga

S: Tasa de incremento de la tensión máxima en la cara de tracción en Mpa/min

b: Ancho promedio de la viga

L: Long del tramo

### **Eflorescencia - NTP 339.613**



#### **Instrumentos:**

- Bandeja plástica con tapa
- Regla metálica
- Guantes
- Agua destilada
- Horno

#### **Procedimientos**

1. Se debe seleccionar una muestra de 10 o 6 unidades para luego ser ensayadas, en este caso se seleccionó 6 unidades.
2. Se separo en una bandeja plástica en dos grupos de 3 para luego ser separados en intervalos de 5 cm.
3. En el otro grupo se colocan de manera similar en una bandeja para luego adicionarle agua destilada no más de 2.5cm de profundidad del agua.
4. Los dos grupos de muestras se trasladan a la cámara de humedad donde se mantendrán durante 7 días.
5. Para concluir se retiran las muestras de ladrillos de la cámara de humedad para dejarlos escurrir, para luego trasladarlo al horno donde permanecerán por 24 horas. Al concluir

se realizó una comparación entre los dos grupos de especímenes a una distancia de 3m, llegando a concluir si el espécimen era Eflorescente o no Eflorescente.

**Determinar la variación de longitud de morteros sometidos a soluciones sulfatadas – NTP 339.043**



*Figura 1: Elaboración de vigas y cubos.*

**Instrumentos y material**

- Equipo medidor de expansión
- Molde para vigas y cubos
- Tamices
- Recipiente de almacenaje de las barras
- Mezcladora
- Agua destilada
- Solución sulfatada

## Resultados

Se presentará los resultados obtenidos de los ensayos a los áridos tanto gruesos como finos, así mismo los datos de los ensayos realizados al concreto en estado fresco y endurecido de los muestrarios.

### *Resultados de los ensayos de agregados*

Dichos ensayos se desarrollaron según lo descrito anteriormente, donde se obtendrá la información precisa siguiendo el proceso para cada ensayo de los áridos a las cuales fueron realizados en la investigación.

### *Resultados del análisis granulométrico del árido fino y grueso*

#### *Análisis granulométrico del árido fino*

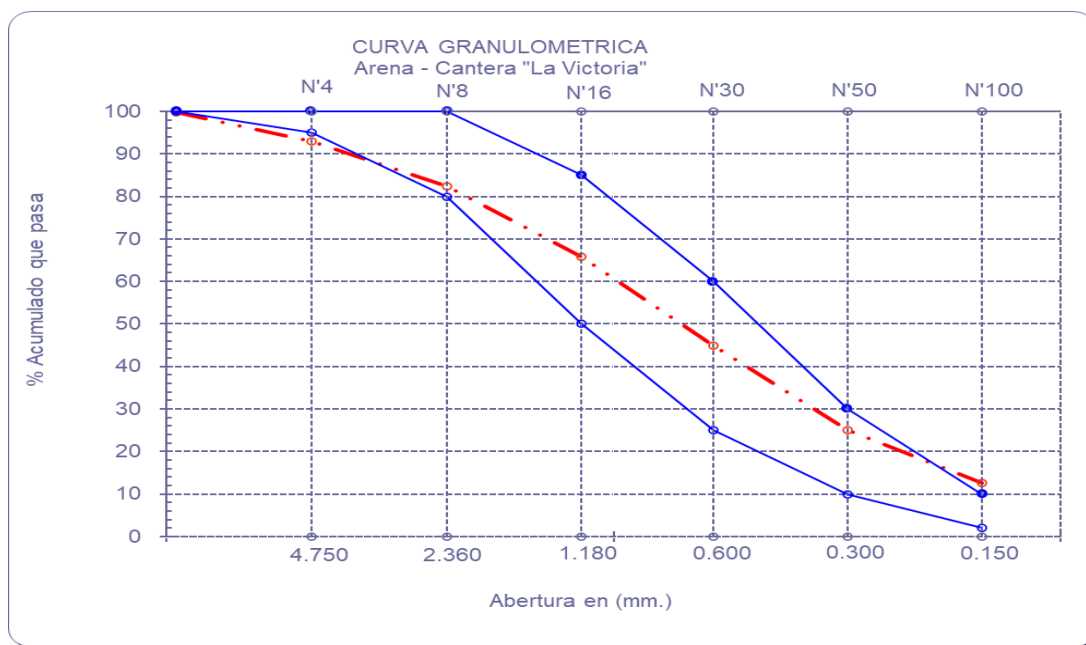
ENSAYO:	Análisis granulométrico del agregado fino
REFERENCIA:	NTP 400.012
Muestra:	Arena
Cantera:	La Victoria - Las canteras - Pátapo

Tabla 12: Análisis granulométrico del árido fino

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	1.92	0.3	0.3	99.7	100	100
Nº 04	4.750	42.34	6.8	7.1	92.9	95	100
Nº 08	2.360	66.42	10.6	17.7	82.3	80	100
Nº 16	1.180	103.61	16.6	34.3	65.7	50	85
Nº 30	0.600	130.51	20.9	55.1	44.9	25	60
Nº 50	0.300	123.54	19.8	74.9	25.1	10	30
Nº 100	0.150	78.7	12.6	87.5	12.5	2	10
Fondo		78.33	12.5	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.769			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Fuente: Laboratorio USAT

En la tabla mostrada anteriormente, se ilustra los pesajes no pasantes del árido fino que fue extraído de la cantera “La Victoria”, además el cálculo del porcentaje no pasante, porcentaje retenido acumulado y el porcentaje pasante en su totalidad por el cada tamiz. Los cuales se obtendrá un módulo de fineza de 2.769, Cumpliendo así con límites granulométricos establecidos en la NTP 400.012.



Fuente: Laboratorio USAT

Gráfico 1: Curva granulométrica del árido fino

CARACTERISTICAS	AGREGADO FINO
Peso Específico de Masa	2594.00 Kg/m <sup>3</sup>
% Absorción	0.0094
% Contenido de Humedad	1.18
Peso Unitario Compactado Seco	1585.00 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto Seco	1816.00Kg/m <sup>3</sup>
Módulo de Fineza	2.769

Tabla 13: Características del árido fino

Fuente: Propia

Se puede apreciar en la gráfica y en la tabla, la curva granulométrica y las características que presenta el árido fino. Para poder tener los resultados requeridos debemos seguir los procesos descritos en la norma de cada ensayo y así obtener una buena elaboración de concreto y con ello una buena trabajabilidad del mismo.

### *Análisis granulométrico del árido grueso*

ENSAYO:	Análisis granulométrico del agregado grueso
REFERENCIA:	NTP 400.012
Muestra:	Piedra
Cantera:	Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

*Tabla 14: Análisis granulométrico del árido grueso de la cantera Tres Tomas*

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)					USO 56	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	101.3	1.4	1.4	98.6	90.0	100.0
3/4"	19.00	2057.6	28.4	29.8	70.2	40.0	85.0
1/2"	12.70	4105.7	56.7	86.4	13.6	10.0	40.0
3/8"	9.52	411.6	5.7	92.1	7.9	0.0	15.0
Nº 04	4.75	347.6	4.8	96.9	3.1	0.0	5.0
Nº 08	2.36	80.1	1.1	98.0	2.0	0.0	0.0
Nº 16	1.19	10.0	0.1	98.2	1.8	0.0	0.0
Fondo		133	1.8	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			

Fuente: Laboratorio USAT

En la tabla se muestra, los pesajes retenidos del árido grueso que fue extraído de la cantera “Tres Tomas”, además el cálculo del porcentaje retenido, porcentaje retenido acumulado y el porcentaje pasante en su totalidad por el cada tamiz. Cumpliendo así con límites granulométricos establecidos en la NTP 400.012.

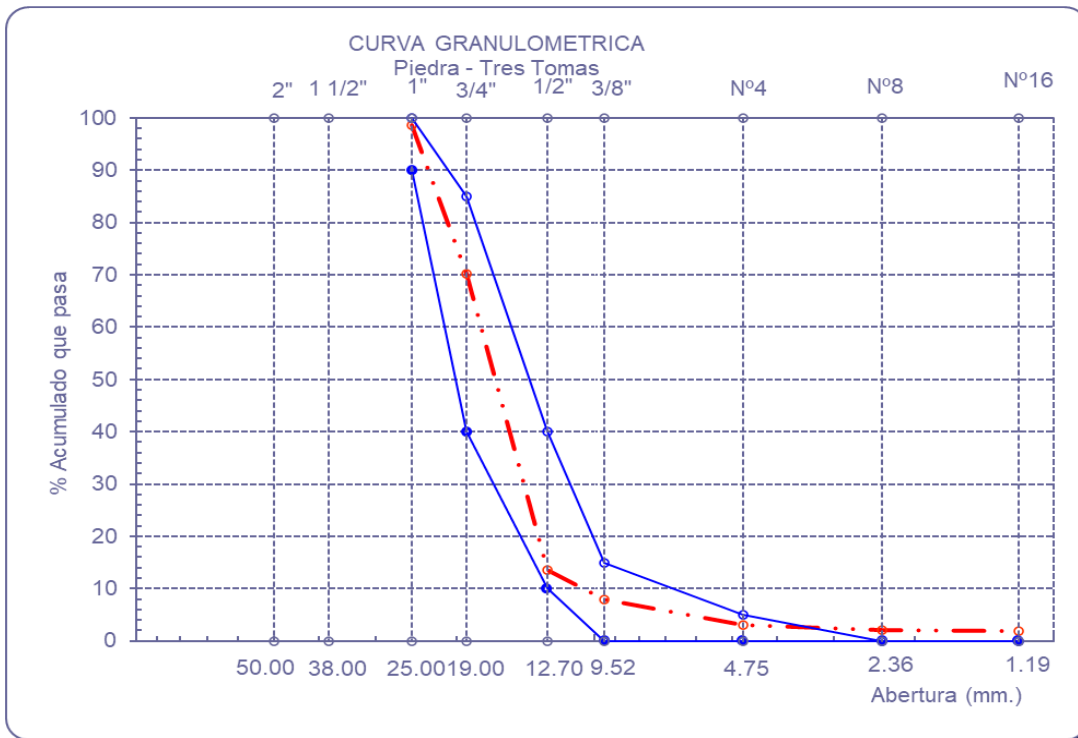


Gráfico 2: Curva granulométrica del árido grueso

Fuente: Laboratorio USAT

CARACTERISTICAS	AGREGADO GRUESO
Peso Específico de Masa	2717.00 Kg/m <sup>3</sup>
% Absorción	0.7
% Contenido de Humedad	0.28
Peso Unitario Compactado Seco	1597.00 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto Seco	1473.00Kg/m <sup>3</sup>

Tabla 15: Características del agregado grueso

Fuente: Propia

Se puede apreciar en la gráfica y en la tabla, la curva granulométrica y las características que presenta el árido grueso. Para poder tener los resultados requeridos debemos seguir los procedimientos descritos en la norma de cada ensayo y así obtener una buena elaboración de concreto y con ello una buena trabajabilidad del mismo.

### **Análisis granulométrico del confitillo**

ENSAYO:	Análisis granulométrico del confitillo
REFERENCIA:	NTP 400.012
Muestra:	Confitillo
Cantera:	Chancadora Piedra Azul

Tabla 16: Análisis granulométrico del confitillo

Malla		(%) Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)					
2"	50.00	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	100.0	0.0	100.0		
1"	25.00	100.0	0.0	100.0		
3/4"	19.00	100.0	0.0	100.0		
1/2"	12.70	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	100.0	0.0	100.0	85.0	100.0
1/4"	6.33	100.0	0.0	100.0		
Nº 04	4.75	75.4	0.0	100.0	10.0	30.0
Nº 08	2.36	27.9	0.0	100.0	0.0	10.0
Nº 16	1.19	4.4	0.0	100.0	0.0	5.0
Fondo		3.3	0.0	100.0		
Tamaño Maximo		0	25.00			
Tamaño Maximo Nominal		0	19.00			

Fuente:

En la tabla mostrada, se ilustra los pesos retenidos del confitillo que fue extraído de la chancadora “Piedra Azul”, además el cálculo del porcentaje retenido, porcentaje retenido acumulado y el porcentaje pasante en su totalidad por el cada tamiz. Cumpliendo así con límites granulométricos establecidos en la NTP 400.012

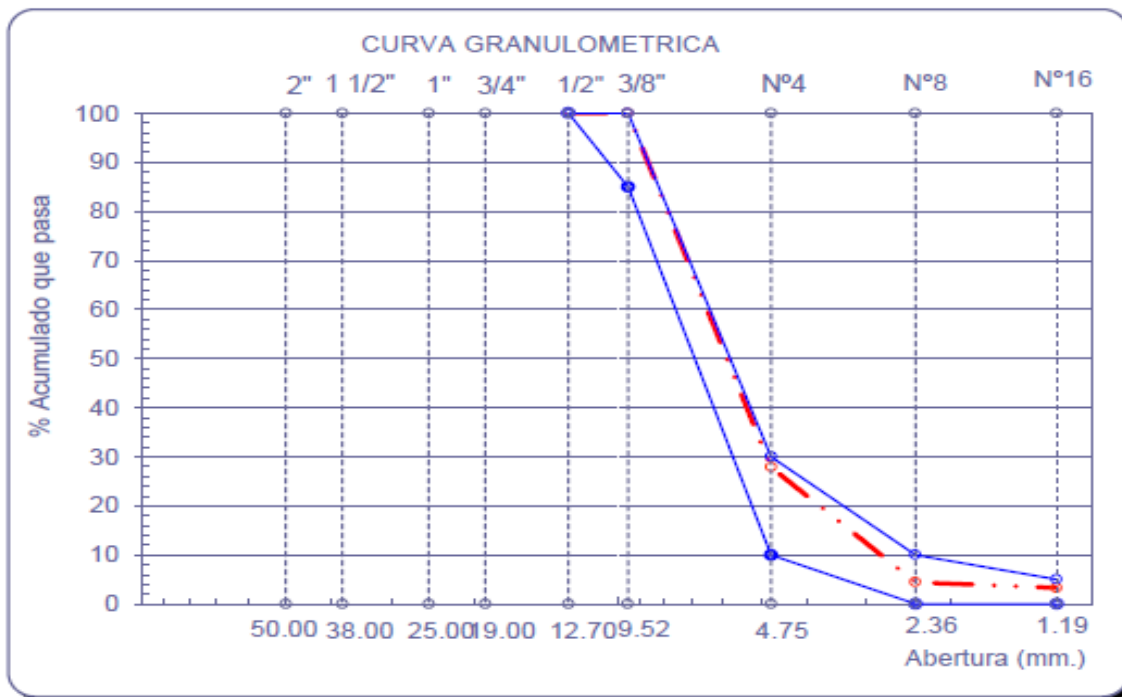


Tabla 17: Características del Confitillo

CARACTERISTICAS	AGREGADO - CONFITILLO
Peso Especifico de Masa	2347 Kg/m <sup>3</sup>
% Absorción	0.38
% Contenido de Humedad	0.4
Peso Unitario Compactado Seco	1493.2 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto Seco	1312.8 Kg/m <sup>3</sup>

Se puede apreciar en la gráfica y en la tabla, la curva granulométrica y las características que presenta el confitillo. Para poder tener los resultados requeridos debemos seguir los procedimientos descritos en la norma de cada ensayo y así obtener una buena elaboración de concreto y con ello una buena trabajabilidad del mismo.

### *Resultados de los ensayos del concreto en estado Fresco*

#### *Resultados del asentamiento del concreto*

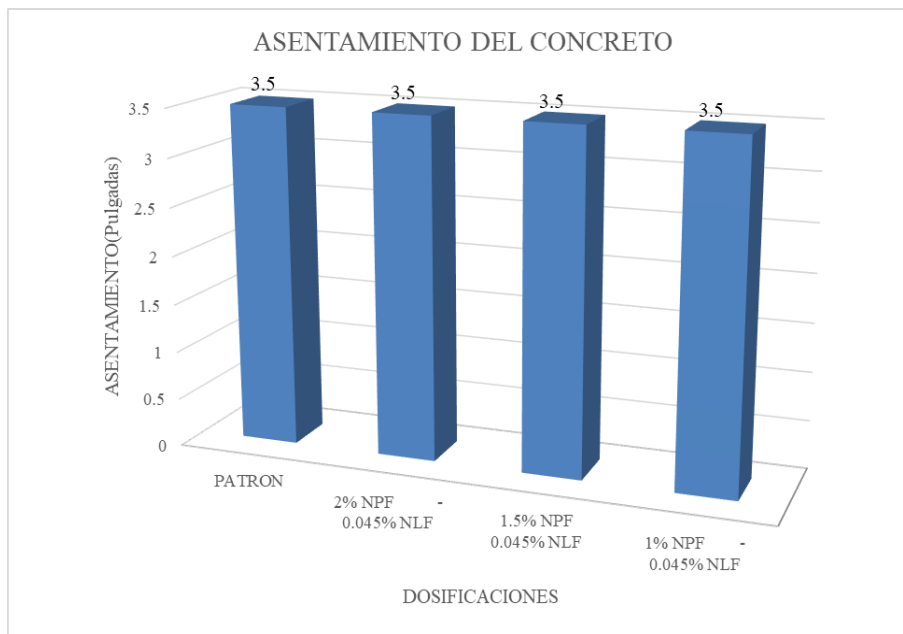
Según ACI 211.1 indica un asentamiento de 1" a 4" para vigas, por el cual se optó por un asentamiento de 3" a 4" para la presente investigación, con la finalidad de elaborar una mezcla plástica y trabajable.

Luego de comprobar el slump del concreto con las dosificaciones planteadas, se observó el comportamiento del concreto al adicionar el NLF y NPF. Donde nos arrojó que el slump de diseño se mantiene.

*Tabla 18: Asentamiento obtenido por contenido de agua*

DOSIFICACIÓN		SLUMP (pulgadas)
PATRON		3.5
2% NPF	0.045% NLF	3.5
1.5% NPF		3.5
1% NPF		3.5

Fuente: Propia



*Gráfico 3: Asentamiento de concreto*

Fuente: Gabinete

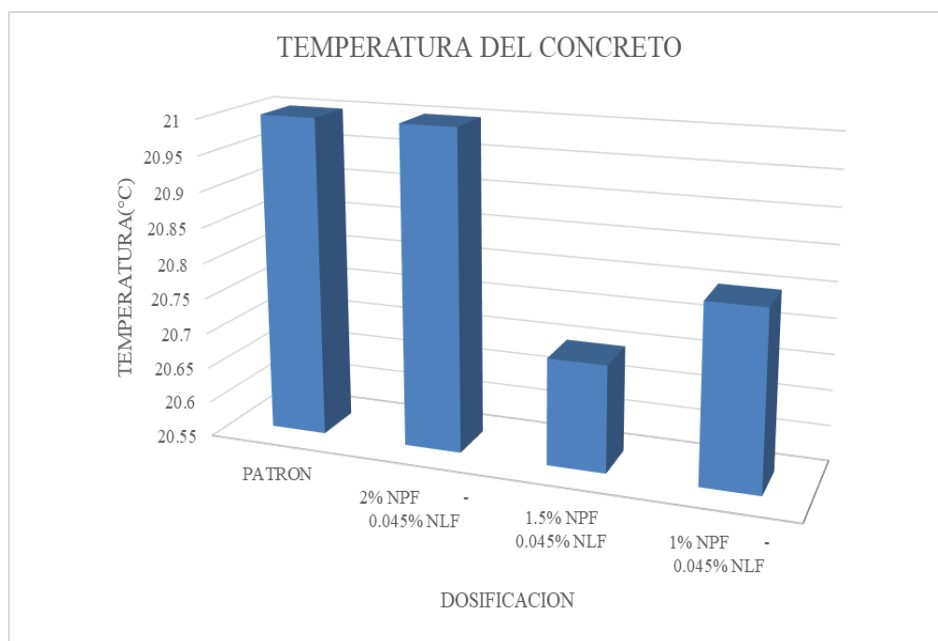
### **Resultados de la temperatura del concreto**

En cuanto se ejecutó el control de temperatura a todas las dosificaciones de concreto se observó que al adicionar el NPF al 1 y 1.5% la temperatura del concreto disminuye, pero al adicionar 2% NLF la temperatura del concreto se mantienen.

*Tabla 19: Control de Temperatura del concreto*

DOSIFICACIÓN		TEMPERATURA (°C)
PATRON		21
2% NPF		21
1.5% NPF	0.045% NLF	20.7
1% NPF		20.8

Fuente: Propia



*Gráfico 4: Control de Temperatura del concreto*

Fuente: Propia

### **Resultados del Peso Unitario del concreto**

Después de realizar el ensayo de peso unitario al hormigón adicionando el 1% NPF, 1.5%NPF, 2% NPF Y 0.045% NLF y compararlo con el concreto patrón se obtuvo lo siguiente.

Tabla 20: Peso Unitario del Concreto

DOSIFICACIÓN		PESO DEL CONCRETO + PESO DEL MOLDE (Kg)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO TEORICO (Kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN PRODUCIDO (m <sup>3</sup> )	FACTOR RENDIMIENTO
PATRON		12.90	2358.2	2362	1.002	1.002
0.045% NLF	2% NPF	12.904	2353.30	2362	1.004	1.004
	1.5% NPF	12.79	2336.72	2362	1.011	1.011
	1% NPF	12.9	2357.44	2362	1.002	1.002

Fuente: Propia

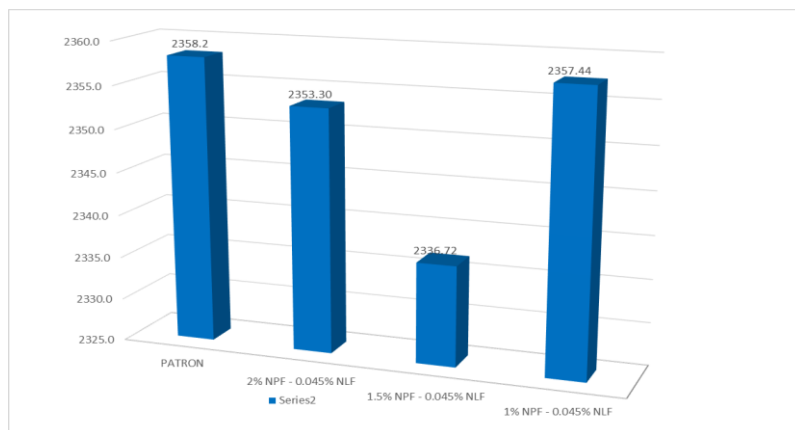


Gráfico 5: Peso Unitario del concreto con adiciones

Fuente: Propia

### Resultados del Tiempo de Fraguado del Concreto

Se realizó el ensayo de tiempo de fraguado del concreto con los adicionantes más óptimos 1.5%NPF + 0.045% NLF.

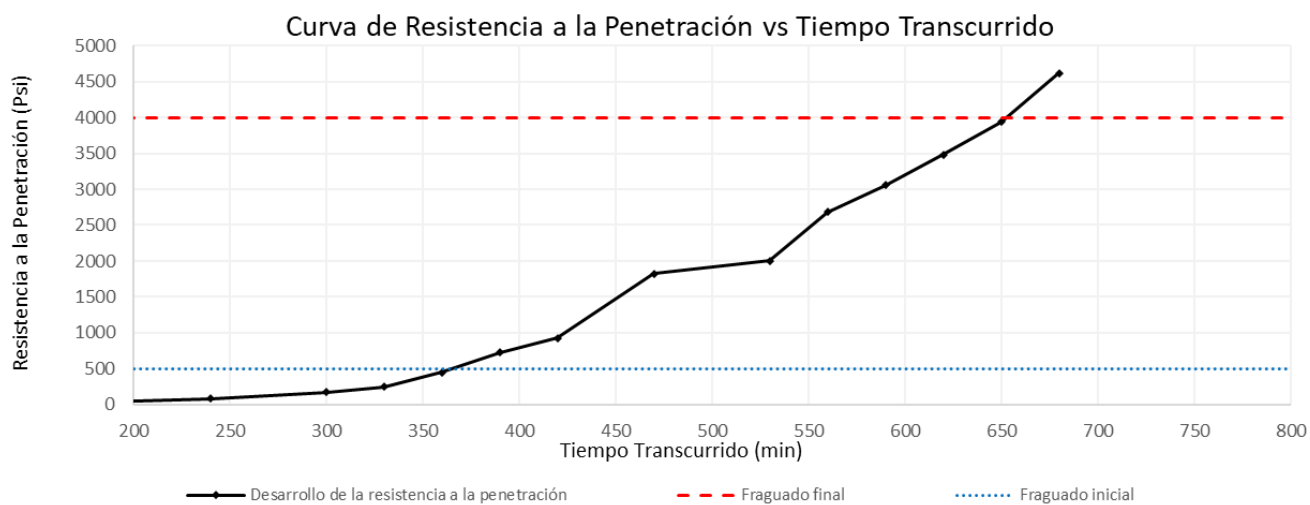


Gráfico 6: tiempo de fraguado del concreto patrón

Fuente: Gabinete

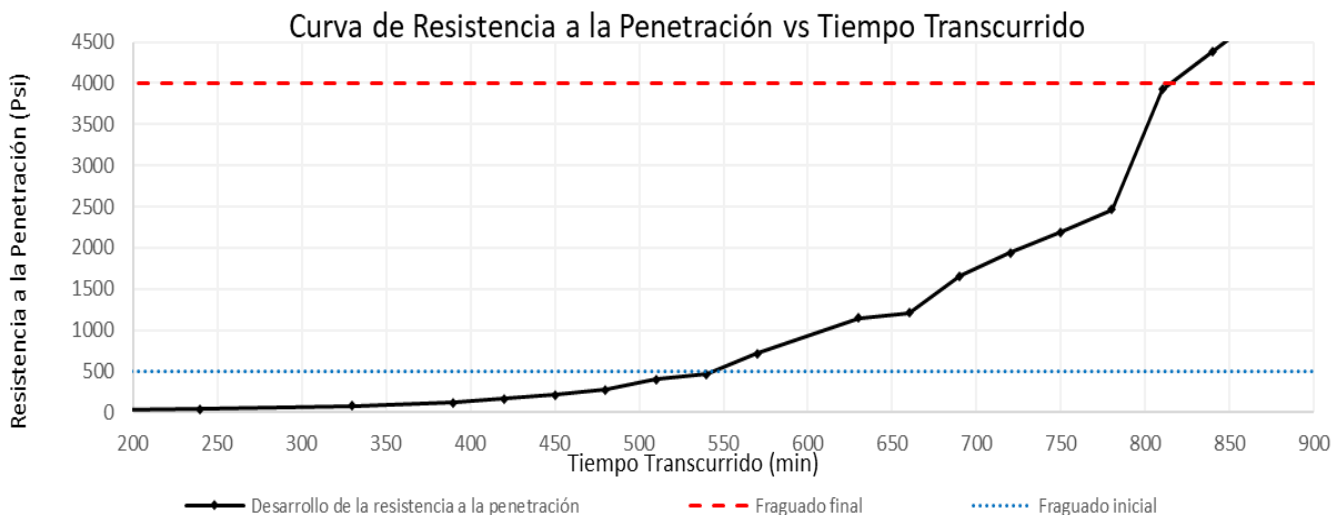


Gráfico 7: Tiempo de fraguado del concreto con 1.5%NPF más 0.045%NLF

Fuente: Propia

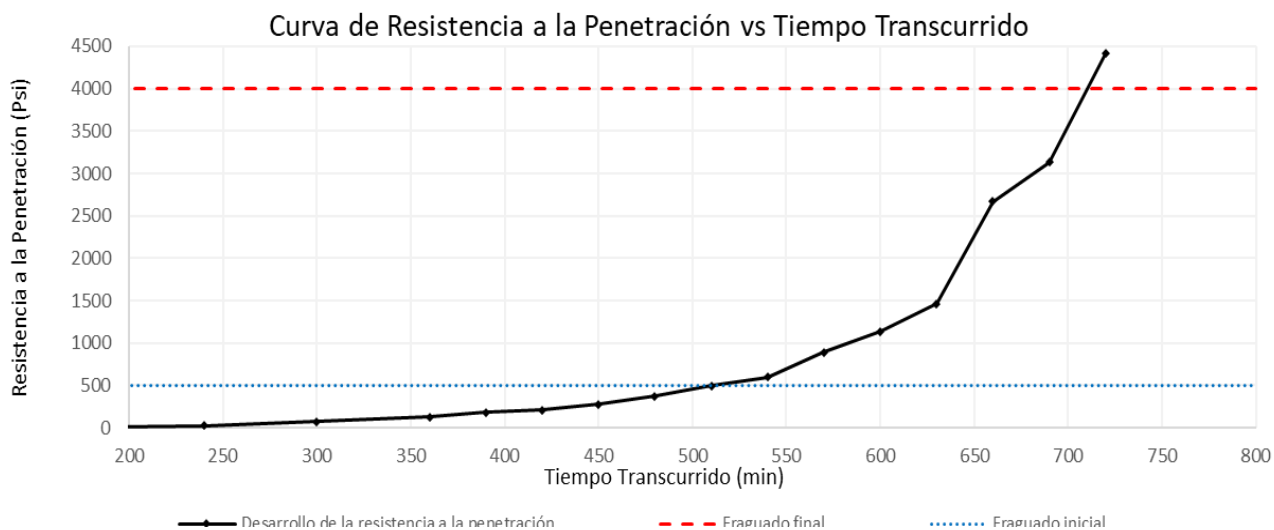


Gráfico 8: Tiempo de fraguado del concreto con 2%NPF más 0.045%NLF

Fuente: Propia

Tabla 21: Resultados de tiempo de fraguado

f <sub>c</sub> diseño 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Fragua Inicial ( minutos)	Fragua Final (minutos)	Tiempo de fraguado(minutos)
Patrón	390	680	290
1.5% NPF + 0.045% NLF	570	840	270
2% NPF + 0.045% NLF	540	720	180

Fuente: Propia

## Resultados de los ensayos del concreto en estado endurecido

### Resultados de resistencia a la compresión del concreto

Se presenta la tabla muestreada a continuación, las resistencias ganadas de las probetas patrón y las diferentes probetas con sus adiciones con la finalidad de garantizar la resistencia a compresión deseada a los 7, 14 y 28 días.

DOSIFICACIÓN		FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	CARGA(kg)	DIAMETRO(cm)	f <sub>c</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )	PROMEDIO f <sub>c</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )	PORCENTAJE DEL f <sub>c</sub> DEL DISEÑO(%)
PATRON		22/09/2022	29/09/2022	7	27520	15	155.73	160.09	76.23
		22/09/2022	29/09/2022	7	29060	15	164.45		
		22/09/2022	6/10/2022	14	36440	15	206.21	205.73	97.97
		22/09/2022	6/10/2022	14	36270	15	205.25		
		22/09/2022	20/10/2022	28	42290	15	239.31	240.64	114.59
		22/09/2022	20/10/2022	28	42760	15	241.97		
0.045% NLF	2% NPF	28/09/2022	5/10/2022	7	29170	15	165.07	158.84	75.64
	2% NPF	28/09/2022	5/10/2022	7	26970	15	152.62		
	2% NPF	28/09/2022	12/10/2022	14	32460	15	183.69	192.26	91.55
	2% NPF	28/09/2022	12/10/2022	14	35490	15	200.83		
	2% NPF	28/09/2022	26/10/2022	28	42000	15	237.67	235.07	111.94
	2% NPF	28/09/2022	26/10/2022	28	41080	15	232.46		
0.045% NLF	1.5% NPF	28/09/2022	5/10/2022	7	31170	15	176.39	177.63	84.59
	1.5% NPF	28/09/2022	5/10/2022	7	31610	15	178.88		
	1.5% NPF	28/09/2022	12/10/2022	14	32350	15	183.06	189.17	90.08
	1.5% NPF	28/09/2022	12/10/2022	14	34510	15	195.29		
	1.5% NPF	28/09/2022	26/10/2022	28	38210	15	216.22	211.22	100.58
	1.5% NPF	28/09/2022	26/10/2022	28	36440	15	206.21		
0.045% NLF	1% NPF	28/09/2022	5/10/2022	7	24440	15	138.30	147.70	70.33
	1% NPF	28/09/2022	5/10/2022	7	27760	15	157.09		
	1% NPF	28/09/2022	12/10/2022	14	28170	15	159.41	162.97	77.61
	1% NPF	28/09/2022	12/10/2022	14	29430	15	166.54		
	1% NPF	28/09/2022	26/10/2022	28	34040	15	192.63	187.19	89.14
	1% NPF	28/09/2022	26/10/2022	28	32120	15	181.76		

Tabla 22: Resultados obtenidos de los ensayos a compresión de las diferentes dosificaciones

Fuente: Gabinete

### Resistencia a la compresión a los 7 días

7 DÍAS		
DOSIFICACIÓN	PROMEDIO f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE DEL f <sub>c</sub> DEL
PATRON	160.09	76.23
2% NPF	158.84	75.64
1.5% NPF	177.63	84.59
1% NPF	147.70	70.33

Tabla 23: Datos obtenidos de los ensayos a compresión a la edad 7 días de las diferentes dosificaciones

Fuente: Gabinete

En la tabla mostrada se puede apreciar la resistencia inicial alta, debido a que se utilizó un cemento Portland Tipo I, por el cual tenemos que nuestro concreto patrón alcanzó el 76.23%

de la resistencia de diseño. También podemos observar que al adicionar el 1.5% NPF Y 0.045%NLF aumenta la resistencia inicial con respecto al concreto patrón.

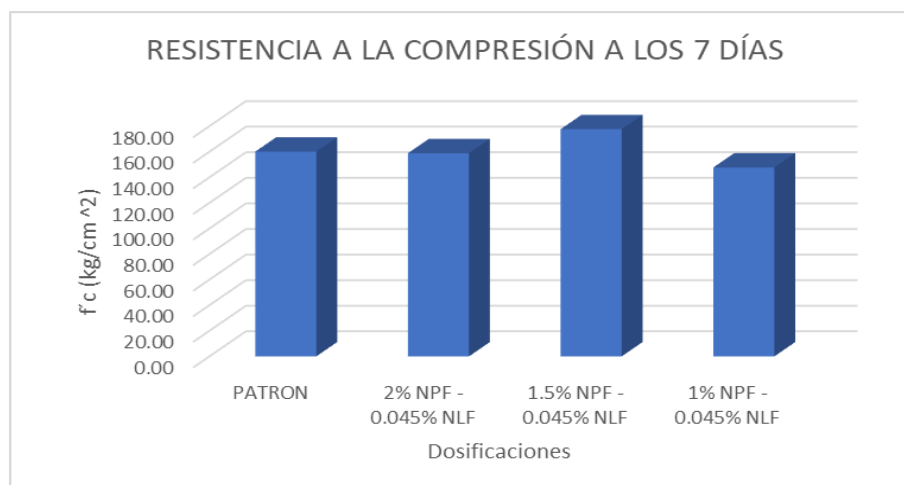


Gráfico 9: Datos obtenidos de los ensayos a compresión a la edad de 7 días de las diferentes dosificaciones

Fuente: Propia

#### Resistencia a la compresión a los 14 días

DOSIFICACIÓN	14 DÍAS	
	PROMEDIO f <sub>c</sub> (K.g/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE DEL f <sub>c</sub> DEL
PATRON	205.73	97.97
2% NPF	192.26	91.55
1.5% NPF	189.17	90.08
1% NPF	162.97	77.61

Tabla 24: Datos obtenidos de los ensayos a compresión a la edad de 14 días de las diferentes dosificaciones

Fuente: Gabinete

La tabla mostrada anteriormente se puede observar que las dosificaciones de concreto con las adiciones de 1.5% Y 2% de NPF con 0.045% NLF alcanzaron el 90.08% y 91.55% de la resistencia a compresión junto con el concreto patrón con 97.97%, por el cual estas dosificaciones estarían cumpliendo con el límite que debe de alcanzar el concreto a los 14 días, Por otro lado, la dosificación de 1% NPF con 0.045% NLF no alcanza el límite que debe tener el concreto a los 14 días.

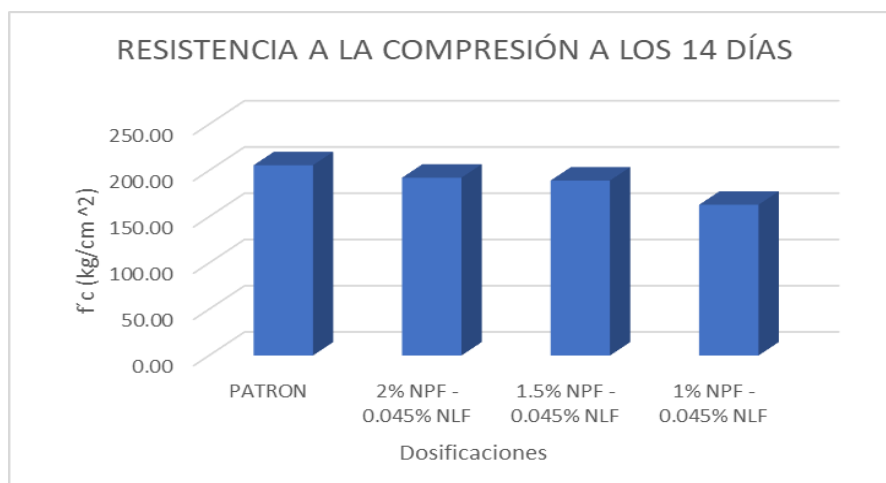


Gráfico 10: Datos obtenidos de los ensayos a la edad de 14 días de las diferentes dosificaciones

Fuente: Propia

#### Resistencia a la compresión a los 28 días

DOSIFICACIÓN	28 DÍAS	
	PROMEDIO f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE DEL f <sub>c</sub> DEL DISEÑO(%)
PATRON	240.64	114.59
2% NPF	235.07	111.94
1.5% NPF	211.22	100.58
1% NPF	187.19	89.14

Tabla 25: Datos obtenidos de los ensayos a compresión a la edad de 28 días de las diferentes dosificaciones

Fuente: Propia

En la tabla presentada se puede apreciar los resultados finales de la resistencia a la compresión a la edad de 28 días en donde el objetivo es alcanzar la resistencia de diseño planteado. La dosificación que se adiciono en un 2% NPF + 0.045% NLF supera la resistencia de diseño en un 12%, la dosificación que se adiciono en un 1.5% NPF + 0.045% NLF supera la resistencia de diseño en un 0.6%, Donde la dosificación de 1% NPF + 0.045% NLF se quedó al límite de alcanzar la resistencia de diseño en un 11%.

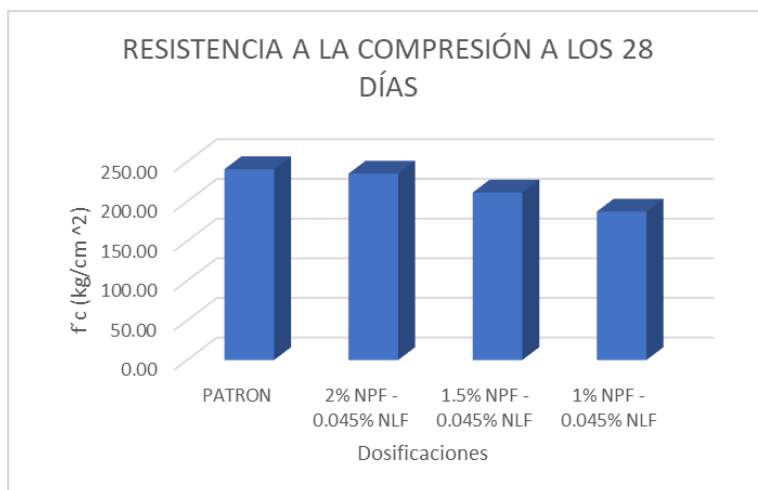


Gráfico 11: Datos obtenidos de los ensayos a compresión a la edad de 28 días de las diferentes dosificaciones.

Fuente: Propia

### Resultados de resistencia a la flexión del concreto

En la siguiente tabla se ilustrará los resultados de los ensayos de resistencia a flexión del concreto a los 28 días de edad en las diferentes dosificaciones.

DOSIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	CARGA(kg)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	LUZ(cm)	MODULO DE ROTURA(Kg/m <sup>2</sup> )		
PATRON	29/09/2022	27/10/2022	28	3110	15.1	15.1	50	45.16	46.45	
	29/09/2022	27/10/2022	28	3330	15.3	15.1	50	47.73		
0.045 % NLF	2 % NPF	29/09/2022	27/10/2022	28	3080	15.4	15.6	50	41.09	40.58
	2 % NPF	29/09/2022	27/10/2022	28	2870	15.1	15.4	50	40.07	
	1.5 % NPF	28/09/2022	26/10/2022	28	2660	15.1	15.3	50	37.63	38.18
	1.5 % NPF	28/09/2022	26/10/2022	28	2810	15.1	15.5	50	38.73	
	1 % NPF	28/09/2022	26/10/2022	28	2520	15.1	15.4	50	35.18	36.01
	1 % NPF	28/09/2022	26/10/2022	28	2570	15.1	15.2	50	36.83	

Tabla 26: Datos de los ensayos a flexión de las diferentes dosificaciones

Fuente: Propia

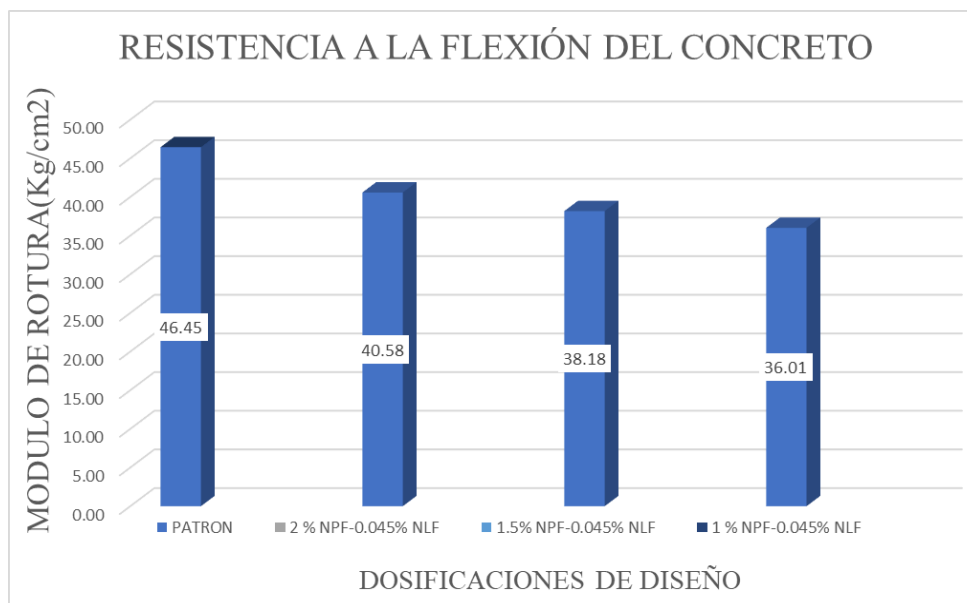


Gráfico 12: Datos de los ensayos a la flexión de las diferentes dosificaciones

Fuente: Gabinete

En el grafico anterior se puede apreciar que el porcentaje más óptimo de adición es el 2% de NPF + 0.045% de NLF.

### **Resultados de resistencia a la tracción indirecta del concreto**

En la siguiente tabla se ilustrará los resultados de los ensayos de resistencia a la tracción indirecta del concreto a los 28 días de edad en las diferentes dosificaciones.

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d)	Altura (h)	Carga (P) (Kg)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	
CP-01	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup>	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	15100	21.4	21.4
CP-02	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup>	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	15130	21.4	
CP-03	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% NPF + 0.045% NLF	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	11800	16.7	16.2
CP-04	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% NPF + 0.045% NLF	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	11040	15.6	
CP-05	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1.5% NPF + 0.045% NLF	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	14210	20.1	20.0
CP-06	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1.5% NPF + 0.045% NLF	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	14050	19.9	
CP-07	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% NPF + 0.045% NLF	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	17080	24.2	24.1
CP-08	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% NPF + 0.045% NLF	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	17010	24.1	

Tabla 27: Datos de los ensayos a la tracción indirecta de las diferentes dosificaciones

Fuente: Propia

Se puede apreciar la resistencia de la dosificación de 2% de NPF + 0.045% de NLF aumenta con respecto al concreto patrón, en cuanto a las otras dosificaciones disminuye en cuanto al concreto patrón.

### Resultados del ensayo a Eflorescencia

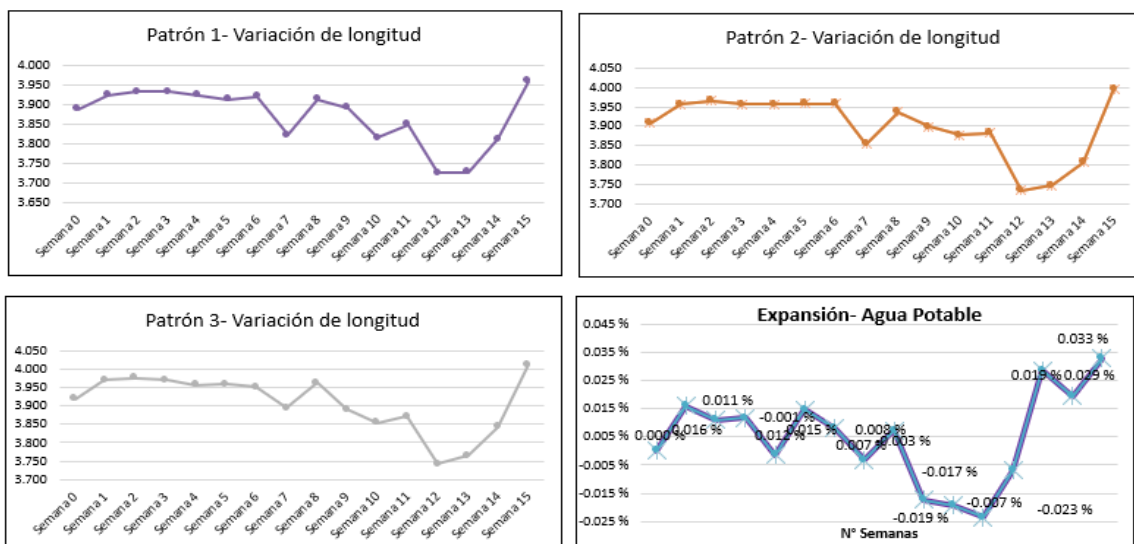
Este ensayo se elaboró bajo las condiciones de la NTP 399.613, los resultados se observaron pasando los 7 días bajo la cámara humedad y 1 día expuesto al horno, cabe resaltar que los especímenes presentados en la tabla no presentaron eflorescencia según el reconocimiento visual.

Muestra	Observación Final
Ladrillo Patrón	sin presencia de Eflorescencia
Ladrillo con 2% NPF + 0.045% NLF	sin presencia de Eflorescencia
Ladrillo con 1.5% NPF + 0.045% NLF	sin presencia de Eflorescencia
Ladrillo con 1% NPF + 0.045% NLF	sin presencia de Eflorescencia

Tabla 28: Tabla de muestras de eflorescencias

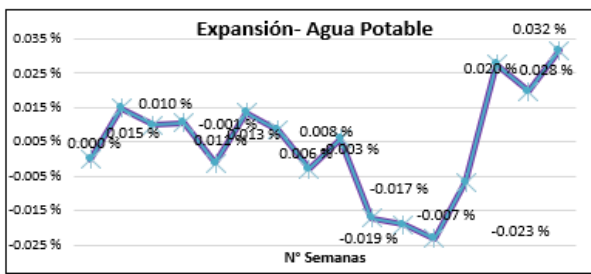
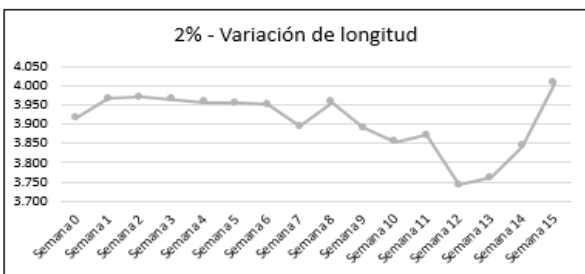
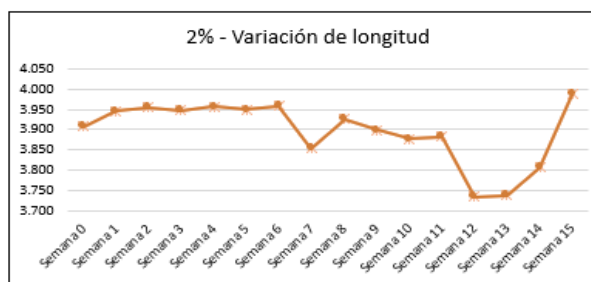
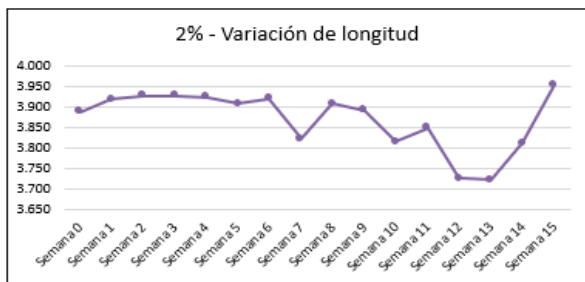
### Resultados de la durabilidad por soluciones sulfatadas

#### Variación Patrón



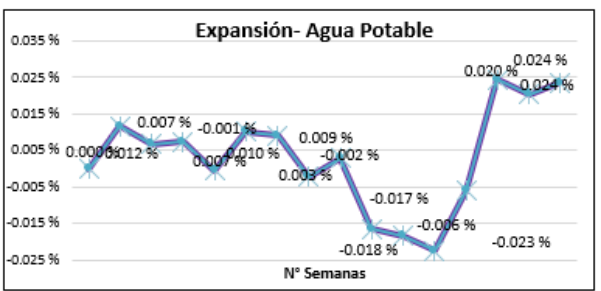
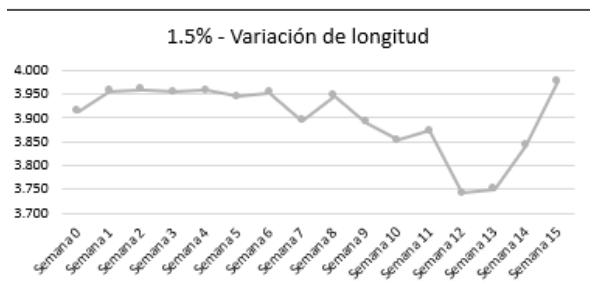
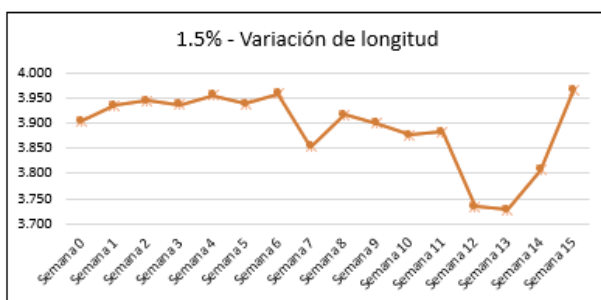
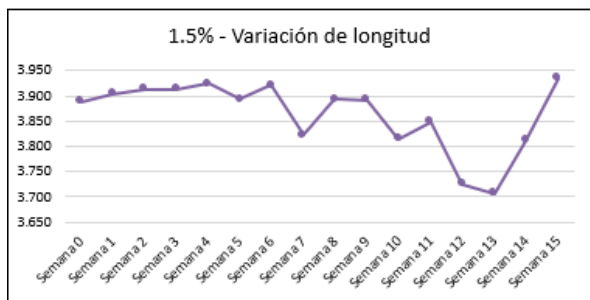
Fuente: Gabinete

Variación 2%



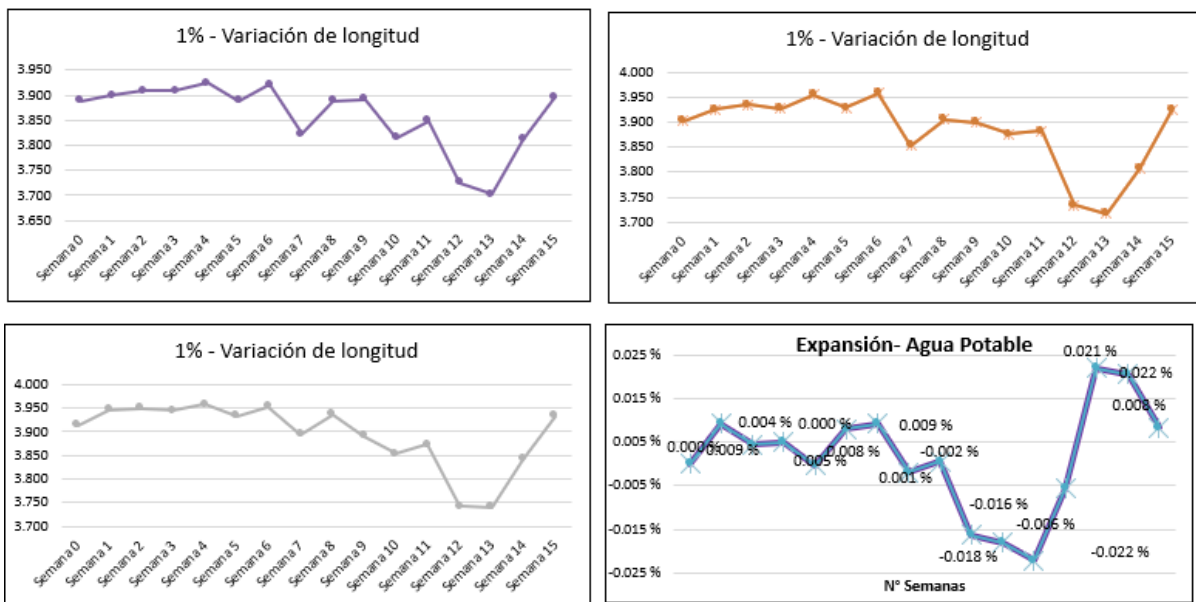
Fuente: Gabinete

Variación 1.5%



Fuente: Gabinete

**Variación 1 %**



Fuente: Gabinete

En los gráficos mostrados se presenta los resultados obtenidos del ensayo de durabilidad por exposición a soluciones sulfatadas. Cabe resaltar, que nuestro concreto sí presenta resistencia por durabilidad, ya que se encuentra dentro de los estándares proporcionados en la NTP

**Resultados de una evaluación económica**

**C.U de concreto patrón**

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO						
PARTIDA N: CONCRETO PATRÓN- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$						
RENDIMIENTO $\text{m}^3/\text{da}$						TOTAL: 47305
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>						
Cemento Portland Tipo I	bs		8.70	30.7	267.09	
Árido Fino	m <sup>3</sup>		0.30	65.0	19.37	
Árido Grueso	m <sup>3</sup>		0.37	75.0	27.53	
Agua para obra	m <sup>3</sup>		0.21	60	12.4	
<b>COSTO DE MATERIALES /</b>						<b>35.23</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
PEÓN	Hh	1	2.67	18.68	49.81	
OPERADOR DE EQUIPO MANO	Hh	1	2.67	27.8	72.35	
<b>COSTO DE MANO DE OBRA /</b>						<b>122.16</b>
<b>MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%MO		3%	122.16	3.66	
MEZCLADORA DE CONCRETO TIPO 3	hm	1	2.667	12.00	32.00	
<b>COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS /</b>						<b>35.66</b>

Fuente: Gabinete

## C.U del concreto con 2% de NPF + 0.045% de NLF

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO						
PARTIDA N: CONCRETO CON 2% NPF + 0.045% NLF - fc = 20 kg/cm <sup>2</sup>						TOTAL: 587.47
RENDIMIENTO m <sup>3</sup> /da						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>						
Cemento Portland Tipo I	lbs		8.70	30.7	267.09	
Árido Fino	m <sup>3</sup>		0.30	65.0	19.37	
Árido Grueso	m <sup>3</sup>		0.37	75.0	27.53	
Agua para obra	m <sup>3</sup>		0.21	16	0.33	
Nano Powder Formulatio (NPF)	Kg		738	5.5	40.59	
Nano Liquid Formulatio (NLF)	Lts		4822	15.5	74.741	
<b>COSTO DE MATERIALES \$/</b>						<b>429.65</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
PEÓN	lh	1	2.67	18.68	49.81	
OPERADOR DE EQUIPO MANO	lh	1	2.67	27.35	72.35	
<b>COSTO DE MANO DE OBRA \$/</b>						<b>122.16</b>
<b>MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%MD		3%	122.16	3.66	
MEZCLADORA DE CONCRETO TIPO 3	hm	1	2.667	12.00	32.00	
<b>COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS \$/</b>						<b>35.66</b>

Fuente: Gabinete

## C.U del concreto con 1.5% de NPF + 0.045% de NLF

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO						
PARTIDA N: CONCRETO CON 1.5% NPF + 0.045% NLF - fc = 20 kg/cm <sup>2</sup>						TOTAL: 577.35
RENDIMIENTO m <sup>3</sup> /da						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>						
Cemento Portland Tipo I	lbs		8.70	30.7	267.09	
Árido Fino	m <sup>3</sup>		0.30	65.0	19.37	
Árido Grueso	m <sup>3</sup>		0.37	75.0	27.53	
Agua para obra	m <sup>3</sup>		0.21	16	0.33	
Nano Powder Formulatio (NPF)	Kg		554	5.5	30.47	
Nano Liquid Formulatio (NLF)	Lts		4822	15.5	74.741	
<b>COSTO DE MATERIALES \$/</b>						<b>495.3</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
PEÓN	lh	1	2.67	18.68	49.81	
OPERADOR DE EQUIPO MANO	lh	1	2.67	27.35	72.35	
<b>COSTO DE MANO DE OBRA \$/</b>						<b>122.16</b>
<b>MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%MD		3%	122.16	3.66	
MEZCLADORA DE CONCRETO TIPO 3	hm	1	2.667	12.00	32.00	
<b>COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS \$/</b>						<b>35.66</b>

Fuente: Gabinete

### C.U del concreto con 1% de NPF + 0.045% de NLF

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO						
<b>PARTIDAN:</b> CONCRETO CON 1% NPF + 0.045% NLF - $f_c = 20 \text{ kg/cm}^2$						
<b>RENDIMIENTO</b> $\text{m}^3/\text{da}$						<b>TOTAL:</b> 567.8
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>						
Cemento Portland Tipo I	bs		8.70	30.7	267.09	
Árido Fino	nº		0.30	65.0	19.37	
Árido Grueso	nº		0.37	75.0	27.53	
Agua para obra	nº		0.21	16	0.33	
Nano Powder Formulatio (NPF)	Kg		3.69	5.5	20.30	
Nano Liquid Formulatio (NLF)	Lts		4822	6.5	74.741	
<b>COSTO DE MATERIALES S/</b>						<b>409.35</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
PEÓN	h	1	267	8.68	49.81	
OPERADOR DE EQUIPO MANO	h	1	267	27.8	72.35	
<b>COSTO DE MANO DE OBRAS S/</b>						<b>122.6</b>
<b>MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%MD		3%	122.6	3.66	
MEZCLADORA DE CONCRETO TIPO B	hm	1	2.667	12.00	32.00	
<b>COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/</b>						<b>35.66</b>

Fuente: Gabinete

Se presenta los costos unitarios por  $\text{m}^3$  de concreto, para el concreto patrón, para la dosificación de 1% NPF más 0.045% NLF, 1.5% NPF más 0.045% NLF y 2% NPF más 0.045% NLF, las cuales son S/ 473.05, S/ 567.18, S/ 577.35 y S/ 587.47, respectivamente.

En cuanto a los costos unitarios desarrollados, podemos mencionar que la dosificación de 2% de NPF más 0.045% de NLF presenta un aumento de precio por  $\text{m}^3$  de S/ 114.42 con respecto al concreto patrón.

### Discusión

Con respecto a la obtención de resultados en los ensayos descriptos anteriormente, se puede precisar que el slump no presenta variación con respecto a la dosificación planteadas.

Con lo mencionado a la resistencia a compresión del concreto a los 28 días de edad al adicionar 2% NPF + 0.045% NLF y 1.5% NPF + 0.045% NLF supera en un 12% y 0.6% a la resistencia de diseño, por otro lado, si se disminuye la dosificación a 1% NPF + 0.045% NLF no logra alcanzar la resistencia de diseño. Así mismo la dosificación más óptima para la mezcla fue 2% NPF + 0.045% NLF en cuanto al ensayo de flexión. Cabe mencionar que la dosificación 2%

NPF + 0.045% NLF supera al concreto patrón en cuanto al ensayo resistencia de tracción indirecta.

Para el ensayo a Eflorescencia lo adaptamos apoyándonos de la norma NTP 339.613 la cual nos permite elaborar testigos de ladrillo, haciendo uso de agregados como el confitillo adicionándole el sistema soil nano stabilisation, al cual se realizaron sus ensayos granulométricos, teniendo como resultados las características del confitillo presentadas en la tabla 17, asimismo se obtuvo que los testigos de ladrillo no presentaron eflorescencia.

## Conclusiones

- Luego, de los datos determinados, se puede afirmar que las propiedades físicas de los áridos dieron valores satisfactorios para la elaboración del diseño de mezcla.
- Por lo tanto, la trabajabilidad, en cuanto a los resultados determinados en laboratorio del slump, se afirma que al adicionarle las dosificaciones de NPF más NLF, presentadas no variaciones en cuanto a la trabajabilidad del concreto.
- En cuanto al control de temperatura, en base a los resultados hallados en laboratorio, se deduce que el concreto presenta una pequeña variación de temperatura al adicionarle las dosificaciones de 1.5% y 1 %.
- Asimismo, las cantidades de material por m<sup>3</sup> del diseño patrón es 369 Kg/m<sup>3</sup> de cemento, 207 Lt de agua, 764Kg/m<sup>3</sup> de árido fino y de 998 Kg/m<sup>3</sup> de árido grueso, por otro lado, las cantidades de material por m<sup>3</sup> del diseño de la dosificación de 2% es 369 Kg/m<sup>3</sup> de cemento, 207 Lt de agua, 764Kg/m<sup>3</sup> de árido fino y de 998 Kg/m<sup>3</sup> de árido grueso, 4.82 Lt de NLF y 7.38 Kg/m<sup>3</sup> de NPF.
- Como resultado del ensayo de resistencia a compresión del concreto a los 28 días, se obtuvo resistencias para la muestra patrón, 2% NPF más 0.045% NLF, 1.5% NPF más 0.045% NLF y 1% NPF más 0.045% NLF, son de 240 Kg/cm<sup>2</sup>, 235.07 Kg/cm<sup>2</sup>, 211.22 Kg/cm<sup>2</sup> y 187.19 Kg/cm<sup>2</sup>. Entonces podemos afirmar que al disminuir la dosificación la resistencia a compresión no alcanzaría los límites especificados en la norma técnica.
- Como resultado del ensayo de resistencia a flexión del concreto a los 28 días, se obtuvo resultados para la muestra patrón, 2% NPF más 0.045% NLF, 1.5% NPF más 0.045% NLF y 1% NPF más 0.045% NLF, son de 45.86 Kg/cm<sup>2</sup>, 39.39 Kg/cm<sup>2</sup>, 38.34 Kg/cm<sup>2</sup> y 35.78 Kg/cm<sup>2</sup>. Entonces podemos afirmar que al

disminuir la dosificación la resistencia a compresión no alcanzaría los límites especificados en la norma técnica.

- Como resultado del ensayo de resistencia a tracción del concreto a los 28 días, se obtuvo resultados para la muestra patrón, 2% NPF más 0.045% NLF, 1.5% NPF más 0.045% NLF y 1% NPF más 0.045% NLF, son de 21.4 Kg/cm<sup>2</sup>, 24.1 Kg/cm<sup>2</sup>, 20.0 Kg/cm<sup>2</sup> y 16.2 Kg/cm<sup>2</sup>. Entonces podemos afirmar que al disminuir la dosificación la resistencia a compresión no alcanzaría los límites especificados en la norma técnica.
- Por lo tanto, podemos concluir, con respecto a la evaluación económica del concreto patrón y la dosificación de 2% NPF más 0.045% NLF, presenta un aumento de S/114.42, el cual, no es rentable económicamente.
- Podemos concluir, con respecto al ensayo de durabilidad por exposición a soluciones sulfatadas, ya que nos arroja porcentajes como 0.033%, 0.031%, 0.024% y 0.021%, respectivamente para el patrón, 2%NPF, 1.5% NPF y 1%NPF.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda tener en consideración un buen curado de concreto, las cuales fueron aplicadas en la presente investigación, ya que este control de calidad aporta resistencia al concreto.
- Como segunda recomendación, se debe tener en cuenta una selección adecuada de los agregados a utilizarse para la elaboración de concreto, también someterlos a ensayos para así tener conocimiento de sus propiedades físicas, ya que con estos se obtendrá resultados satisfactorios.
- Se recomienda, no disminuir menos del 1.5% de NPF más 0.045%, ya que, teniendo en cuenta que a partir del 1% las resistencias disminuyen y no logran alcanzar los límites establecidos en la norma.
- Se recomienda realizar estudios químicos al sistema soil nano stabilisation con uso al concreto estructural, para conocer las reacciones que pueda sufrir al momento de su elaboración.

### **Referencias**

- [1] D. C. Figueroa Orjuela y B. L. Sebastian, *Evaluación y diagnóstico de la resistencia a compresión y a flexión del concreto simple después de expuesto a 450°C*, 2018.
- [2] M. Santos, D. Sornoza, B. Hidalgo, Y. Mieles y S. Alcivar, «Patologías Estructurales de Losas de Entrepiso,» *Rev. Int. Ing. Estructuras*, vol. 26, n° 4, pp. 746-760, 2021.
- [3] L. W. Morales, J. L. Santamaria, W. Caicedo y F. Tipán, «Hormigón Estructural de Baja Densidad para Edificaciones,» *Rev. Ingenio*, vol. 2, n° 2, pp. 58-70, 2019.
- [4] R. S. Agila Gómez, *Determinación y prevención de los niveles de eflorescencia primaria por uso del mortero en las paredes de ladrillo en el barrio Cuba al sur de la ciudad de Guayaquil*, U. d. Guayaquil, Ed., 2017.
- [5] La Hora, «La Hora,» 10 junio 2022. [En línea]. Available: <https://www.lahora.com.ec/pais/15-millones-de-ecuatorianos-viven-hacinados-y-en-casas-autoconstruidas/>. [Último acceso: 05 julio 2022].
- [6] R. G. Solís Caracaño y M. A. Alcocer Fraga, «Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción,» *Ing. Investig. y Tecnol.*, vol. 20, n° 4, pp. 1-13, 2019.
- [7] M. Ramírez, «Tecnológico de Monterrey,» 15 abril 2020. [En línea]. Available: <https://transferencia.tec.mx/2020/04/15/investigadores-estudian-la-durabilidad-del-concreto-en-mexico/>. [Último acceso: 05 julio 2022].
- [8] A. Ramírez Cortéz, *Evaluación de patologías y desempeño estructural en viviendas afectadas por el fenómeno de subsidencia en la localidad de Jocotepec, Jalisco, México*, Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2015.
- [9] R. A. González, E. A. Villa Plazas y C. A. Ríos Reyes, «Evaluación de agregados de anfibolita y pegmatita para la elaboración de concretos,» *Rev. Colomb. Mater.*, vol. 14, pp. 17-39, 2019.
- [10] M. E. Rollano Quintana, «Influencia de corrosión del acero bajo los elementos de hormigón armado con adiciones anticongelantes,» *Rev. Ing.*, vol. 3, n° 6, pp. 127-148, 2019.
- [11] J. E. Ayala López, E. Gil Ahumada, R. D. Cornejo Ramos y S. P. Muñoz Pérez, «Methodologies to Produce Pervious Concrete Partially Using Recycled Materials as Aggregates: A Literature Review,» *Welcome to TecnoLógicas*, vol. 25, n° 53, p. e2080, 2022.
- [12] P. R. Rojas Calderón, *Evaluación de patologías en paredes de mampostería antes y después de adicionar diatomita al mortero, Villa María del Triunfo 2019*, Universidad César Vallejo, 2020.
- [13] M. Pérez y J. Paredes, *Análisis de patologías y su relación con la calidad de las edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín - 2019*, Tarapoto, 2019.
- [14] Andina, «andina,» 2019. [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-ministerio-vivienda-sector-construccion-crecera-alrededor-6-2019-741696.aspx>.
- [15] RPP, «RPP Noticias,» Economía, 2021. [En línea]. Available: [https://rpp.pe/economia/economia/el-80-de-las-viviendas-en-el-peru-son-informales-y-serian-vulnerables-ante-un-terremoto-noticia-1343757#:~:text=En la Perú el 80,de la Construcción \(Capeco\)](https://rpp.pe/economia/economia/el-80-de-las-viviendas-en-el-peru-son-informales-y-serian-vulnerables-ante-un-terremoto-noticia-1343757#:~:text=En la Perú el 80,de la Construcción (Capeco).).
- [16] M. Díaz Carhuapoma, *Reparación de muros de albañilería confinada afectados por eflorescencia de la vivienda Mz. O2 - LT. 21 San Genaro, Chorrillos, 2019*, U. P. I. Andes, Ed., Huancayo, 2019.
- [17] M. Choque Mamani y V. Flores Santos, *Incidencia del agua contaminada del lago Titicaca en la resistencia del concreto en estructuras de cimentaciones de viviendas desaguadero - 2022*, Trujillo: Universidad César Vallejo, 2022.

- [18] La Industria, «laindustria,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.laindustriadechiclayo.pe/noticia/1572045370-crece-autoconstruccion-de-viviendas-en-chiclayo>. [Último acceso: 01 junio 2022].
- [19] J. J. Agurre Quilca y M. A. Prado Cordero, *Estabilización de la subrasante en la vía Cuicocha-Apuela del km 32 al km 38, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, utilizando el sistema Consolid*, P. U. C. d. Ecuador, Ed., 2012.
- [20] S. U. K. F. A. M. Tehmina Ayub, «Mechanical Characteristics of Hardened Concrete with,» *HINDAWI*, p. 15, 2014.
- [21] G. Huaraca Solano, *Efecto del sistema Consolid en el CBR y la ascensión capilar del material para base de pavimento de la cantera de totora, Cusco, 2020*, Universidad César Vallejo, 2021.
- [22] J. C. Díaz García, *Estudio de estabilización de suelos con el sistema consolid para mejorar el camino vecinal Yántalo – C.P.M. Buenos Aires, Moyobamba – San Martín, 2016*, Universidad César Vallejo, 2018.
- [23] O. F. V. Flores, “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de unidades de albañilería de, Cusco, 2018.
- [24] L. A. C. D. L. CRUZ, ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN PARA EL, CHICLAYO, 2020.
- [25] E. R. LÓPEZ, NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO, LIMA, 2000.
- [26] T. E. HERMSEN, DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO, LIMA : FONDO, 2018.
- [27] C. Y. S. MINISTERIO DE VIVIENDA, NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.060 CONCRETO ARMADO, PERU, 2009.
- [28] J. PORRERO, C. RAMON, J. GRASES y GUILLER, MANUAL DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, CARACAS, 2014.
- [29] CH33, «SISTEMA SOIL NANO STABILISATION,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.sistemaconsolid.com/p/contacto.html>.
- [30] O. P. C. CASTILLO, EVALUACIÓN E INFLUENCIA EN LA DURABILIDAD DE LAS, CHICLAYO, 2019.

## Anexos

### ANEXO 01



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



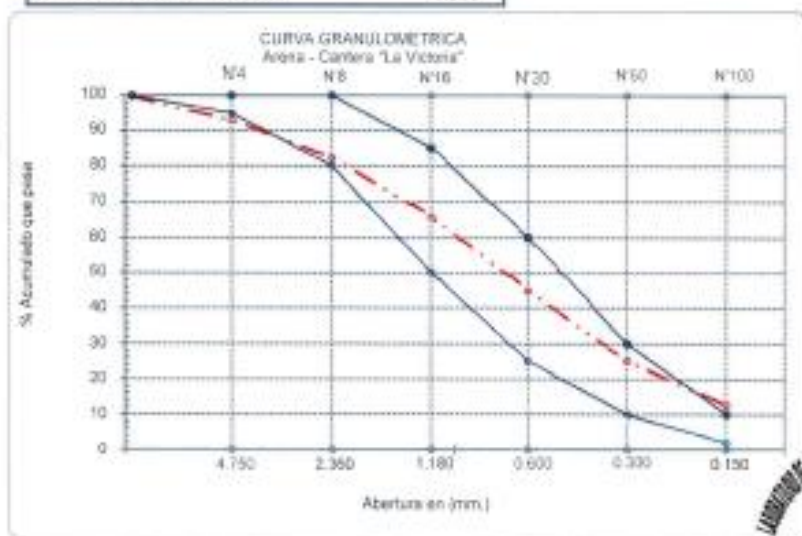
**Testista** : Barbo Chapeñan Saul Matthew  
**Escala** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  frente a adiciones del sistema soil nano estabilización.  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino  
Referencia : Norma ASTM C-136 (N.T.P. 408.012)

**Cantera** : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo. **P. Inicial H.** : 632.7 **% de Humedad** : 1.18 **Módulo de Finesa** : 2.77  
**P. Inicial S.** : 625.4

Malla	Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)					
1/2"	12.700	0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	1.92	0.3	99.7	100	100
Nº 04	4.750	42.34	6.8	92.9	95	100
Nº 08	2.360	66.42	10.6	82.3	80	100
Nº 16	1.180	103.61	16.6	65.7	50	85
Nº 30	0.600	130.51	20.9	44.9	25	60
Nº 50	0.300	123.54	19.8	25.1	10	30
Nº 100	0.150	78.7	12.6	12.5	2	10
Fondo		78.33	12.5	100.0	0.0	


Módulo de Finesa : 2.769  
Abertura de malla de referencia : 9.500




*Saul*

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

ANEXO 02



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



**Testista** : Barbo Chapoñan Saul Mathew  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Teoría** : Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  frente a adiciones del sistema polímero estabilizante.  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C 136 A N.T.P. 180.212

**Cantera** : Piedra Chancada - Tres Tomas

**P. Inicial H.** : 726699

**% de Humedad** : 0.20

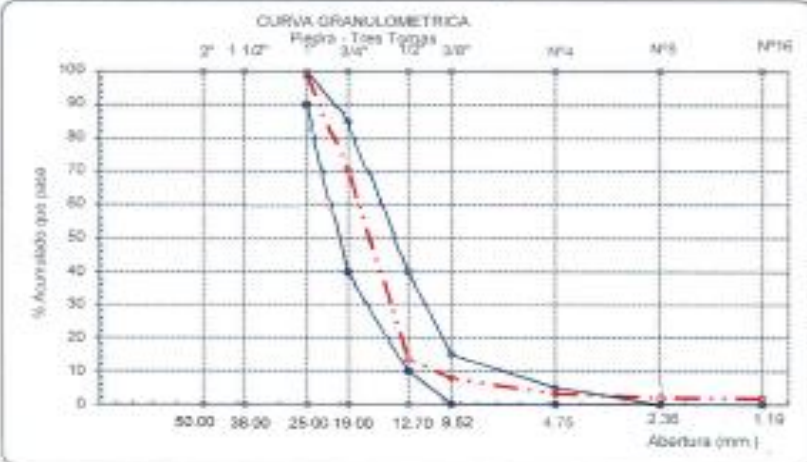
**P. Inicial S.** : 7247


  


Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Fulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa	USO 56	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	101.3	1.4	1.4	98.6	90.0	100.0
3/4"	19.00	2057.6	28.4	29.8	70.2	40.0	85.0
1/2"	12.70	4103.7	56.7	86.4	13.6	10.0	40.0
3/8"	9.52	411.6	5.7	92.1	7.9	0.0	15.0
Nº 04	4.75	347.6	4.8	96.9	3.3	0.0	5.0
Nº 08	2.36	90.1	1.1	98.0	2.0	0.0	0.0
Nº 16	1.19	10.0	0.1	99.2	1.8	0.0	0.0
Fondo		133	1.8	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1"	38.00			
Tamaño Máximo Nominal			3/4"	25.00			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**  
 Piedra - Tres Tomas







**USAT**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
 SECTOR DE LABORATORIO

## ANEXO 03



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



**Tesista** : Barba Chapoñan Saúl Mathew  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  frente a adiciones del sistema soil nano estabilización, Chiclayo 2022.  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

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

**Canetra** : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>8902</b>	<b>8904</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8902	8904
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00555	0.00555
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1603	1604
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1585</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>10206</b>	<b>10196</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		10206	10196
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00555	0.00555
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1838	1836
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1816</b>	


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

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>632.74</b>	<b>632.74</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>625.36</b>	<b>625.36</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.2	1.2
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.18</b>	




## ANEXO 04



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

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



**Tesista** : Barba Chapoñan Saul Mathew  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  frente a adiciones del sistema soil nano stabilisation, Chiclayo 2022.  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

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

**Cantera** : Piedra Chancada - Tres Tomas

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>8044</b>	<b>8038</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8044	8038
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1478	1477
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1473</b>	



**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>8718</b>	<b>8722</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8718.0	8722.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1601	1602
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1597</b>	

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

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>7266.99</b>	<b>7266.99</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>7247</b>	<b>7246.99</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.3	0.3
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.28</b>	

## ANEXO 05



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



**Tesista** : Barba Chepoñan Saul Mathew  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  frente a adiciones del sistema sol nano estabilización, chicalayo 2022.  
**Lugar** : Dist. Chicalayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chicalayo, 20 de Noviembre del 2022.

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado fino

**Referencia** : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

**Cantera** : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

### I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P	(g)	<b>951.8</b>	<b>951.8</b>
2.- Pesx Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	642.77	642.77
3.- Peso del Agua	(g)	309.01	309.01
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	638.12	638.12
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>142.77</b>	<b>142.77</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>495</b>	<b>495</b>
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

### II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.594</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.618
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.658
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.94</b>

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado grueso

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

**Cantera** : Piedra Chancada - Tres Tomas

### I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	<b>4836</b>	<b>4836</b>
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	<b>4870</b>	<b>4870</b>
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del can	(g)	<b>3970</b>	<b>3970</b>
4.- Peso de la canastilla	(g)	<b>880</b>	<b>880</b>
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	3090	3090

### II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.717</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.736
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.770
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.70</b>



## ANEXO 06



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



**Tesista** : Barba Chapañan Saul Mathew  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  frente a adiciones del sistema soil nano estabilización, chiclayo 2022.  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

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

Cantera : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>632.74</b>	<b>632.74</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>625.36</b>	<b>625.36</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.18	1.18
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.18</b>	

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

Cantera : Piedra Chancada - Tres Tomas

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>7266.99</b>	<b>7266.99</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>7246.99</b>	<b>7246.99</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.3	0.3
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.28</b>	



## ANEXO 07



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



TESISTA: : Barba Chapefan Saul Mathew  
UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto : " Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

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

Código : NTP 359.084

Título : Standard Test Method for compressive strength of cylindrical concrete specimens

$f_c = (2 \times P) / (3.14 \times d^2 \times h)$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Díametro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
CP-01	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup>	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	15100	21
CP-02	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup>	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	15130	21
CP-03	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% NPF + 0.045% NLF	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	11850	17
CP-04	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% NPF + 0.045% NLF	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	11040	16
CP-05	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1.5% NPF + 0.045% NLF	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	14210	20
CP-06	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1.5% NPF + 0.045% NLF	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	14050	20
CP-07	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% NPF + 0.045% NLF	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	17080	24
CP-08	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% NPF + 0.045% NLF	6/10/2022	3/11/2022	28	15.00	30	17010	24

## OBSERVACIONES :

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



## ANEXO 08



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



Tesista : Barba Chapoñán Saul Matheo  
Almoción : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  frente a adiciones del sistema soil natio estabilización, Chiclayo 2022  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2022

Código : N.T.P. 319.034 - 2008 / ASTM C 39/39M - 08  
Título : HORMIGÓN (CONCRETO): Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	$f_c$ $\text{kg/cm}^2$
01	CONCRETO Patón 210 $\text{kg/cm}^2$	22/09/2022	29/09/2022	7	156
02	CONCRETO Patón 210 $\text{kg/cm}^2$	22/09/2022	29/09/2022	7	164
03	CONCRETO Patón 210 $\text{kg/cm}^2$	22/09/2022	6/10/2022	14	206
04	CONCRETO Patón 210 $\text{kg/cm}^2$	22/09/2022	6/10/2022	14	205
05	CONCRETO Patón 210 $\text{kg/cm}^2$	22/09/2022	20/10/2022	28	239
06	CONCRETO Patón 210 $\text{kg/cm}^2$	22/09/2022	20/10/2022	28	242
07	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 1% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	5/10/2022	7	138
08	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 1% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	5/10/2022	7	157
09	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 1% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	12/10/2022	14	159
10	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 1% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	12/10/2022	14	167
11	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 1% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	26/10/2022	28	193
12	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 1% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	26/10/2022	28	182
13	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 1.5% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	5/10/2022	7	176
14	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 1.5% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	5/10/2022	7	179
15	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 1.5% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	12/10/2022	14	183
16	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 1.5% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	12/10/2022	14	196
17	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 1.5% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	26/10/2022	28	216
18	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 1.5% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	26/10/2022	28	206
19	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 2% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	5/10/2022	7	165
20	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 2% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	5/10/2022	7	163
21	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 2% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	12/10/2022	14	184
22	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 2% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	12/10/2022	14	201
23	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 2% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	26/10/2022	28	210
24	CONCRETO 210 $\text{kg/cm}^2$ + 2% DE NPF + 0.945% DE NLF	29/09/2022	26/10/2022	28	210

**OBSERVACIONES :**

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



## ANEXO 09



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



Tierras: Estiba Chupatán San Martín  
 Rendón: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto: Evaluación del comportamiento de protecciones físico mecánicas de concreto estructural f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> frente a abstracciones del sistema sul nave  
 Ubicación: Chiclayo 2022  
 Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque  
 Fecha de presentación: Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

Norma: NTP 333.075

Muestra MP	Denominación de Especimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Ampliación del Especimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup>	27/10/2022	24/11/2022	30498.528	20	4.1	41.47	42.93
02	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup>	27/10/2022	24/11/2022	30595.978	20	4.4	44.40	
03	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% NPF + 0.045% MLP	27/10/2022	24/11/2022	24712.632	20	3.3	33.90	33.93
04	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% NPF + 0.045% MLP	27/10/2022	24/11/2022	25332.960	20	3.4	34.27	
05	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1.5% NPF + 0.045% MLP	27/10/2022	24/11/2022	26585.568	20	3.5	35.47	36.47
06	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1.5% NPF + 0.045% MLP	27/10/2022	24/11/2022	27590.548	20	3.7	37.47	
07	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% NPF + 0.045% MLP	27/10/2022	24/11/2022	30294.328	20	4.0	41.07	39.67
08	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% NPF + 0.045% MLP	27/10/2022	24/11/2022	28144.940	20	3.8	38.27	


## OBSERVACIONES:

- Por requerimiento del Sr. solicitante, las muestras se están informando por separado
- Presentando los Ensayos:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI 0004 - 1983)



ANEXO 10



**LEMS W&C EIRL**  
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 50608389

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

---

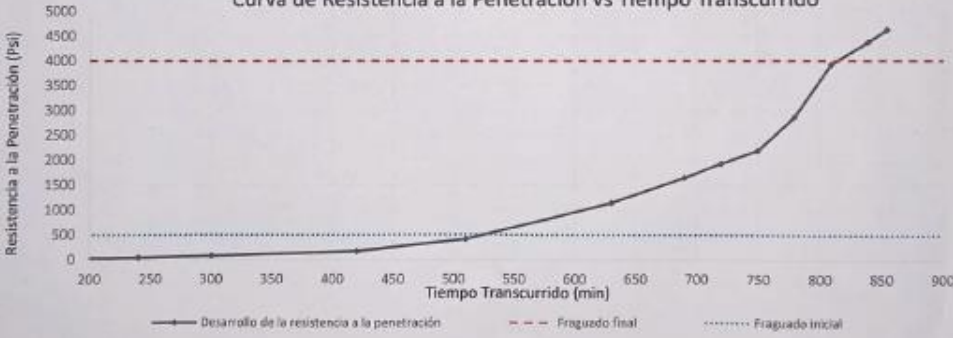
Solicitante : BARBA CHAPOÑAN SAUL MATHEW  
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE CONCRETOS ESTRUCTURALES F'c = 210 KG/CM2 FRENTE A ADICIONES DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATIÓN, CHICLAYO 2022".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : Sábado, 19 de noviembre del 2022.

ENSAYO : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.  
 NORMA : NTP 339.082:2011

Muestra : Probeta 1.5 NPF  
 Hora de Inicio : 2:00:00 p. m.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm <sup>2</sup> )	Área (Pulg <sup>2</sup> )	Fuerza (Kgf)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
16:00	02:00	90	645	1	7.5	16	16
17:00	03:00	180	645	1	12.5	28	28
18:00	04:00	240	645	1	19.8	44	44
19:30	05:30	300	323	1/2	17.7	39	78
21:00	07:00	420	323	1/2	38.4	85	169
22:30	08:30	510	161	1/4	46.10	102	407
00:30	10:30	630	65	1/10	51.90	114	1144
01:30	11:30	690	32	1/20	37.50	83	1653
02:00	12:00	720	32	1/20	43.90	97	1936
02:30	12:30	750	32	1/20	49.70	110	2191
03:00	13:00	780	32	1/20	65.00	143	2866
03:30	13:30	810	16	1/40	44.50	98	3924
04:00	14:00	840	16	1/40	49.70	110	4383
04:15	14:15	855	16	1/40	52.50	116	4630

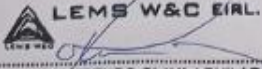
**Curva de Resistencia a la Penetración vs Tiempo Transcurrido**




—●— Desarrollo de la resistencia a la penetración    - - - - - Fraguado final    ..... Fraguado inicial

Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI:    09:30    Horas  
 Tiempo Fraguado Final 4000 PSI:    14:00    Horas

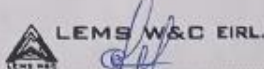
**OBSERVACIONES :**  
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



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



**USAT**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 248004



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 248004

ANEXO 11



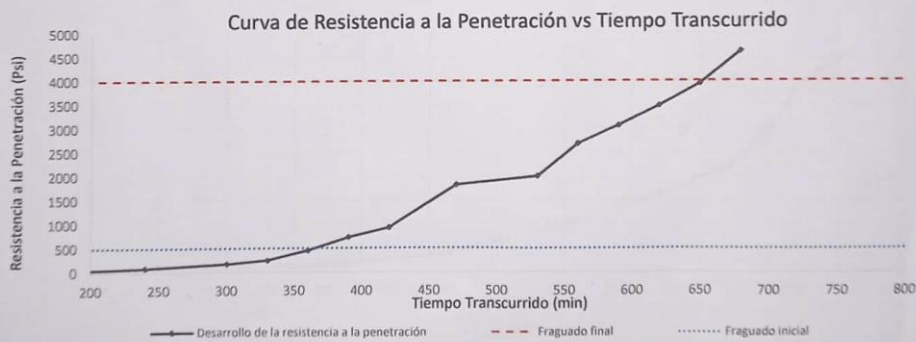
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitante : BARBA CHAPOÑAN SAUL MATHEW  
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE CONCRETOS ESTRUCTURALES F'c = 210 KG/CM2 FRENTE A ADICIONES DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATIÓN, CHICLAYO 2022".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : Sábado, 19 de noviembre del 2022.

ENSAYO : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.  
NORMA : NTP 339.082:2011

Muestra : Patrón I  
Hora de Inicio : 1:00:00 p. m.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm <sup>2</sup> )	Área (Pulg <sup>2</sup> )	Fuerza (Kgf)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
14:30	01:30	90	645	1	6.9	15	15
16:00	03:00	180	645	1	14.4	32	32
17:00	04:00	240	323	1/2	19.5	43	86
18:00	05:00	300	323	1/2	38.8	85	171
18:30	05:30	330	323	1/2	55.3	122	244
19:00	06:00	360	161	1/4	50.9	112	449
19:30	06:30	390	65	1/10	32.8	72	723
20:00	07:00	420	32	1/20	21.0	46	924
20:50	07:50	470	32	1/20	41.3	91	1821
21:50	08:50	530	32	1/20	45.4	100	2002
22:20	09:20	560	16	1/40	30.4	67	2681
22:50	09:50	590	16	1/40	34.70	76	3060
23:20	10:20	620	16	1/40	39.50	87	3483
23:50	10:50	650	16	1/40	44.70	99	3942
00:20	11:20	680	16	1/40	52.40	116	4621



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 06:30 Horas  
Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 11:20 Horas

**OBSERVACIONES :**


- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

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



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

## ANEXO 12



**LEMS W&C EIRL**  
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3,5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycerl@gmail.com

---

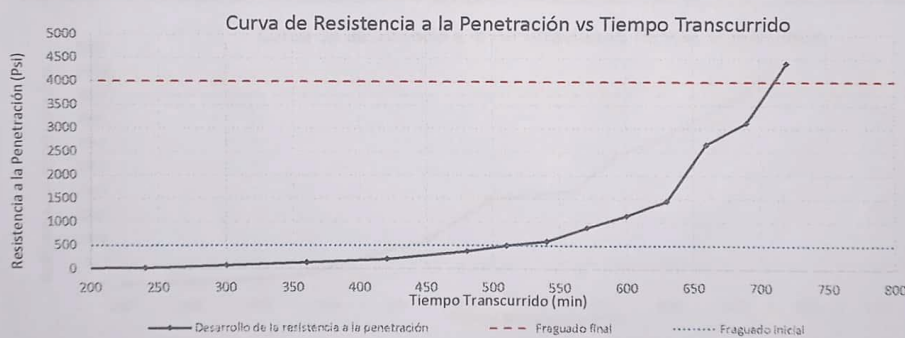
Solicitante : BARBA CHAPOÑAN SAUL MATHEW  
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE CONCRETOS ESTRUCTURALES F'c = 210 KG/CM2 FRENTE A ADICIONES DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATIÓN, CHICLAYO 2022".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : Sábado, 19 de noviembre del 2022.

ENSAYO : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.  
 NORMA : NTP 339.082:2011

Muestra : Probeta Patrón 2% NPF  
 Hora de Inicio : 2:30:00 p. m.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm <sup>2</sup> )	Área (Pulg <sup>2</sup> )	Fuerza (Kgf)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
16:30	02:00	120	645	1	3.0	7	7
17:30	03:00	180	645	1	5.4	12	12
18:30	04:00	240	645	1	12.0	26	26
19:30	05:00	300	323	1/2	15.9	35	70
20:30	06:00	360	323	1/2	29.1	64	128
21:30	07:00	420	323	1/2	46.9	103	207
22:30	08:00	480	645	1/4	42.5	94	375
23:00	08:30	510	645	1/4	56.10	124	495
23:30	09:00	540	645	1/4	67.90	150	599
00:00	09:30	570	323	1/10	40.30	89	888
00:30	10:00	600	323	1/10	51.60	114	1138
01:00	10:30	630	323	1/10	66.20	146	1459
01:30	11:00	660	161	1/20	60.60	134	2672
02:00	11:30	690	32	1/20	71.10	157	3135
02:30	12:00	720	65	1/40	50.05	110	4414

Curva de Resistencia a la Penetración vs Tiempo Transcurrido

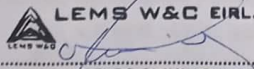


Resistencia a la Penetración (Psi) vs Tiempo Transcurrido (min)


—●— Desarrollo de la resistencia a la penetración    - - - - - Fraguado final    ..... Fraguado Inicial

Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 09:00 Horas  
 Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 12:00 Horas

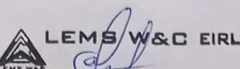
**OBSERVACIONES :**  
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,




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



**USAT**  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246004



OFICINA DE LABORATORIO

ANEXO 13



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

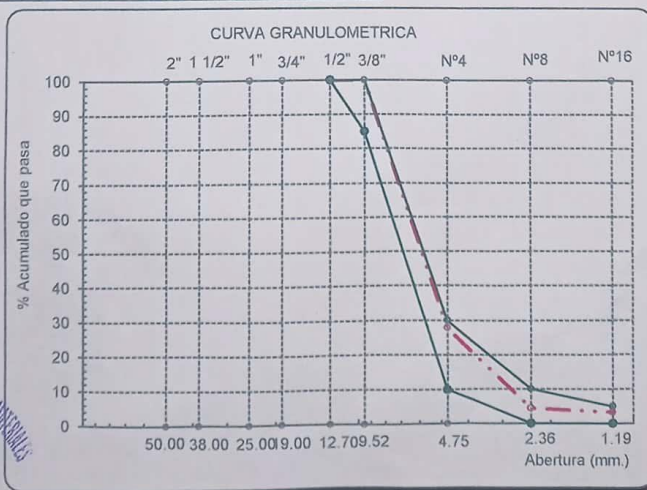


Tesista : Barba Chapiroan Saul Mathew  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales f'c = 210 Kg/cm2 frente adiciones del sistema soil nano estabilización, Chiclayo 2022.  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Agosto del 2022

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

Muestra: Agregado - Confitillo  
 Cantera: Piedra Azul  
 Huso : 8

Malla Pulg. (mm.)	Malla (mm.)	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
		Ret.	Ret.	Que Pasa		
2"	50.00	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	100.0	0.0	100.0		
1"	25.00	100.0	0.0	100.0		
3/4"	19.00	100.0	0.0	100.0		
1/2"	12.70	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	100.0	0.0	100.0	85.0	100.0
1/4"	6.33	100.0	0.0	100.0		
Nº 04	4.75	75.4	0.0	100.0	10.0	30.0
Nº 08	2.36	27.9	0.0	100.0	0.0	10.0
Nº 16	1.19	4.4	0.0	100.0	0.0	5.0
Fondo		3.3	0.0	100.0		
Tamaño Maximo		0	25.00			
Tamaño Maximo Nominal		0	19.00			



## ANEXO 14



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



Tesista : Barba Chapoñan Saul Mathew  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales  
 $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  frente adiciones del sistema soil nano estabilización, chiclayo 2022.  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Agosto del 2022

Ensayo : Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado  
 Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra: Agregado - Confitillo  
 Cantera: Piedra Azul

#### PESO UNITARIO SUELTO

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra contenida	g.	15639.0
Peso de molde de ensayo vacío	g.	8464
Peso neto muestra contenida	g.	7175.0
Volumen del molde de ensayo	$m^3$	0.00544
Peso unitario suelto húmedo	$kg/m^3$	1318
Peso unitario suelto seco	$kg/m^3$	1313

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra húmeda	g.	16625.5
Peso de molde de ensayo vacío	g.	8464
Peso neto muestra contenida	g.	8161.5
Volumen del molde de ensayo	$m^3$	0.00544
Peso unitario compactado húmedo	$kg/m^3$	1499.2
Peso unitario compactado seco	$kg/m^3$	1493.2



## ANEXO 15



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



Tesista : Barba Chapoñan Saul Mathew  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  frente adiciones del sistema soil nano estabilización, chiclayo 2022.  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Agosto del 2022

Ensayo : Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado -confitillo.  
 Referencia : Norma NTP 400.022

Muestra: Agregado - Confitillo  
 Cantera: Piedra Azul

## A.- Datos de la arena

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	g	500.0
2.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.	g	993.4
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	g	705.6
4.- Peso del Agua.	g	287.8
5.- Peso del Frasco	g	205.6
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del frasco.	g	703.7
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	g	498.1
8.- Volumen del frasco.	cm <sup>3</sup>	500.0

## B.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DEL CONFITILLO.	g/cm <sup>3</sup>	2.347
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	g/cm <sup>3</sup>	2.356
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE.	g/cm <sup>3</sup>	2.369
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	%	0.38



ANEXO 16



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



**Tesista** : Barba Chapoñan Saul Mathew  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Evaluación del comportamiento de propiedades físico mecánicas de concretos estructurales  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  frente adiciones del sistema soil nano estabilización, chiclayo 2022.  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 10 de Agosto del 2022

Ensayo : Método de ensayo para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : Norma N.T.P. 339.185


Muestra: Agregado - Confitillo  
 Cantera: Piedra Azul

Número de determinación		1
Código de tara		T-01
Peso muestra húmeda + peso de tara	g.	568.8
Peso muestra seca + peso de tara	g.	566.8
Peso de agua	g.	2
Peso de tara	g.	66.8
Peso neto muestra seca	g.	500
CONTENIDO DE HUMEDAD		% 0.40



+

ANEXO 17




**CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES**

**INFORME DE ENSAYO N° 0392**


Expediente N° : 326 - 2023 L.E.M. AMAZINGS S.A.C  
 Tesista : SAUL MATHEW BARBA CHAPOÑAN  
 Universidad : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 Tesis : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE CONCRETOS ESTRUCTURALES F' = 210 KG/CM2 FRENTE A ADICIONES DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATION, CHICLAYO 2022''  
 Fecha : Chiclayo, 06 de Junio del 2023

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3	Expansión Acumulada	Expansión Aunitaria
Semana 0	3.889	3.907	3.919	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.924	3.956	3.971	0.0480 %	0.016 %
Semana 2	3.934	3.965	3.975	0.0812 %	0.011 %
Semana 3	3.934	3.957	3.970	0.1164 %	0.012 %
Semana 4	3.924	3.956	3.957	0.1120 %	-0.001 %
Semana 5	3.914	3.959	3.959	0.1560 %	0.015 %
Semana 6	3.921	3.958	3.952	0.1804 %	0.008 %
Semana 7	3.823	3.853	3.894	0.1712 %	-0.003 %
Semana 8	3.914	3.936	3.962	0.1928 %	0.007 %
Semana 9	3.892	3.899	3.890	0.1404 %	-0.017 %
Semana 10	3.815	3.876	3.853	0.0824 %	-0.019 %
Semana 11	3.849	3.882	3.872	0.0120 %	-0.023 %
Semana 12	3.726	3.734	3.742	-0.0088 %	-0.007 %
Semana 13	3.727	3.747	3.765	0.0776 %	0.029 %
Semana 14	3.812	3.806	3.842	0.1360 %	0.019 %
Semana 15	3.960	3.997	4.012	0.2348 %	0.033 %


Desviación Estandar	0.07525	0.08202	0.08025
---------------------	---------	---------	---------



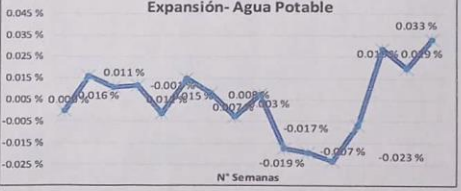
Patrón 1 - Variación de longitud



Patrón 2 - Variación de longitud




Patrón 3 - Variación de longitud

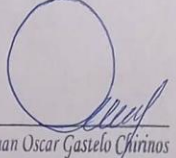


Expansión-Agua Potable


**OBSERVACIONES :**  
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



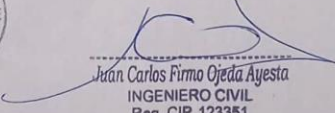
**USAT**  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



German Oscar Gastelo Chirinos  
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



AMAZINGS INGENIERIA CIVIL S.A.C.



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

Oficina Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859  
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718  
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889

ANEXO 18



INFORME DE ENSAYO N° 0392

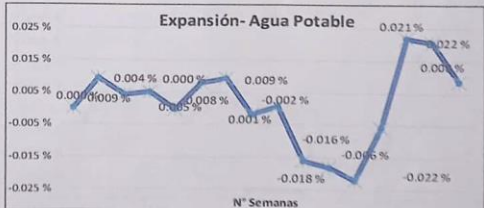
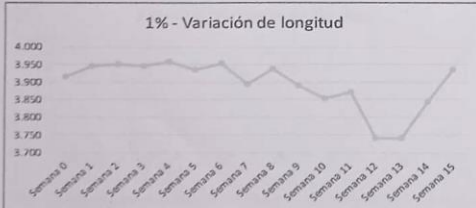
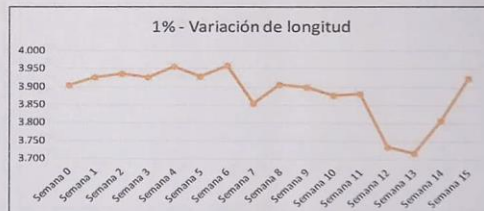
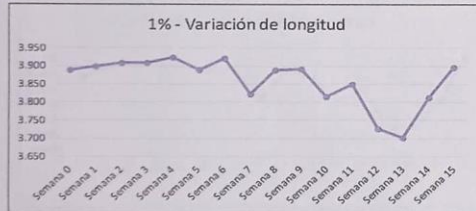
Expediente N° : 326 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : SAUL MATHEW BARBA CHAPOÑAN  
 Universidad : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 Tesis : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE CONCRETOS ESTRUCTURALES F' = 210 KG/CM2 FRENTE A ADICIONES DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATION, CHICLAYO 2022''  
 Fecha : Chiclayo, 06 de Junio del 2023

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3
Semana 0	3.889	3.903	3.914
Semana 1	3.899	3.926	3.946
Semana 2	3.909	3.935	3.950
Semana 3	3.909	3.927	3.945
Semana 4	3.924	3.956	3.957
Semana 5	3.889	3.929	3.934
Semana 6	3.921	3.958	3.952
Semana 7	3.823	3.853	3.894
Semana 8	3.889	3.906	3.937
Semana 9	3.892	3.899	3.890
Semana 10	3.815	3.876	3.853
Semana 11	3.849	3.882	3.872
Semana 12	3.726	3.734	3.742
Semana 13	3.702	3.717	3.740
Semana 14	3.812	3.806	3.842
Semana 15	3.897	3.924	3.934

Expansión Acumulada	Expansión Aunitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0280 %	0.009 %
0.0412 %	0.004 %
0.0564 %	0.005 %
0.0556 %	0.000 %
0.0796 %	0.008 %
0.1076 %	0.009 %
0.1020 %	-0.002 %
0.1036 %	0.001 %
0.0548 %	-0.016 %
0.0004 %	-0.018 %
-0.0664 %	-0.022 %
-0.0836 %	-0.006 %
-0.0172 %	0.022 %
0.0448 %	0.021 %
0.0700 %	0.008 %



Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3
	0.06909	0.07495	0.07196



OBSERVACIONES :  
 - Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.  
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859  
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718  
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889

ANEXO 19



INFORME DE ENSAYO N° 0392

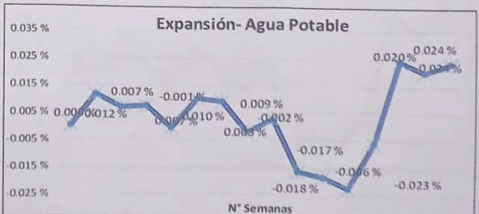
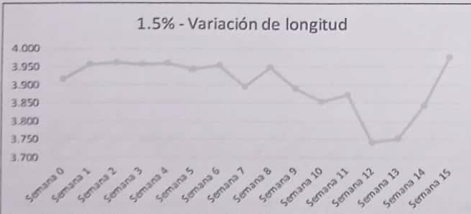
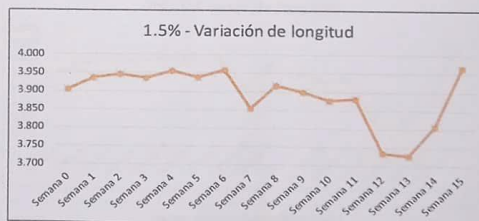
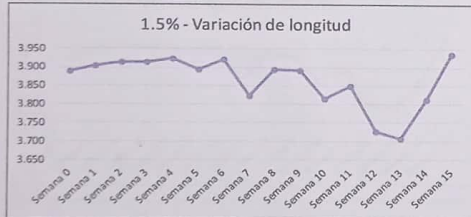
Expediente N° : 326 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : SAUL MATHEW BARBA CHAPOÑAN  
 Universidad : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 Tesis : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE CONCRETOS ESTRUCTURALES F' = 210 KG/CM2 FRENTE A ADICIONES DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATION, CHICLAYO 2022''  
 Fecha : Chiclayo, 06 de Junio del 2023

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.889	3.905	3.914
Semana 1	3.904	3.936	3.956
Semana 2	3.914	3.945	3.960
Semana 3	3.914	3.937	3.955
Semana 4	3.924	3.956	3.957
Semana 5	3.894	3.939	3.944
Semana 6	3.921	3.958	3.952
Semana 7	3.823	3.853	3.894
Semana 8	3.894	3.916	3.947
Semana 9	3.892	3.899	3.890
Semana 10	3.815	3.876	3.853
Semana 11	3.849	3.882	3.872
Semana 12	3.726	3.734	3.742
Semana 13	3.707	3.727	3.750
Semana 14	3.812	3.806	3.842
Semana 15	3.935	3.965	3.977

Expansión Acumulada	Expansión Aunitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0348 %	0.012 %
0.0548 %	0.007 %
0.0768 %	0.007 %
0.0752 %	-0.001 %
0.1060 %	0.010 %
0.1332 %	0.009 %
0.1268 %	-0.002 %
0.1352 %	0.003 %
0.0856 %	-0.017 %
0.0304 %	-0.018 %
-0.0372 %	-0.023 %
-0.0552 %	-0.006 %
0.0180 %	0.024 %
0.0792 %	0.020 %
0.1500 %	0.024 %



Desviación Estandar	0.07156	0.07777	0.07547
---------------------	---------	---------	---------



OBSERVACIONES :  
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

LABORATORIO DE ACERO, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
**USAT**  
  
 German Oscar Gasteo Cirinos  
 I.E.C. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

AMAZING INGENIERIA CIVIL S.A.C.  
  
 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859  
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718  
 Oficina Ica: Miz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889

ANEXO 20



INFORME DE ENSAYO N° 0392

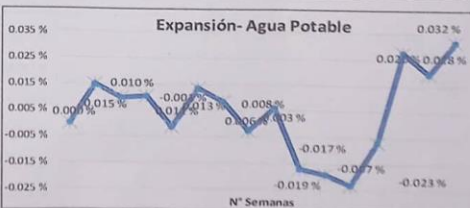
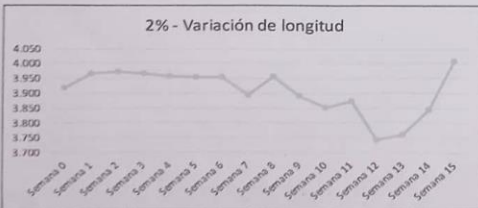
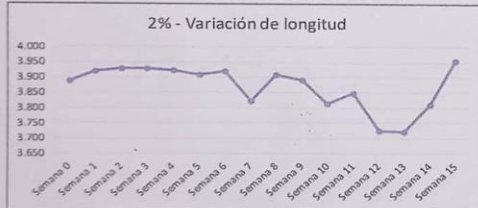
Expediente N° : 326 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : SAUL MATHEW BARBA CHAPOÑAN  
 Universidad : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 Tesis : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE CONCRETOS ESTRUCTURALES F<sub>t</sub> = 210 KG/CM2 FRENTE A ADICIONES DEL SISTEMA SOIL NANO STABILISATION, CHICLAYO 2022''  
 Fecha : Chiclayo, 06 de Junio del 2023

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3
Semana 0	3.889	3.907	3.917
Semana 1	3.919	3.946	3.966
Semana 2	3.929	3.955	3.970
Semana 3	3.929	3.947	3.965
Semana 4	3.924	3.956	3.957
Semana 5	3.909	3.949	3.954
Semana 6	3.921	3.958	3.952
Semana 7	3.823	3.853	3.894
Semana 8	3.909	3.926	3.957
Semana 9	3.892	3.899	3.890
Semana 10	3.815	3.876	3.853
Semana 11	3.849	3.882	3.872
Semana 12	3.726	3.734	3.742
Semana 13	3.722	3.737	3.760
Semana 14	3.812	3.806	3.842
Semana 15	3.955	3.987	4.007

Expansión Acumulada	Expansión Aunitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0444 %	0.015 %
0.0740 %	0.010 %
0.1056 %	0.011 %
0.1020 %	-0.001 %
0.1424 %	0.013 %
0.1676 %	0.008 %
0.1592 %	-0.003 %
0.1772 %	0.006 %
0.1256 %	-0.017 %
0.0684 %	-0.019 %
-0.0012 %	-0.023 %
-0.0212 %	-0.007 %
0.0616 %	0.028 %
0.1208 %	0.020 %
0.2160 %	0.032 %



Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3
	0.07430	0.08020	0.07913



OBSERVACIONES :  
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gasteio Chirinos  
 I.E.C. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859  
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718  
 Oficina Ica: Mz 15 Lof. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889

## ANEXO 21

## CEMENTO PORTLAND TIPO I

MÁS PUNCHE, MENOS BOLSAS



Cemento Portland TIPO I, es un cemento de uso general, fabricado mediante la molienda de clinker y yeso en adecuadas proporciones, asegurando de esa manera un producto de calidad, para construcciones donde se requieran propiedades de avance y durabilidad en obra. Cumple con los requisitos de las normas técnicas NTP 334.009 y ASTM C 150.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

PROPIEDADES FÍSICAS	CEMENTO QHUNA TIPO 1	REQUISITO DE NORMA 334.009 - ASTM C 150
Superficie Específica ( $\text{cm}^2/\text{gr}$ )	3620	Mínimo 2800
Retenido 45 $\mu\text{m}$ ( % )	8.4	No Especifica
Contenido de Aire ( % )	6.0	Máx. 12.0
Densidad ( $\text{g/ml}$ )	3.14	No Especifica
Pérdida Por Ignición ( % )	2.47	Máx. 3.5
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
1 DÍA Mpa ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	10.0 ( 102 )	NE
3 DÍAS Mpa ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	20.2 ( 206 )	12.0 ( 122 )
7 DÍAS Mpa ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	27.9 ( 285 )	19.0 ( 194 )
28 DÍAS Mpa ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	47.7 ( 487 )	28.0 ( 286 )
TIEMPO DE FRAGUADO		
Fraguado Inicial ( Minutos )	122'	Mínimo 45'
Fraguado Final ( Minutos )	245'	Máximo 375'

### CUADRO COMPARATIVO DE RESISTENCIAS



## ANEXO 22

**CEMENTO PORTLAND TIPO I**

MÁS PUNCHE, MENOS BOLSAS

**APLICACIONES**

- Para uso en obras de construcción en general, proporciona altas resistencias.
- Para preparación de concretos en cimientos, sobre cimientos, zapatas, vigas, columnas y techado de edificaciones.
- Para uso en la construcción de todo tipo de elementos o estructuras de concreto, simple o armado.
- Usado en la fabricación de ladrillos o bloques de alta resistencia, alcantarillados o adoquines.
- Para asentar ladrillos, tarrajear, enchapes de mayólicas, pisos cerámicos y otros materiales.

**RECOMENDACIONES**

- Usar agregados y materiales de propiedades conocidas, certificados y de buena calidad.
- Preparar la mezcla sobre una superficie limpia, libre de materiales ajenos a la preparación.
- Es recomendable realizar el curado con agua o un agente curador químico al momento del vaciado, esto para lograr una eficiente hidratación del cemento con el objetivo de optimizar el desarrollo de la resistencia a la compresión.
- Para asegurar la conservación del cemento, se recomienda almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes o pisos y protegidas de la humedad.
- Evitar apilar las bolsas en más de 10, para evitar la compactación de las mismas.
- Controlar la cantidad de agua de la mezcla, cuidando que no exceda la relación agua/cemento, determinada en el diseño.

**RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD**

Este producto, seco o húmedo puede causar irritación o quemadura a los ojos y la piel, por ende, evitar el contacto directo.



Usar lentes de protección, guantes y botas de jébe, así como respiradores de polvo apropiados cuando se abra la bolsa o se ejecute el trabajo.



Cubra sus brazos y piernas adecuadamente, para evitar irritación.



Mantener fuera del alcance de los niños.



**Pacasmayo**

Fabricapoc Cementos Pacasmayo SAA.

**Dirección**

Chiclayo - Lima - Piura

**Página Web**

[www.cementospacasmayo.com.pe](http://www.cementospacasmayo.com.pe)

## ANEXO 23

**1. INFORME TÉCNICO****1.1. Principio y descripción**

El Sistema de impermeabilización y estabilización química de suelos CONSOLID está formado por dos productos: un polvo granulado de nombre comercial SOLIDRY, y un líquido semi-viscoso de nombre comercial CONSOLID 444.

El sistema impermeabiliza los suelos tratados, así como aumenta la capacidad portante de los mismos.

La aplicación del CONSOLID 444 permite una aglomeración de las partículas finas, y de este modo una reducción de la superficie activa del suelo; se destruye la película de agua adherida en la medida de lo posible, activando así el poder de unión propio del suelo. Un tratamiento posterior con SOLIDRY permite una estabilización precisa de acuerdo a los requerimientos del lugar de construcción.

**1.2 Materiales y componentes****1.2.1 SOLIDRY CONCENTRADO**

Polvo granulado formado por la mezcla de catalizadores e intercambiadores iónicos.

Tabla No. 1. Identificación de la sustancia.

Nombre comercial de producto	SOLIDRY CONC
Nombre químico	Mezcla de tensoactivos catiónicos
Código	E1DR01 9 73.0082 /F
Productor	KAO CORPORATION S.A. Puig dels Tudons, 10-08210 BARRERA DEL VALLES (Barcelona, España)

Tabla No. 2. Caracterización química del SOLIDRY CONCENTRADO.

Compuesto	%
Alquilamina grasa	25- 100
Ester de alquilo de tri etileno amonio metil sulfato	25- 100
2 Propanol	5- 10

## ANEXO 24

Tabla No. 3. Características técnicas del SOLIDRY CONCENTRADO.

Características técnicas	UM	Valor nominal
Aspecto	-	sólido
Color	-	amarillento
Olor	-	similar a las aminas
Valor pH (a 50 g/l H <sub>2</sub> O) (50 °C)	-	9-10
Punto de fusión	°C	50-52
Punto de inflamación en copa cerrada	°C	>170
Densidad (75 °C)	g/cm <sup>3</sup>	0,858
Viscosidad dinámica (75°C)	mPa.s	<100
Solubilidad en agua (20°C)	-	Insoluble
Solubilidad en Isopropanol (55 °C)	g/L	50

## 1.2.2 CONSOLID 444 CONCENTRADO

Líquido semi viscoso, formado por la mezcla de monómeros y polímeros catalizadores, aceleradores de la penetración.

Tabla No. 4. Identificación de la sustancia.

Nombre comercial del producto	CONSOLID 444 CONCENTRADO
Código	9706500
Productor	BUSSETTI & Co. GesmbH Rotszergasse 57 1170, Viena

Tabla No. 5. Caracterización química del CONSOLID 444 CONCENTRADO.

Compuesto	%
Compuesto de amonio cuaternario	25-50
Amina grasa	10-25
Ácido fórmico	2,5-10
Otras aminas grasas	2,5-10
Xileno alcalino	^2,5