



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Estudio de las propiedades del concreto de alta resistencia  $f'c = 600$   
Kg/cm<sup>2</sup>, adicionando microsílíce, nanosílíce y superplastificante -  
Trujillo – 2021”

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

**AUTOR:**

Rondo Rojas, Alex Eladio ORCID: [0000-0002-6675-5364](https://orcid.org/0000-0002-6675-5364)

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto ORCID: [0000-0002-4926-8556](https://orcid.org/0000-0002-4926-8556)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Este trabajo va dedicado para mis hermanos, mis padres y mi hija por brindarme siempre su apoyo incondicional, pero más importante por su afecto y comprensión.

## **Agradecimiento**

Primeramente, agradecer a Dios por la salud y el conocimiento para cumplir unas de mis metas.

De igual manera agradecer a mi hermano Richard Rondo por todo el apoyo que me sigue brindado, que sin dudarlo en cualquier momento estuvo ahí como un pilar para mí y para la familia, también agradecer a mi gordita que es mi madre Martha Rojas por todo su apoyo incondicional y a mi padre Santos Rondo por las enseñanzas y el apoyo incondicional, gracias totales familia.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGIA.....	19
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	19
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	23
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimientos.....	26
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	27
3.7. Aspectos Éticos.....	28
IV. RESULTADOS.....	29
V. DISCUSIONES.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS.....	40
ANEXOS.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propiedad química de la microsílíce.....	9
Tabla 2: Absorción, porosidad y densidad con un curado de 28 días.....	12
Tabla 3: Característica física del concreto endurecido.....	13
Tabla 4: Propiedades de los agregados del concreto.....	14
Tabla 5: Propiedades mecánicas y físicas del cemento.....	16
Tabla 6: Matrix de operacionalización.....	21
Tabla 7: Cuadro de Muestra.....	23
Tabla 8: Variable dependiente.....	25
Tabla 9: Variable independiente.....	25
Tabla 10: <i>Cuadro de Validez</i> .....	26
Tabla 11: Resultados de ensayos comprensión con microsílíce, nanosílíce y Superplastificante.....	29
Tabla 12: Resultados de ensayos a la tracción con microsílíce, nanosílíce y Superplastificante.....	30
Tabla 13: Resultados de ensayos a la flexión con microsílíce, nanosílíce y superplastificante.....	31

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Propiedad física y químicas del cemento.....	12
Figura 2. Propiedad física del concreto 15:1 proporción agregado/cemento.....	14
Figura 3. Comparación resistencias vs Cemento Andino Ultra.....	15
Figura 4. Análisis de datos.....	28
Figura 5. Resistencia a la Comprensión vs Tiempo de curado.....	29
Figura 6. Resistencia a la Tracción vs Tiempo de curado.....	30
Figura 7. Resistencia a la Flexión vs Tiempo de curado.....	31
Figura 8. Densidad del concreto.....	32

## RESUMEN

El presente informe “Estudio de las propiedades del concreto de alta resistencia  $f'c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando microsílíce, nanosílíce y superplastificante - Trujillo – 2021”, tiene como objetivo principal determinar un diseño un concreto de alta resistencia y comparar como influye los aditivos en concreto fresco y endurecido. La investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo de diseño experimental.

Para este desarrollo se hizo 3 diseños de mezcla de acuerdo al ACI 211.4, con aditivo y una relación de agua/cemento de 0.25 y 0.30, adicionando a la vez aditivos con respecto al cemento, como microsílíce al (5%.8%,10%), nanosílíce 2% y superplastificante 2%, utilizando arena gruesa de la cantera de “Los Mellizos” de Huanchaco – Trujillo.

Se elaboro 63 probetas de 30 cm x 15 cm donde fueron curadas en 3, 14, 28 días, obteniéndose como resultado a los 28 días una resistencia a la compresión de 740  $\text{kg/cm}^2$  con un diseño de microsílíce al 10%, nanosílíce al 2% y superplastificante al 2%, concluyendo que el concreto con los aditivos y dosificaciones mencionadas se obtienen buenos resultados en sus propiedades físicas y mecánicas en el concreto de alta resistencia.

Palabras claves: Concreto, microsílíce, nanosílíce, compresión, tracción, flexión

## ABSTRACT

The present report "Study of the properties of high strength concrete  $f'_c = 600$  Kg/cm<sup>2</sup>, adding microsilica, nanosilica and superplasticizer - Trujillo - 2021", has as main objective to determine the design of a high strength concrete and to compare the influence of the additives in fresh and hardened concrete. The research was applied with a quantitative approach of experimental design.

For this development, 3 mix designs were made according to ACI 211.4, with admixture and a water/cement ratio of 0.25 and 0.30, adding at the same time admixtures with respect to cement, such as microsilica (5%.8%, 10%), nanosilica 2% and superplasticizer 2%, using coarse sand from the quarry "Los Mellizos" of Huanchaco - Trujillo.

We elaborated 63 specimens of 30 cm x 15 cm where they were cured in 3, 14, 28 days, obtaining as a result at 28 days a resistance to the comprehension of 740 kg/cm<sup>2</sup> with a design of microsilica at 10%, nanosilica at 2% and superplasticizer at 2%, concluding that the concrete with the additives and dosages mentioned are obtained good results in its physical and mechanical properties in the concrete of high resistance.

Keywords: Concrete, microsilica, nanosilica, compression, traction, bending



## **I. INTRODUCCION**

### **Realidad Problemática**

En los últimos tiempos, las construcciones de edificaciones han ido creciendo a nivel internacional, en las cuales cada vez más es un reto construir obras que tengan una mayor resistencia a la compresión como túneles, pilares de puentes, puentes subterráneos, así como edificaciones de gran altura. Estos mega edificios traen consigo modernidad y desarrollo económico en una determinada localidad. Uno de los impedimentos para construir edificios de mayor altitud que posea alta resistencia, en consecuencia, de alta demanda por estructuras más complejas.

Hoy en día existen múltiples investigaciones para propuestas de diseño en un concreto que cumpla con estas altas exigencias y además con las normas técnicas vigentes en los países.

En América latina, el sector construcción está teniendo un crecimiento demográfico, es así que en América central y Latinoamérica preferentemente solo se construyó el 1 % del total de edificios de concreto armado de gran altura; debido a la carencia de desarrollo científico e investigación en las propiedades del concreto. Estados Unidos y los estados asiáticos desarrollan estudios sobre el concreto de alta resistencia que da origen a un gran poderío económico. Es por eso que los países latinoamericanos están promoviendo las construcciones a gran escala y siempre se está en constante búsqueda de mejoramiento para el concreto.

Una alternativa de posible solución es incorporar nuevos materiales al diseño de mezcla entre estos tenemos al microsílíce y nanosílíce, que mejora las propiedades mecánicas, durabilidad y composición del concreto. Es así que los investigadores Cajilema y Morales (2020) afirman que en la construcción la utilización de microsílíce incrementa las propiedades de adherencia del hormigón fresco, y además reduce las salpicaduras y volumen del material, que rechaza al ser aplicado en una superficie. Otra de las ventajas son una óptima eficiencia del proceso de bombeo del concreto.

En el Perú no se encuentran edificios de gran altura, el edificio más alto mide 135.5 metros de alto. Por otro la industria constructiva referente al concreto tiene algunos avances en la investigación y la producción industrial del concreto de alta

resistencia, pero no es suficiente. La utilización del microsílíce, nanosílíce y otros se encuentran siendo investigados y utilizado para mezclas de hormigón, donde sus propiedades y características varían de acuerdo al lugar de desarrollo García (2020).

En la ciudad de Trujillo, existe una carencia en la investigación de concretos de alta resistencia al igual que el desarrollo de las edificaciones. En el enfoque de la modernidad de las ciudades, se necesitarán edificios que tengan mucho mayor altura para satisfacer el ámbito económico y poblacional. Actualmente allí, se utilizan concretos tradicionales de hasta  $210 \text{ kg/cm}^2$  como máximo y concretos autocompactantes de hasta  $350 \text{ kg/cm}^2$  eventualmente, con estas resistencias se mantiene el sistema estructural compuesto por columnas, vigas, losas y muros armados

Con la incorporación de la microsílíce y nanosílíce, se puede aprovechar sus propiedades para reducir la permeabilidad a fluidos y mejorar la difusión iónica; es decir se tendría un concreto de alta resistencia a la penetración de elementos tales como sulfatos, cloruros, dióxido de carbono, ácidos, vapores y gases.

La presente investigación tiene justificación de naturaleza **teórica**, debido a que se tomara en cuenta las bases conceptuales, teóricas y normativas del diseño de mezcla del concreto de alta resistencia, así como los conceptos y teorías de las propiedades de la microsílíce y nanosílíce. De naturaleza **práctica**, porque se realizará el diseño de mezcla y los posteriores ensayos en el laboratorio al agregar los componentes propuestos.

Además, se justifica de naturaleza **metodológica**, ya que se utilizará la metodología científica, experimental. De naturaleza **tecnológica**, porque será como precedente para una solución en mejoramiento del diseño de mezcla de concreto agregando nuevos componentes anteriormente mencionados para alcanzar alta resistencia y durabilidad.

Por todo lo expuesto anteriormente se plantea la razón para formular el siguiente problema de la investigación: ¿Cómo influye las adiciones de microsílíce, nanosílíce y superplastificante en el diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia de  $600 \text{ kg/cm}^2$  - Trujillo -2021.

## **Objetivo**

### **Objetivo general**

- Diseñar un concreto de alta resistencia de 600 kg/cm<sup>2</sup> con la adición de microsílíce, nanosílíce y superplastificante- Trujillo -2021.

### **Objetivos específicos**

- Estudio de las propiedades físicas de los agregados para realizar el diseño de mezcla de un concreto  $f'c = 600\text{Kg/cm}^2$
- Determinar las propiedades físicas del concreto en estado fresco con la adición de microsílíce, nanosílíce y superplastificante.
- Determinar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido con la adición de microsílíce, nanosílíce y superplastificante

## **Hipótesis**

### **Hipótesis General**

- Las adiciones de microsílíce, nanosílíce y superplastificante mejoran notablemente el diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia.

### **Hipótesis específicas**

- El porcentaje microsílíce, nanosílíce y Superplastificante es óptimo para el diseño de Mezcla de concreto de alta resistencia de 600 kg/cm<sup>2</sup>.
- Las adiciones de microsílíce, nanosílíce y Superplastificante mejoran el comportamiento en Estado Fresco del concreto de alta resistencia de 600 kg/cm<sup>2</sup>.
- Las adiciones de microsílíce, nanosílíce y Superplastificante mejoran el comportamiento en Estado endurecido del concreto de alta resistencia de 600 kg/cm<sup>2</sup>.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **Antecedentes**

#### **Antecedentes internacionales**

En la presente investigación titulada Morteros de cemento con aditivos de humo de sílice y nanosílice, Morejón (2015) tuvo como objetivo general investigar de qué manera influye el humo de sílice si se le adiciona diversos porcentajes de 4%, 6% y 8%, mientras que los porcentajes del nanosílice son de 2%, 1% y 0% en diversa proporción con relación al peso que tiene el cemento en un mortero. La metodología consistió en una investigación aplicada, de enfoque cuantitativo, con un diseño experimental y de nivel correlacional, la muestra fueron testigos de concreto. En conclusión, respecto a la resistencia el mortero muestra un mejor comportamiento, con disminución de la porosidad e incremento de ratio gel/portlandita, se ha logrado mayor hidratación y la durabilidad ha tenido mejoría, pero no ha sido el valor más elevado. Por otro lado, cuando se realizan adiciones se visualiza que la resistencia brinda mejorías considerables, ganando hasta un 5% de resistencia a compresión por los veintiocho días.

En el presente artículo internacional titulado Propiedades reológicas y mecánicas del hormigón autocompactante con la adición de microsílice y nanosílice, Sánchez et al. (2016), se tuvo como objetivo general la obtención del hormigón autocompactante con el humosílice, nanosílice y la mezcla de las dos adiciones para cumplir con la resistencia mecánica y sea más durable, la investigación fue aplicada, su enfoque fue cuantitativo con un diseño experimental y el nivel correlacional, su muestra fueron las diversas mezclas que se elaboraron con distintos porcentajes de aditivos. Se usaron diferentes aditivos y entre ellos tenemos superplastificante, controlador de viscosidad, microsílice y nanosílice, se elaboró el concreto con aditivo controlar de viscosidad y superplastificante. Se tuvo como conclusión que para una mejor prestación las dosificaciones más recomendadas son de 2.5% de humo de sílice y 2.5% de nanosílice, incrementando la resistencia a la compresión en un 36% referente al concreto señalado.

En la presente tesis internacional titulada Diseño de mezcla y caracterización físico – mecánica de un concreto de alta resistencia fabricado con cemento. El investigador Giraldo (2015) propuso como objetivo general ejecutar la dosificación óptima para la mezcla del concreto que obtenga una mayor resistencia variando entre los 43 y 58 Mpa, de acuerdo a las características de cada material que se utilizara en la presente investigación. Se tuvo como conclusión que los materiales que se mezclaron del concreto presentaron limitada fluidez, creando así asentamientos de 2 pulgada a 5cm, es por ello que se incrementó un aditivo que tiene como peculiaridad disminuir el contenido de agua, es considerado de bajo rango, teniendo la facultad de un 10% o 8% de mitigación del agua. También se indicó que los aditivos que tienen un rango mayor presentan el mismo efecto con respecto a la propiedad mecánica con incremento de fluidez, facilitando el colocado del concreto y minorando el escurrimiento.

### **Antecedentes Nacionales**

Flores (2019) en su tesis de investigación titulada “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con nanosílice y microsílice”, tuvo como objetivo principal comparar y determinar las propiedades mecánicas de un concreto que posee elevadas resistencias al cual se incorporar nanosílice. Tuvo un enfoque cuantitativo, tipo aplicada y de un diseño cuasi experimental. Para su desarrollo Se empleó tres dosificaciones de aditivo nano sílice al 0.5%, 1.5% y 3% y microsílice 5.0%, 10.0% y 15.0% en un diseño propuesto para un concreto de 600 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados demostraron que reemplazar parcialmente el cemento por aditivos mejora las propiedades mecánicas del concreto durante su etapa rígida, sin embargo existe una disminución ligera de la trabajabilidad en esta; con respecto a los resultados de la resistencia máxima, estas van a variar según la dosificación y aditivo. Concluyo que una dosificación eficiente de los aditivos es al 10% (900.33 kgf/cm<sup>2</sup>) de microsílice y 1.5% (922.67 kgf/cm<sup>2</sup>) nanosílice obteniendo una resistencia máxima; comparando ambas el nanosílice es el aditivo más eficiente, y que sobrepasar la dosificación tendrá como consecuencia una resistencia mínima en el concreto.

Gutierrez et al. (2018) en su investigación titulada “Estudio comparativo de la determinación de propiedades de resistencia en el concreto utilizando nano sílice y micro con agregados de la cantera Cutimbo – Puno” tuvieron como objetivo principal comparar y determinar propiedades de resistencia agregado de la cantera Cutimbo, nanosílice y microsílice en un concreto al igual que observar las propiedades de análisis de costos y resistencias con nanosílice y microsílice, para que así luego sean aplicadas en diferentes edificaciones de niveles elevados en las obras ejecutadas en las instituciones públicas y en la región de Puno. La investigación fue de tipo comparativo, nivel comparativo explicativo, con un método cuantitativo. Los resultados obtenidos indicaron que la resistencia en compresión incrementa en 45.71%, 59.83% y 54.28% cuando se incorpora microsílice al 5%, 10% y 15%, incrementando su resistencia a la compresión en 41.78%, 50.40% y 51.32% cuando se incorpora nanosílice en .5%, 1% y 1.5%. Se concluyó que la resistencia más elevada obtenida en la prueba de compresión durante 28 días fue de 540.54kg/cm<sup>2</sup> con nanosílice de 1.5 % y 570.95 kg/cm<sup>2</sup> con la adición de microsílice de 10%. Con respecto al costo el análisis arrojó que disminuye en costo en 7.82, 9.66% y 21.44% con microsílice en 5%,10% y 15% y en 37.19% ,41.31% y 38.38%, con nanosílice 0.5%,1%y1.5%.

Carrasco y Fernández (2019) en su investigación “Influencia del Nano-sílice en las propiedades de un concreto de F’c= 350 kg/cm<sup>2</sup> para obtener un concreto de alta resistencia, Lima 2019” tuvo como principal objetivo determinar cuál es la variación de las propiedades del concreto adicionando nanosílice, para un concreto base de F’c=350 kg/cm<sup>2</sup> y así determinar la resistencia a la compresión, de trabajabilidad, contenido de aire, peso unitario, o la intensidad que lo modifica. Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental de nivel exploratorio, tipo aplicada. Por lo resultados obtenidos se concluyó que al aumentar el porcentaje de Nano-sílice la consistencia del concreto base de 350 kg/cm<sup>2</sup> también aumenta en 43.75%, 137.5%, 203.1%, 231.25% con respecto a cada aplicación dosificada de nanosílice; usa el superplastificante con nanosílice produce alta viscosidad generando mala trabajabilidad del concreto, como resultado no se distribuye de manera adecuada al momento del vaciado. Otra conclusión en relación a la resistencia a la compresión para el concreto se encontró que este aumenta significativamente con la adición de nano-sílice, en un porcentaje de 2% durante 28

días con una 52.9% más de resistencia por último la aplicación de la dosis de 0.5% genera una mayor en 24 horas.

Escobedo (2014), investigo sobre la “Incidencia de la nanosílice en la resistencia mecánica de un concreto de alta resistencia con cemento Portland tipo 1” tuvo como objetivo estudiar el incremento a la resistencia mecánica a la compresión de las diferentes variedades de concretos de alta resistencia aplicando diferentes concentraciones nanosílice (GAIA NANOSILICE) (0.5%; 1.5%; 3.0%) en base al concreto patrón (C.P). Los resultados fueron el concreto que fue adicionado con 1.5% de nanosílice obteniendo como resistencia máxima  $f'c=619.97\text{kg/cm}^2$  y en 28 días fue de  $f'c=785.30\text{kg/cm}^2$ . Concluyendo que para el nanosílice la dosis optima es 1.5%, al 3.0% fue significativo por la segregación en la mezcla fue muy fluida.

García (2020) en su investigación titulada “Análisis del comportamiento del concreto de alta resistencia adicionando microsílice y aditivo superplastificante para determinar sus propiedades físico - mecánica, Lima - 2020” tuvo como objetivo principal objetivo analizar el comportamiento del concreto agregando aditivo superplastificante y microsílice; remplazando parcialmente el cemento en proporciones, en estado endurecido y fresco. La metodología aplicada fue de tipo aplicada, de diseño experimental, con un nivel explicativo y enfoque cuantitativo: el instrumento utilizado fueron las fichas técnicas. Los resultados fueron respecto a sus simples efectos producidos cuando se adiciono microsílice es de 8.9 cm, 7.8 cm, 7.9 cm y 7.9 cm; la temperatura varia en los 29.4 °C, 28 °C, 26.9 °C y 26.2 °C; finalmente la prueba de resistencia a la compresión arrojó un resultado de 523  $\text{kg/cm}^2$ , 538  $\text{kg/cm}^2$  y 542  $\text{kg/cm}^2$  en un promedio de 822  $\text{kg/cm}^2$  proyectado a 28 días y 602  $\text{kg/cm}^2$  a 14 días.

## **Enfoques conceptuales**

### **Superplastificantes**

Es un reductor de agua de alto rango, economizador de cemento, cuando se adiciona a una mezcla con una slump normal, se consigue que el concreto obtenga un fluido facilitando su colocación y haciéndolo apto para el bombeo

## **características y ventajas**

- facilita la manejabilidad de la mezcla evitando la segregación
- Mejora el crecimiento de la resistencia original del concreto
- Permite reducir notablemente el porcentaje de agua hasta 30%
- Incrementa ampliamente la aislamiento y durabilidad del concreto

## **Microsílice**

El Instituto Americano del Concreto (ACI), Guía del Contratista para la Construcción en concreto de calidad (2015), define a la microsíllice como una clasificación puzolánica, siendo un subproducto que producen los metales que tienen silicón. El tamaño de la partícula del cemento de la microsíllice es de uno en cien, entre los métodos prácticos para incrementar la microsíllice en el mortero pueden ser por compactación o fluido. Uno de los beneficios primordiales es el incremento de la durabilidad, cuidando que no ocurra la corrosión cuando se realiza el mortero, obteniendo la resistencia adecuada ante cualquier aditivo como el cloruro.

## **Beneficios que tiene en el concreto la microsíllice**

El presente artículo de la empresa Koprino (2015) menciona que el uso del concreto tiene como beneficio:

- Su uso de la microsíllice aumenta la vida útil del concreto mejorando su durabilidad.
- Al tener menor permeabilidad, protege del ion cloruro incrementando el tiempo para lograr la corrosión.
- Usualmente se utiliza en las estructuras que se encuentra expuesta a cualquier químico que sea agresivo, mientras que en los alimentos sobrelleva diversos ácidos como los grasos y en los químicos resiste a los petroquímicos, fosfato, ácido mineral, nitrato, etc.
- El mortero tiene mayor resistencia ante el desgaste y la abrasión extendiendo la vida útil.
- Contiene una mayor resistencia y menor permeabilidad proporcionando una mejor defensa ante el sulfato.



- Cuando se disminuye el hidróxido de calcio no se logra combinar con el dióxido de carbono llegando a causar la fluorescencia.

Si se utiliza la microsílíce se obtiene mejoría en las características y propiedades del concreto, por eso se debe tener en cuenta todos los beneficios que se obtienen del mencionado aditivo, haciendo diversas pruebas y obteniendo ahorro en el proyecto.

**Tabla 1.** Propiedad química de la microsílíce

Análisis químico		Finura (dm promedio)	% pasando 45 Mm	Partícula	Forma	Norma
Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	93% min.					
Trióxido de dihierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.8% máx.					
Trióxido de dialuminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.4% máx.					Cumple con la norma CSA-A 3001-03
Monóxido de Calcio (CaO)	0.6% máx.	0.1-0.2 mm	95-100%	Esférica	Amorfa	
Monóxido de magnesio (MgO)	0.6% máx.					
Monóxido de disodio (Na <sub>2</sub> O)	0.2% máx.					
Monóxido de dipotasio (K <sub>2</sub> O)	1.2% máx.					
Carbono (C)	2% máx.					
Trióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	0.4% máx.					

**Nota:** Fuente elaborada por Propiedad química de la microsílíce (SIKA, 2014)

Entre los principales tipos de microsílíce se tiene diversas marcas como silica, química suiza industrial del Perú y Sika, Córdova, M. y Portugal, J. (2014) menciona que en otra oportunidad ya se realizó la dosificación con Sika, según la ficha técnica de 1% a 10% del peso del concreto, pero no se realizó la comparación con ninguna otra.

### Nanosílíce

Alcaraz (2015) mencionan que la nanosílíce se encuentra conformada por decena de tamaños manométricos que es compuesto mayormente por oxido de silicio. Este elemento tiene propiedad puzolanica de la misma manera que la alúmina y cuando se junta con componentes hidratados incrementan sus propiedades del concreto.

Se les denomina sílice a los conocidos como dióxido de silicio u oxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), siendo un componente principal de la arena.

Entre las principales Ventajas de usar nanosílice Escobedo (2014) menciona las siguientes:

- Brinda una mayor resistencia a la tracción y compresión con poca dosis de concreto entre 1.5% y 1% y cuando se le adiciona elevado porcentaje tiene propiedad autocompactante.
- Si se utiliza valor pequeño de la relación A/C agua cemento igual se adquiere una adecuada trabajabilidad, esto significa que no es necesario utilizar superplastificante.
- Elevada velocidad de reacción
- El rendimiento de la formulación de la superplastificante, microsílíce y cemento, tiene un 90% en el concreto.
- La permeabilidad es de 1% a 0%
- El operario de la sílice es beneficioso para la salud y el medio ambiente
- Si se utiliza la microsílíce tradicional con fibra o superplastificante ambos tienen el mismo precio
- Cuando se utiliza la nanosílice en el concreto mezclado determina la corrosión por motivo de que es más denso el concreto y el flujo del agua no permite.

Cuando la nanosílice se junta con el agua su capacidad se eleva, de igual manera ocurre con el concreto, pero no sucede lo mismo con todas. Es por ello, que actúa como un núcleo activador de los C-S-H (compuesto hidratado). Siendo muy favorables, teniendo como resultado el incremento de geles obteniendo mayor resistencia y menos poros (León,2012).

### **Diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia de 600 Kg/cm<sup>2</sup>**

Al diseño de mezcla de un concreto también se le conoce distribución de mezcla del concreto, lo cual consiste en: seleccionar los ingredientes requeridos como el agua, aditivo, cemento y agregado, también determinar la proporción para que sea más económico y el concreto llegue a contener una mayor resistencia a la compresión, una apropiada durabilidad y trabajabilidad.

Como se menciona anteriormente entre sus condiciones básicas se tiene la economía siendo uno de los factores más importantes, teniéndolo en cuenta para

comparar distintas mezclas. Correspondiendo a la suma de cada costo del equipamiento, materiales y la mano de obra; el agregado es más barato que el cemento es por ello que para reducir costos se debe realizar lo siguiente:

- Usar menos slump permitiendo la colocación adecuada
- Usar el tamaño máximo de los agregados
- Usar la relación adecuada del agredo fino y grueso
- Si es necesario usar convenientes aditivos

La economía del diseño de mezcla es un factor importante de la calidad que se espera alcanzar.

Por otro lado, la trabajabilidad debe permitir una colocación adecuada, la proporción del agua depende de la característica del cemento y agregados. Si se debe mejorar la trabajabilidad, se recomienda aumentar el mortero, el cemento y el agua (Lura, 2006).

Además, la durabilidad y la resistencia, no siempre se logra adquirir la resistencia a los 28 días y su durabilidad ante los ataques químicos, deshielo y congelamiento limitando la relación agua cemento que necesitan los aditivos.

Osorio (2021), menciona que los materiales que se usan se debe saber la densidad del cemento, la masa unitaria, el tamaño de la grava, su granulometría, módulo de finura, densidad, masa unitaria y humedad de los agregados. Mientras que el proceso para diseñar la mezcla del concreto es estudiar las especificaciones que tiene la obra, definir la resistencia a la flexión y compresión, elegir el lugar, saber el TMN y T, estimar el aire y contenido de agua, los materiales cementantes, verificar la granulometría del agregado, estimar el agregado fino y grueso, ajustar la humedad.

## **Propiedades del concreto**

### **Propiedades físicas del concreto**

Pastrana, et. al. (2019), en las propiedades físicas se considera la absorción del agua, la porosidad y la densidad, los cuales se determinan según la norma ASTM C642. Este tipo de mezcla presenta incremento de porosidad y absorción con un curado de 28 días los que contienen CWP. Se le atribuye la dilución, cuando se

reemplaza el cemento portland por otro inerte, minorando el producto de hidratación y aumentando en la mezcla la absorción.

**Tabla 2.** Absorción, porosidad y densidad con un curado de 28 días

Mezcla	Absorción después de inmersión (%)	Densidad aparente kg/m <sup>3</sup>	Volumen de poros permeables (%)
Patrón	3.83	2582	9.29
F-10%	4.40	2569	10.13
F-20%	4.34	2565	9.99
F-30%	4.43	2559	10.32

**Nota:** Fuente elaborada por Pastrana

En la tabla 2 se puede visualizar que la mezcla F-20% tiene menos porcentaje de poros permeables y absorción después de la inmersión en comparación con los otros.

Soto (2018) hace referencia sobre las propiedades físicas del concreto en los cuales se desarrollan ensayos del contenido de vacíos, absorción del agua y la densidad del concreto endurecido. En la tabla 3 se visualiza cada resultado del ensayo, referente a la relación agua cemento incrementando el coeficiente de variación y la desviación estándar. También se muestra en la figura 1 la mezcla estudiada el cual permite interpretarlo de forma adecuada la propiedad física del concreto.

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Ultra	Requisitos NTP-334.082 / ASTM C-1157
Contenido de aire	%	4.7	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.02	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	480	No específica
Densidad	g/ml	3.0	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	245	Mínimo 112
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 184
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	457	Mínimo 255
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	147	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 420
<b>Barras curadas en agua</b>			
Expansión a 14 días	%	0.009	Máximo 0.020
<b>Potencial Alcali-Reactivo</b>			
Expansión a 14 días	%	0.009	Máximo 0.020
Expansión a 56 días	%	0.021	Máximo 0.060
<b>Calor de Hidratación</b>			
Calor de hidratación a 7 días	cal/g	63	Máximo 70
<b>Resistencia a los sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.034	0.05 % máx. a 180 días

**Figura 1.** Propiedad física y químicas del cemento

**Fuente:** Cemento Andino

**Tabla 3. Característica física del concreto endurecido**

Hormigón	Densidad específica – estado endurecido (g/cm <sup>3</sup> )			Absorción de agua (%)			Contenido de vacíos – estado endurecido (%)		
	Media	Ds	CV (%)	Media	Ds	CV (%)	Media	Ds	CV (%)
	Proporción agregado/cemento de 15:1								
15-REF	2,71	0,03	1,26	6,39	0,27	4,27	10,86	0,56	5,21
15-R.P5	2,69	0,03	1,06	6,42	0,32	4,98	10,82	0,52	4,80
15-R.P10	2,66	0,03	1,19	6,47	0,25	3,86	10,69	0,59	5,52
15-R.P15	2,62	0,04	1,36	6,54	0,31	4,74	9,98	0,57	5,71
15-R.P20	2,59	0,03	1,30	6,61	0,36	5,44	9,75	0,61	6,25
Proporción agregado/cemento de 10:1									
10-REF	2,78	0,05	1,88	5,81	0,29	4,96	10,85	0,49	4,55
10-R.P5	2,80	0,05	1,67	5,76	0,30	5,25	10,81	0,45	4,16
10-R.P10	2,77	0,05	1,88	5,80	0,33	5,62	10,86	0,50	4,60
10-R.P15	2,74	0,05	1,85	6,02	0,33	5,54	10,92	0,41	3,75
10-R.P20	2,69	0,05	1,68	6,24	0,32	5,05	11,11	0,46	4,14
Proporción agregado/cemento de 6:1									
6-REF	2,81	0,05	1,82	5,01	0,28	5,58	9,98	0,47	4,72
6-R.P5	2,84	0,05	1,83	4,96	0,31	6,25	9,86	0,49	4,97
6-R.P10	2,82	0,05	1,75	4,98	0,29	5,82	9,89	0,42	4,25
6-R.P15	2,78	0,06	1,99	5,09	0,32	6,28	10,08	0,46	4,56
6-R.P20	2,75	0,05	1,76	5,15	0,27	5,24	10,67	0,50	4,68

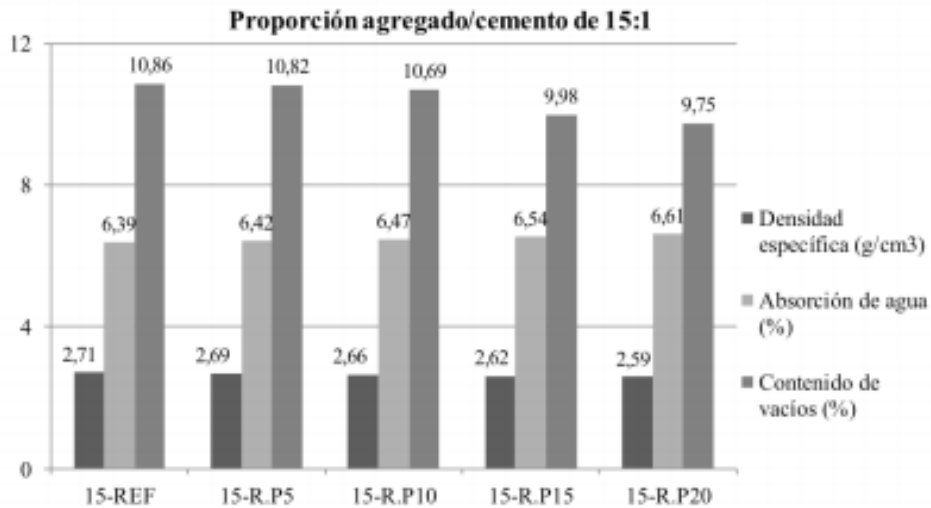
**Nota:** Fuente elaborada por Soto Izquierdo

Entre las propiedades físicas que tiene el concreto se encuentra la gravedad específica y la absorción, mientras que en las mecánicas se realiza el ensayo del CBR, perdida mediante la prueba con sulfato de magnesio y la abrasión por medio de la prueba de los ángeles. Como se visualiza en la siguiente tabla 4 (Pérez, Garnica y Rivera, 2018).

**Tabla 4.** Propiedades de los agregados del concreto

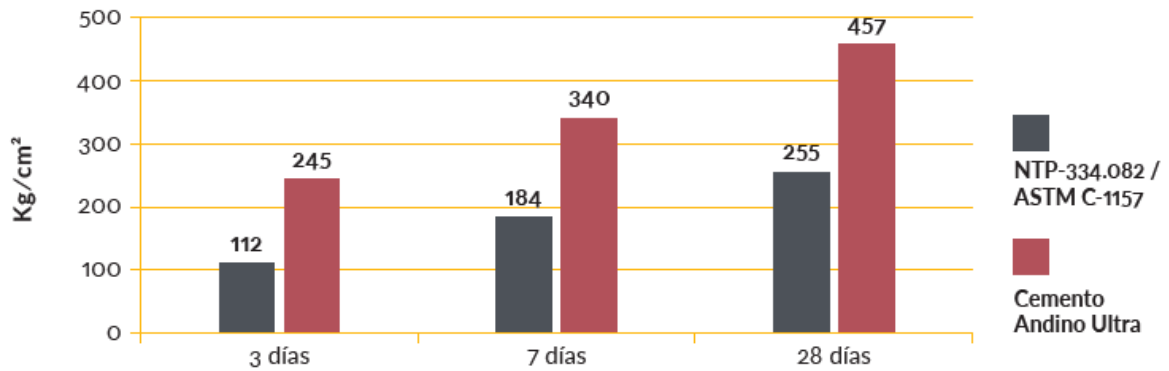
PROPIEDAD FISICA	RANGO DE VARIACIÓN
Gravedad específica	2.2. a 2.5 (partículas gruesas). 2 a 2.3 (partículas finas).
Absorción	2 a 6 (partículas gruesas). 4 a 8 (partículas finas).
PROPIEDAD MECANICA	RANGO DE VARIACIÓN
Abrasión por medio de las pruebas de los Ángeles.	20-45 (agregado grueso)
Perdida mediante la prueba con sulfato de magnesio.	4 o menos (agregado grueso). Menor que 9 (partículas finas).
California Bearing Ratio (CBR)	94-148%

**Nota:** Fuente elaborada por Schaertl y Edil



**Figura 2.** Propiedad física del concreto 15:1 proporción agregado/cemento

**Fuente:** Schaertl y Edil



**Figura 3.** Comparación resistencias vs Cemento Andino Ultra

**Fuente:** Cemento Andino

### Propiedades mecánicas del concreto

Terreros y Carvajal (2016), mencionan sobre las propiedades mecánicas de un agregado que estudia la adherencia, su resistencia, dureza y tenacidad.

- Adherencia es el contacto entre la pasta y el agregado produciendo por la fuerza los orígenes físicos - químicos, proporciona mayor resistencia al concreto porque cuando existe incremento de adherencia más serán los refuerzos que resiste el concreto.
- La resistencia del concreto tiene una dependencia de la resistencia del agregado, por ellos debe ser adecuado el proceso de trituración y explotación, conforme la norma BS – 812.
- Dureza depende del lugar de donde procede el agregado, la mineralógica y estructura obteniéndose a través de ensayos que se denomina desgaste en la máquina.
- Tenacidad viene a ser la falla en la resistencia por el impacto el cual es dependiente del origen de la roca.

Soto (2018) menciona que, entre las características del material, en el cemento portland con una resistencia antes de tiempo que se puede conseguir en Brasil tiene propiedades mecánicas y físicas (Tabla 5)

**Tabla 5.** *Propiedades mecánicas y físicas del cemento*

<b>Propiedades</b>	<b>Resultados</b>
Masa específica (g/cm <sup>3</sup> )	3.12
Superficie específica, Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	4.743
Tiempo de fraguado inicial (min)	110
Tiempo de fraguado final (min)	163
Expansión de volumen (mm)	3
Resistencia a la compresión a los 3 días (MPa)	44.40
Resistencia a la compresión a los 7 días (MPa)	47.90
Resistencia a la compresión a los 28 días (MPa)	52.20

**Nota:** Fuente elaborada por Soto Izquierdo

## **Comportamiento del Concreto Fresco**

### **Ensayo de Slump**

BLOG (2015) menciona que este tipo de ensayos es muy fácil de ejercer en obra con respecto a la consistencia del concreto fresco que se realiza a través del cono de Abrams, no es necesario ningún personal personalizado o equipos de alto valor y brinda satisfactorios resultados. En este tipo de ensayos se utiliza un molde metálico troncocónico que tiene entre 20 a 10cm de diámetro y una altura de 30cm, siendo inferior o superior.

Entre el equipo que se utiliza es la plancha metálica, el cono de Abrams de medida estándar, la wincha metálica y la varilla para el apisonado con un diámetro de 5/8” de fierro liso, con una punta redondeada de 60cm de largo.

### **Tiempo de fragua**

Demetrio (2018) menciona que entre las características mecánicas y físicas del cemento es importante el tiempo de fragua, cumpliendo con cada norma establecida. Cada profesional exige que las diversas industrias proporcionen el material homogéneo, manipulándolo con el tipo adecuado y se tenga la resistencia mínima al poco tiempo, en largo tiempo y optima durabilidad, para asegurar el comportamiento adecuado del hormigón y el mortero.



Entre las consideraciones del tiempo de fraguado se tiene la variación en el agua de la concentración o evolución de cada compuesto de la relación agua-cemento por diversas técnicas, entre ellas se tiene la espectrometría Moss Bauer, la resonancia magnética nuclear, análisis microscópico, espectroscopia infrarroja, difracción de rayos x, análisis térmicos, entre otros, siendo todos métodos químicos).

Por otro lado, en método térmico es producido por las reacciones exotérmicas de la hidratación. Entre las características fisicomecánicas tiene variaciones a través del tiempo como por ejemplo la resistencia mecánica y la plasticidad, realizándolo por ensayo de penetración o técnica sónica detectando punto singular.

### **Peso unitario**

BLOG (2021) menciona que cuando se refiere al peso unitario se define al peso del cuerpo por unidad de volumen, este puede variar según el contenido del agua que tiene el suelo, se define como el peso unitario seco, peso unitario saturado y el húmedo. Sus unidades son (kg/m<sup>3</sup>). El ensayo se puede realizar sobre el agregado grueso o fino, usando en la práctica cada parámetro de la dosificación del concreto.

## **Comportamiento del Concreto Endurecido**

### **Resistencia a la Compresión:**

Las propiedades importantes del concreto ya que indican las funciones estructurales en este caso la alta resistencia.

De acuerdo a la norma ASTM C39 el Ensayo de resistencia a la compresión específica que es el promedio del ensayo de tres probetas estándar cilíndricas de concreto con 6" de diámetro x 12" de altura, curadas a temperatura ambiente, ensayadas a los 7, 14, 28 días de edad.

### **Resistencia a la Tracción por compresión diametral**

De acuerdo a la normativa NTP (339.084) hace referencia que es un método de ensayo el cual se basa en un alargamiento de una fuerza de compresión diametral a extenso de la longitud de una muestra cilíndrica del concreto, con una velocidad

prescrita hasta que se produzca la falla. La carga genera el esfuerzo de tracción sobre el plano inferior de la carga y un incremento del esfuerzo a la compresión en el área posterior donde se genera la carga. La rotura por tracción se produce antes que la compresión debido a las áreas donde se aplica la carga, considerando un estado de compresión triaxial que permita soportar el esfuerzo de compresibilidad elevado respecto al ensayo de compresión uniaxial.

### **Resistencia a la Flexión:**

En Base a la National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA): El ensayo de resistencia a la flexión mide la resistencia a la tracción del material (concreto), en otras palabras, es la resistencia por falla del momento de una losa o viga del concreto sin reforzamiento. La medida se obtiene por la aplicación de la carga de vigas de concreto con dimensiones de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor.

La resistencia a la flexión se mide a través del Módulo de Rotura (MR) en las siguientes unidades (lb/plg<sup>2</sup> o (MPa)) y es determinada por las normativas internacionales de los ensayos ASTM C78 (cargada en los puntos 1/3) o ASTM C293 (cargada en el punto intermedio).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Behar (2008) menciona el tipo de investigación aplicada se le reconoce con otro tipo de nombres como dinámica, activa y práctica, tiene como característica la búsqueda de aplicaciones y el uso de conocimientos adquiridos. Este tipo de investigación se encuentra relacionada con la básica porque necesita de los resultados y avances que se obtengan.

El proyecto de investigación se considera aplicada ya que se usarán teorías existentes y diversos procesos para obtener los resultados del objetivo que se planteó, reconociendo la realidad existente.

##### **Diseño de investigación**

Atenea, et al. (2010) referente a la investigación experimental menciona que se pueden encontrar 6 características que muestran la diferencia entre este tipo de investigación de alguna otra. Entre ellas podemos encontrar: el poder manipular la variable independiente, poder comparar dos o muchos más grupos, equivalencia estadística por grupos que se forman al azar, poder medir las variables dependientes, utilizar estadísticas inferenciales, poder tener un diseño que proporcione el control de cada variable extraña. Por otro lado, HOWARD y SHAGUN (2014) menciona que un diseño cuasiexperimental coteja casuales hipótesis, en el mencionado anteriormente como el experimental, la política o el programa es considerado como intervención, comprobando mediante tratamientos, incluido cada elemento para lograr el objetivo planteado.

El proyecto de investigación se considera una investigación experimental porque se realizarán manipulaciones a las variables y se puede tener controlado la disminución u aumento de ellas, esto significa que se va manipular las variables independientes indicada y se visualizara que efecto produce en la variable dependiente. Además, se considera cuasi – experimental porque identifica la comparación de cada variable, referente a

las características que tienen e introducir algo parecido a un diseño experimental en los procedimientos para recolectar los datos.

### **Nivel de investigación**

Cazau (2006) menciona que la investigación explicativa es diferente a la correlacional y descriptiva porque abarca mucho más, trata de hallar explicaciones a los diversos fenómenos que se estudien, buscando establecer, de forma confidencial, la relación que existe entre varios o solo un efecto de la variable dependiente y varias o solo una causa de la variable independiente.

El proyecto de investigación es considerado de nivel explicativo porque abarcara mucho más que la descripción, se indagara las diversas causas y explicar por qué ocurre y si las variables se encuentran relacionadas.

### **Enfoque de investigación**

Lemelin (2004) menciona que un enfoque cuantitativo es opuesto al cualitativo, eso no quiere decir porque son exclusivos si no se complementan; en otras palabras, el enfoque cuantitativo es reconocido porque se puede medir, con mayor precisión, su cantidad es considerando como algo que se puede contar o medir, ya sea de la disminución o su crecimiento.

El presente proyecto de investigación es de un enfoque cuantitativo porque se realizarán diversos ensayos y los resultados obtenidos serán numéricos y medibles.

## **3.2. Variable y Operacionalización**

La operacionalización consiste en el proceso por el cual las variables se convierten en componentes directamente medibles a través de la matriz que organiza secuencialmente las definiciones conceptuales y operacionales considerando como requerimiento el establecer dimensiones e indicadores específicos. (Mejía, 2004)

**Tabla 6. Matrix de operacionalización**

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	escala	Metodología
Microsilice	El Comité ACI (American Concrete Institute), define a la microsilice como "una sílice no cristalina muy fina producida por hornos de arco eléctrico como un subproducto de la fabricación de silicio metálico o ferrosilicio".	La microsilice y la nanosilice constan de propiedades físicas, químicas y otras características como de uso, producción, aplicación y el grado de contaminación con el medio ambiente. (MANUEL HERALDO PEREZ BAHAMONDE, 2008, p. 36)	propiedades químicas  dosificación	composición química  5%, 8%, 10%	análisis químico en laboratorio  balanza electrónica	Razon	Tipo: Aplicada Nivel: Explicativa Diseño: Cuasiexperimental Enfoque: Cuantitativo Población: producción de concreto de alta resistencia Muestra: La cantidad de muestras se realizará de acuerdo al comportamiento del concreto endurecido 72 unidades. muestreo: no probabilístico Técnicas • La Observación Sistematizada. • La bibliografía • Las técnicas estandarizadas • Fuentes Primarias • Fuentes Secundarias Instrumentos: Fichas técnicas, ensayos y pruebas.
	Según Pérez (2008, p. 28), "la nanosilice es conocido también como una sílice en su condición líquida, que tiene la particularidad de poseer partículas de dimensiones nanométricas, cuyos tamaños son mil veces más pequeña que la microsilice"		propiedades químicas  dosificación	composición química  2%	análisis químico en laboratorio  balanza electrónica	Razon	
superplastificante	Según Sanchez Sarate (2017, p. 37), "Un aditivo superplastificante se caracteriza por su superior capacidad reductora de agua que brindan una mayor fluidez al concreto convencional lo cual permite disminuir la relación a/c.	aumenta la manejabilidad de las pastas de cemento y por lo tanto la manejabilidad del concreto.	propiedades químicas  dosificación	composición química  2%	análisis químico en laboratorio  balanza electrónica	Razon	

Fuente: Elaboración propia.

Variable dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	escala	Metodología
<b>Concreto de Alta Resistencia</b>	De acuerdo al Comité 363 del American Concrete Institute ACI se define al concreto de alta resistencia como aquel concreto que cumple con la composición, desempeño especial y requisitos de uniformidad no solamente con los elementos tradicionales sino con la adición de componentes como aditivos y sílices para su posterior elaboración, colocación y curado.	El ACI define al concreto de alta resistencia como concretos de alto desempeño porque alcanza su resistencia superior y/o igual a la de 500 kgf/cm <sup>2</sup> a sus 28 días cumpliendo las condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad.	Diseño de Mezcla	Granulometría de los agregados Pesos específicos (kg/m <sup>3</sup> ) Pesos unitarios (kg/m <sup>3</sup> ) Contenido de Humedad (%) Contenido de Absorción (%) Metodo comité 211 ACI -4R	Tamizado Fiola Recipiente metálico Horno de laboratorio Horno de laboratorio Dosificación	Razon	Tipo: Aplicada Nivel: Explicativa Diseño: Cuasiexperimental Enfoque: Cuantitativo Población: Las unidades de estudios del concreto de alta resistencia adicionando microsilice (5%, 8%, 10%) y nanosilice (2%) con un relación a/c 0.25, 0.30 Muestra: La cantidad de muestras se realizara de acuerdo al comportamiento del concreto endurecido 183 unidades. Técnicas • La Observación Sistematizada. • La bibliografía • Las técnicas estandarizadas • Fuentes Primarias • Fuentes Secundarias Instrumentos: Fichas técnicas, ensayos y pruebas.
			Propiedades Físicas en concreto de Estado fresco	Slump (pulg) Densidad del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	Cono de Abrams recipiente metálico de 0,5 pie <sup>3</sup>		
			Propiedades Mecánicas del concreto Endurecido	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> ) Resistencia a la Flexion (kg/cm <sup>2</sup> )	Prensa Hidráulica Prensa Hidráulica Prensa Hidráulica		

Fuente. Elaboración propia

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población:

Castro, Parra y Arango (2020) denominan a la población como el Universo Objetivo, constituido por los componentes ilimitados en tiempo, espacio y número.

La investigación contara como población a todas las unidades de estudios del concreto de alta resistencia adicionando microsílíce (5%, 8%, 10%), nanosílíce (2%) y superplastificante (2%) con una relación a/c 0.25 y 0.30.

#### Muestra:

La muestra es definida por el investigador con criterio de exigencia que sea la porción representativa para que dichos resultados logren generalizarse, dentro de la investigación experimental se tienen los patrones de control y experimentales. (Castro, Parra y Arango,2020)

Para lo cual se presenta la siguiente tabla donde se muestra la cantidad de unidades totales por cada ensayo de concreto endurecido a realizar, así como también cabe resaltar que los materiales (agregados, cemento, agua, aditivos [microsílíce y nanosílíce]) serán ensayados para saber sus propiedades físicas y químicas además de pruebas en el estado fresco del concreto.

**Tabla 7.** Cuadro de *Muestra*

Tipo de ensayo	Concreto Base	a/c	Microsilíce	Nanosilíce	Super plastificante	3 días	7 días	14 días	28 días	Sub Total
Comprensión	600 kg/cm <sup>2</sup>	0.25	5%			3		3	3	9
		0.3	8%	2%	2.0%	3		3	3	9
			10%			3		3	3	9
Tracción	600 kg/cm <sup>2</sup>	0.25	5%			3		3	3	9
		0.3	8%	2%	2.0%	3		3	3	9
			10%			3		3	3	9
Flexión	600 kg/cm <sup>2</sup>	0.3	5%						3	3
		0.35	8%	2%	2.0%				3	3
			10%						3	3

Fuente: Elaboración propia

### **Muestreo:**

Es el procedimiento de extracción para evaluar las muestras, de esta manera se indica que la muestreo es no probabilístico porque será de acuerdo al criterio del investigador (Gómez, 2016).

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

La recopilación de datos es el proceso donde se utiliza las técnicas e instrumentos para recabar información de forma sistemática y detallada.

#### **Técnicas**

En los estudios se requiere el empleo de técnicas e instrumentos para que el investigador pueda recabar la información tales como:

- La Observación Sistematizada.
- La bibliografía de donde se obtienen fuentes primarias (Antecedentes y estudios previos) y fuentes secundarias como libros, manuales, normas y materiales electrónicos.
- Las técnicas estandarizadas como son los ensayos y pruebas a realizar los componentes de la investigación (VI y VD).
- Principales fuentes primarias: porcentaje de aditivos en la mezcla.
- Principales fuentes secundarias: material electrónico, normas, revistas, libros y manuales.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Se determinarán y elaborarán de acuerdo al tipo de investigación en este caso experimental y cuantitativa.

Por lo indicado los instrumentos deben ser elementos validados, estandarizados y objetivos que permiten la obtención de datos de las Variables que se mencionaran en continuidad:



**Tabla 8. Variable dependiente**

<b>VD: Concreto de Alta Resistencia</b>	
<b>Dimensiones</b>	<b>Instrumentos</b>
Diseño de Mezcla	Tamizado Fiola Recipiente metálico Horno de laboratorio Horno de laboratorio Dosificación
Propiedades Físicas en concreto de Estado fresco	Cono de Abrams Recipiente metálico de 0,5 pie <sup>3</sup>
Propiedades Mecánicas del concreto Endurecido	Prensa Hidráulica Prensa Hidráulica Prensa Hidráulica Prensa Hidráulica

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9. Variable independiente**

<b>VI: Microsilice, Nanosilice, Superplastificante</b>	
<b>Dimensiones</b>	<b>Instrumentos</b>
Propiedades químicas	Análisis químico en laboratorio
Dosificación	Balanza electrónica

Fuente: Elaboración propia

## Validez y confiabilidad

En base a lo dicho por Monje: Las técnicas e instrumentos que serán usados se deben contener las características de validez, confiabilidad y objetividad para que dichos datos tengan la solidez y exactitud para cumplir con los objetivos plateados. (2011)

**Tabla 10.** Cuadro de Validez

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Procedimientos

El Procedimiento a seguir en la elaboración y la serie de análisis de las distintas mezclas del concreto de alta resistencia determinan a los materiales por sus componentes, propiedades y características de acuerdo a su comportamiento en estado físico y endurecido.

- Etapa 1: Se realizará la recopilación y selección de cada material: cemento, agregados y aditivos. Entre ellos se cuenta con los agregados de la cantera Los Mellizos - Huanchaco -Trujillo.
- Etapa 2: Se dispondrá de agua potable y cemento Pórtland Tipo HS, así como la obtención de los aditivos microsílíce, nanosílíce y superplastificante en porcentajes óptimos.
- Etapa 3: Después se realizará ensayos de laboratorio a los materiales como análisis granulométrico, peso específico y absorción. y relación agua/cemento.

- Etapa 4: Se realizará el diseño de mezcla de concreto de alta resistencia  $F'c= 600 \text{ Kg/ cm}^2$  con las pruebas del concreto en estado fresco, ejecutando la prueba de slump, densidad de concreto,
- Etapa 5: Se realizará 63 probetas, siendo 54 cilíndricas para el ensayo de compresión y tracción y 9 probetas tipo viga para el ensayo a flexión.
- Etapa 6: Luego se va a realizar un curado teniendo en cuenta la norma ASTM C-684-89
- Etapa 7: Después del curado se procede a ejecutar los ensayos mecánicos de resistencia a la compresión, tracción y flexión a los 3, 14, 28 días según la norma NTP 339.216.
- Etapa 8: Se tiene que elaborar un cuadro comparativo de las propiedades mecánicas del concreto endurecido, para sus análisis de influencias de los aditivos de microsílíce, nanosílíce y superplastificante.
- Etapa 9: Se realizará las conclusiones y recomendaciones

### **3.6. Método de Análisis de Datos**

La comparación de datos se obtendrá mediante el registro de los resultados de cada procedimiento realizado de manera secuencial.



**Figura 4.** *Análisis de datos*

### **3.7. Aspectos éticos**

De acuerdo Córdova y Portugal (2014) Los diferentes estudios representan una fuente de conocimiento porque aplica teorías previas y brinda aportes científicos de forma que amplía la visualización de las fronteras siendo indispensable desarrollarla con valores, moral y ética profesional (p.20).

## IV. RESULTADOS

### a. Resultados de los ensayos

Los resultados se van a representar por tablas y gráficos en promedios de la resistencia a la compresión, tracción y flexión obtenidos a los 3,14, 28 días de edad.

#### Resistencia a la compresión

Tabla 11. Resultados de ensayos compresión con microsílíce, nanosílíce y superplastificante

RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE COMPRESION							
Resistencia de estudio	F'c= 600 kgf/cm2						
código	0 días	3 días		14 días		28 días	
	kgf/cm2	kgf/cm2	% Alcanzado	kgf/cm2	% Alcanzado	kgf/cm2	% Alcanzado
Ms 5 - NS 2 - SP 2	0	343	57%	501	84%	709	118%
Ms 8 - NS 2 - SP 2	0	353	59%	508	85%	730	122%
Ms 10 - NS 2 - SP 2	0	362	60%	515	86%	740	123%

Fuente: Elaboración propia

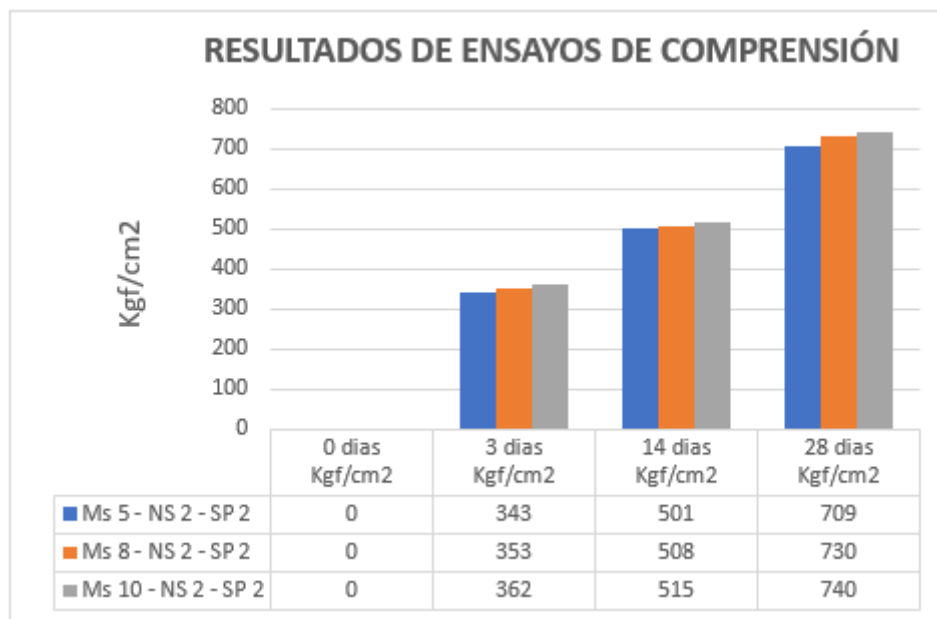


Figura 5. Resistencia a la compresión vs tiempo de curado

## Resistencia a la Tracción

Tabla 12. Resultados de ensayos de tracción con microsílíce, nanosílíce y superplastificante

RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE TRACCION							
Resistencia de estudio	F'c= 600 kgf/cm2						
código	0 días	3 días		14 días		28 días	
	kgf/cm2	kgf/cm2	% Alcanzado	kgf/cm2	% Alcanzado	kgf/cm2	% Alcanzado
	0	0		0		0	
Ms 5 - NS 2 - SP 2	0	64	11%	112	19%	130	22%
Ms 8 - NS 2 - SP 2	0	68	11%	121	20%	147	25%
Ms 10 - NS 2 - SP 2	0	75	13%	132	22%	216	36%

Fuente: Elaboración propia

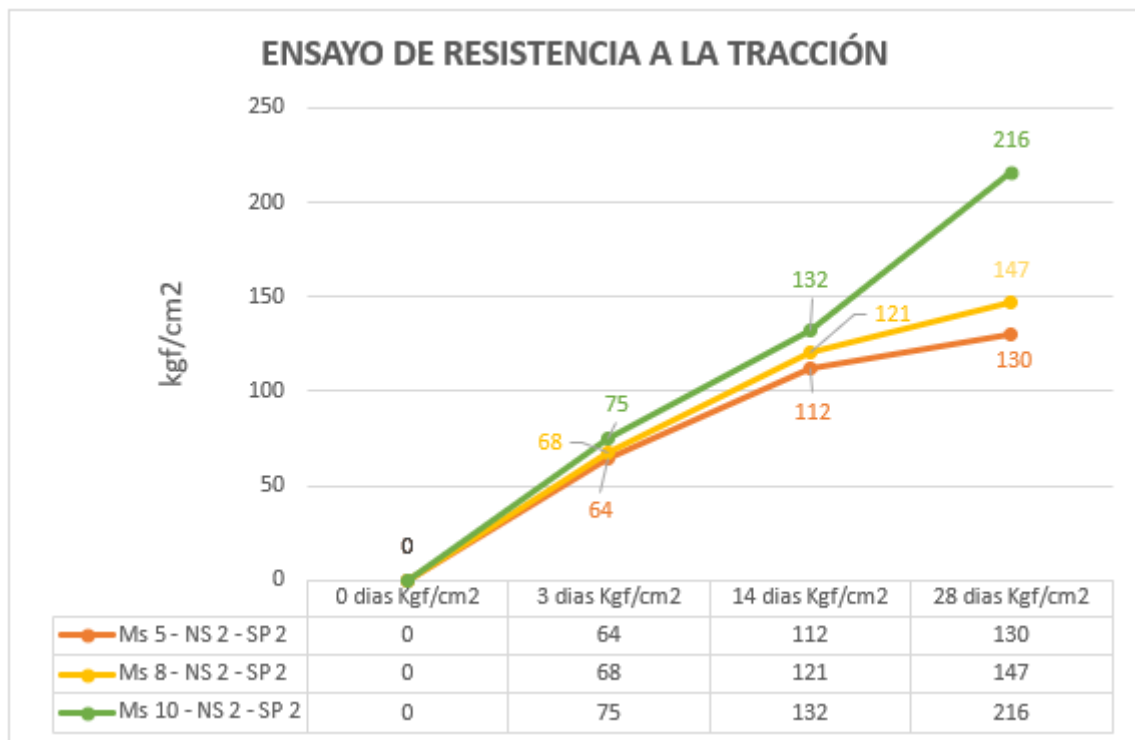


Figura 6. Resistencia a la tracción vs tiempo de curado

Fuente: Elaboración propia

## Resistencia a la flexión

Tabla 13. Resultados de ensayos a la flexión con microsílíce, nanosílíce y superplastificante

RESULTADO DE ENSAYO DE FLEXIÓN			
Resistencia de estudio	F'c= 600 kgf/cm2		
código	0 días	28 días	
	kgf/cm2	kgf/cm2	% Alcanzado
Ms 5 - NS 2 - SP 2	0	0	
Ms 5 - NS 2 - SP 2	0	47	8%
Ms 8 - NS 2 - SP 2	0	52	9%
Ms 10 - NS 2 - SP 2	0	45	8%

Fuente: Elaboración propia

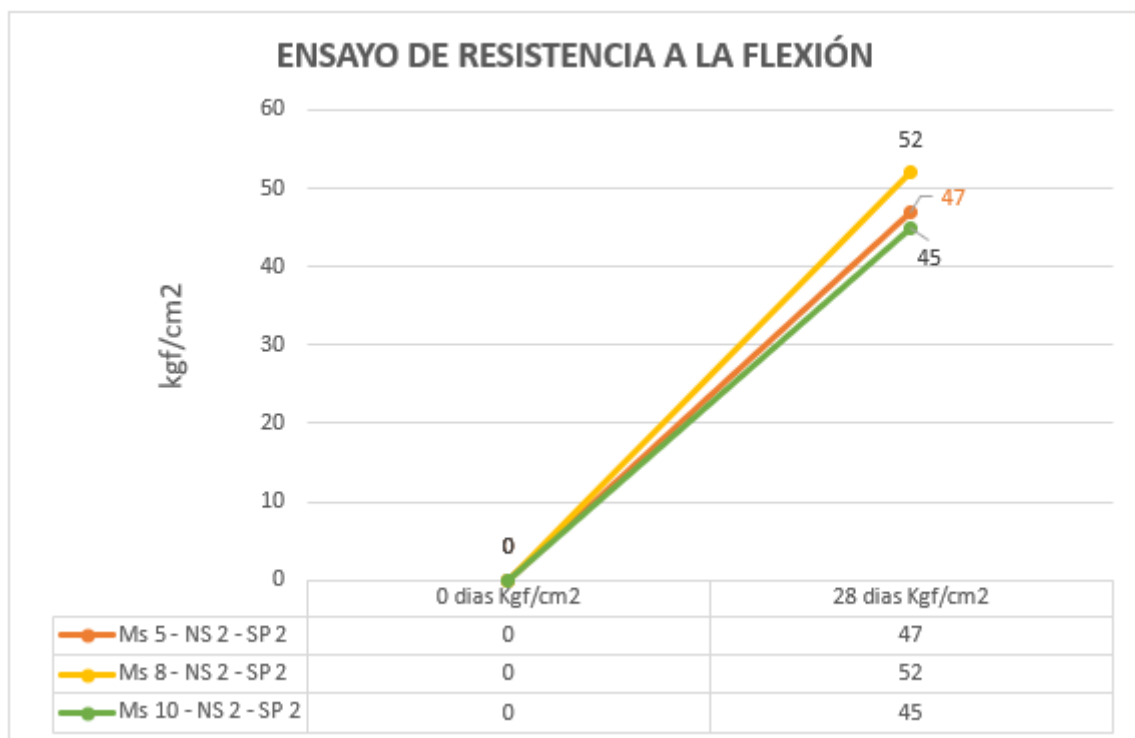


Figura 7. Resistencia a la Flexión vs Tiempo de curado

Fuente: Elaboración propia

## Densidad del concreto



MICROSILIC	P(Kg)	11550.00
E 5%	D(cm)	15.08
+NANOSILIC	H(cm)	30.05
E 2%	A(cm <sup>2</sup> )	178.49
+SUPER	V(cm <sup>3</sup> )	5363.51
PLASTIFICA	Densidad	2.15
MICROSILIC	P(Kg)	11580.00
E 8%	D(cm)	15.08
+NANOSILIC	H(cm)	30.00
E 2%	A(cm <sup>2</sup> )	178.58
+SUPER	V(cm <sup>3</sup> )	5357.43
PLASTIFICA	Densidad	2.16
MICROSILIC	P(Kg)	11680.00
E 8%	D(cm)	15.10
+NANOSILIC	H(cm)	30.00
E 2%	A(cm <sup>2</sup> )	179.08
+SUPER	V(cm <sup>3</sup> )	5372.36
PLASTIFICA	Densidad	2.17

Figura 8. Densidad del concreto

Fuente: Elaboración propia

### b. Contratación de hipótesis

- **Hipótesis General**

Las adiciones de microsilíce, nanosilíce y Superplastificante mejoran notablemente el diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia, Trujillo – 2021.

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>)** = La adición de microsilíce, nanosilíce y superplastificante no mejoran las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia, Trujillo -2021.

**Hipótesis Alternativa (H<sub>a</sub>)** = La adición de microsilíce, nanosilíce y superplastificante mejoran las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia, Trujillo – 2021.



En cuanto a la mejora de sus propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia mediante la adición de microsílíce, nanosílíce y superplastificante se rechazó la hipótesis nula y se confirmó la hipótesis alternativa. Estos aditivos cuando se combinan con el concreto, este le dará una mayor resistencia.

- **Hipótesis específicas.**

- El porcentaje microsílíce, nanosílíce y Superplastificante es óptimo para el diseño de Mezcla de concreto de alta resistencia de 600 kg/cm<sup>2</sup>.

**Hipótesis Nula (H0)** = Las dosificaciones de microsílíce al 5% - 8% - 10%, nanosílíce 2% y superplastificante 2% no es óptimo para el diseño de mezcla de concreto de 600 kg/cm<sup>2</sup>.

**Hipótesis Alternativa (Ha)** = La dosificación de microsílíce al 5% - 8% - 10%, nanosílíce 2% y superplastificante 2% es óptimo para realizar un diseño de mezcla de concreto de 600 kg/cm<sup>2</sup>.

En cuanto a la mejora de las propiedades del concreto con el diseño de mezcla agregando aditivos para un concreto de 600 kg / cm<sup>2</sup>, se rechazó la hipótesis nula y se confirmó la hipótesis alternativa. Al diseñar un concreto de alta resistencia respetando los parámetros según reglamento hasta alcanzar la dosis óptima. En conclusión, el diseño de mezcla con la adición de estos aditivos mejora significativamente las propiedades del concreto.

- Las adiciones de microsílíce, nanosílíce y Superplastificante mejoran el comportamiento en Estado Fresco del concreto de alta resistencia de 600 kg/cm<sup>2</sup>.

**Hipótesis Nula (H0)** = La incorporación de microsílíce al 5% - 8% - 10%, nanosílíce 2% y superplastificante 2% no mejora el comportamiento en estado fresco del concreto de alta resistencia.

**Hipótesis Alternativa (Ha)** = La incorporación de microsilíce al 5% - 8% - 10%, nanosilíce 2% y superplastificante 2% si mejora el comportamiento en estado fresco del concreto de alta resistencia.

En cuanto a la mejora el comportamiento en estado reciente del concreto de alta resistencia de 600 kg / cm<sup>2</sup> utilizando la dosificación mencionada, se rechazó la hipótesis nula y se confirmó la hipótesis alternativa. Al mejorar las propiedades físicas del concreto. En conclusión, la adición de estos aditivos mejora significativamente las propiedades del concreto.

- Las adiciones de microsilíce, nanosilíce y Superplastificante mejoran el comportamiento en Estado endurecido del concreto de alta resistencia de 600 kg/cm<sup>2</sup>

**Hipótesis Nula (H0)** = La adición de microsilíce, nanosilíce y superplastificante no mejoran el comportamiento en Estado endurecido del concreto de alta resistencia de 600 kg/cm<sup>2</sup>

**Hipótesis Alternativa (Ha)** = La adición de microsilíce, nanosilíce y superplastificante si mejoran el comportamiento en Estado endurecido del concreto de alta resistencia de 600 kg/cm<sup>2</sup>

En cuanto a la mejora del comportamiento del concreto en estado endurecido de 600 kg / cm<sup>2</sup> utilizando la dosificación mencionada, se rechazó la hipótesis nula y se confirmó la hipótesis alternativa. Al aumentar el porcentaje de aditivos de microsilíce y adicionar los aditivos de nanosilíce y superplastificante al 2%, la resistencia a la compresión del concreto aumenta gradualmente hasta alcanzar la dosis óptima. En conclusión, la adición de estos aditivos mejora significativamente las propiedades del hormigón.

## V. DISCUSIÓN

### Discusión 1.

Flores (2019) en su tesis de investigación titulada “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con nanosílice y microsílice”, llegó a la conclusión que al reemplazar parcialmente el cemento por aditivos mejora las propiedades mecánicas del concreto durante su etapa rígida, sin embargo, existe una disminución ligera de la trabajabilidad en esta; con respecto a los resultados de la resistencia máxima, estas van a variar según la dosificación y aditivo. Llegó a la conclusión que con una dosificación de 10% de microsílice se obtuvo una resistencia máxima de 900.33 kgf/cm<sup>2</sup> y 1.5% de nanosílice se llegó a una resistencia máxima de 922.67 kgf/cm<sup>2</sup>.

El producto obtenido en mi trabajo de investigación se asemeja al antecedente. Ya que la adición de los aditivos de 10% microsílice y 2% nanosílice mejoran significativamente la resistencia del concreto. No obstante, al disminuir el % de microsílice empieza a perder la resistencia del concreto.

### Discusión 2.

Según Gutierrez et al. (2018) en su investigación titulada “Estudio comparativo de la determinación de propiedades de resistencia en el concreto utilizando nano sílice y micro con agregados de la cantera Cutimbo – Puno” llegó a la conclusión que Los resultados obtenidos indicaron que la resistencia en compresión incrementa en 45.71%, 59.83% y 54.28% cuando se incorpora microsílice al 5%, 10% y 15%, incrementando su resistencia a la compresión en 41.78%, 50.40% y 51.32% cuando se incorpora nanosílice en .5%, 1% y 1.5%.

El efecto del trabajo de investigación, son parecidos con respecto a la información, ya que agregando aditivos y superplastificante al 2% mejoran las propiedades físicas y mecánicas del concreto gracias a la reacción puzolánica que actúa llenando los espacios vacíos.

### **Discusión 3**

Carrasco y Fernández (2019) en su investigación “Influencia del Nano-sílice en las propiedades de un concreto de  $F'c= 350 \text{ kg/cm}^2$  para obtener un concreto de alta resistencia, Lima 2019” se concluyó que al aumentar el porcentaje de Nano-sílice la consistencia del concreto base de  $350 \text{ kg/cm}^2$  también aumenta en 43.75% con respecto a cada aplicación dosificada de nanosílice, otra conclusión en relación a la resistencia a la compresión para el concreto se encontró que este aumenta significativamente con la adición de nano-sílice, en un porcentaje de 2% durante 28 días con una 52.9% más de resistencia.

El producto del trabajo de investigación tiene similitud al antecedente mencionado ya que adicionando aditivos mejoran las propiedades físicas del concreto. Pero esta tiene complicaciones en su preparación de mezcla por su compacidad, por eso se adiciona superplastificante para poder obtener una mayor trabajabilidad con un slump de 4"-5" y en la densidad del concreto.

### **Discusión 4**

En la presente investigación titulada Morteros de cemento con aditivos de humo de sílice y nanosílice, Morejón (2015) tuvo como objetivo general investigar de qué manera influye el humo de sílice si se le adiciona diversos porcentajes de 4%, 6% y 8%, mientras que los porcentajes del nanosílice son de 2%, 1% y 0% en diversa proporción con relación al peso que tiene el cemento en un mortero. En conclusión, respecto a la resistencia el mortero muestra un mejor comportamiento, con disminución de la porosidad, se ha logrado mayor hidratación y la durabilidad ha tenido mejoría, pero no ha sido el valor más elevado. Por otro lado, cuando se realizan adiciones se visualiza que la resistencia brinda mejorías considerables, ganando hasta un 5% de resistencia a compresión por los veintiocho días.

Se puede decir que los datos obtenidos en mi trabajo de investigación se asemejan al antecedente. Porque la adición de los aditivos de 10% microsílice, 2% nanosílice

y 2% de superplastificante se vieron mejoras significativamente a la resistencia del concreto sea comprensión, tracción y flexión. No obstante, al disminuir el % de microsílíce empieza a perder la resistencia del concreto.

## VI. CONCLUSIONES

**De acuerdo a los objetivos específicos se obtuvieron las siguientes conclusiones.**

Finalmente se logró encontrar un diseño de mezcla para un concreto de 600 Kgf/cm<sup>2</sup>, lo cual se alcanzó a los 28 días una mayor resistencia tanto en comprensión, tracción y flexión con una dosificación de 10% microsílíce, 2% manosílíce y 2% superplastificante. No obstante, también se ha corroborado que la dosificación de 5% microsílíce, 2% nanosílíce y 2% superplastificante obtuvo menor resistencia.

Los resultados de trabajo de investigación se pueden concluir que porcentaje óptimo para el diseño de mezcla es de 10% microsílíce, 2% nanosílíce y 2% superplastificante. Dando como resultado a los 28 días un aumento de 23% (740 kg/cm<sup>2</sup>) a la resistencia a la comprensión.

Los resultados de la densidad del concreto de alta resistencia del diseño 1 = 2.15 kg/cm<sup>3</sup>, diseño 2 = 2.16 kg/cm<sup>3</sup>, diseño 3 = 2.17 kg/cm<sup>3</sup>, concluyendo que es un concreto de peso normal según la NORMA E. 060 CONCRETO ARMADO.

De los resultados del diseño de mezcla 3, se obtuvieron mejores resultados en comprensión con un aumento de 23% (740 kgf/cm<sup>2</sup>) de resistencia a los 28 días, el rendimiento a la resistencia de tracción a los 28 días de logro obtener un rango de 22% a 36% a una resistencia máxima de 216 kgf/cm<sup>2</sup> y una resistencia a la flexión de 45 kgf/cm<sup>2</sup>.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar los ensayos y materiales requeridos y con un control de calidad para que estos no se alteren en la obtención de resultados.

Se recomienda continuar con la investigación utilizando diferentes variables tanto en microsílíce y nanosílíce para la obtención de mayores resultados.

Realizar los procedimientos de medición con equipos calibrados, para no alterar los resultados y cumplir con todos los parámetros establecidos.

Se sugiere un manejo más minucioso en el control del microsílíce y nanosílíce al emplearse en diseño, para la resistencia y controlar la relación de a/c para eso es recomendable usar un superplastificante.

## REFERENCIAS

- ALCARAZ, Jesús. Microestructura del hormigón con adición de nano sílice. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). España: Universidad politécnica de Cartagena, 2015. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4671/tfg438.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BEHAR, Daniel. Metodología de la investigación. A Rubeira. Editorial Shalom, 2008. 94pp.  
ISBN: 978-959-212-783-7
- Castro Carreño, A., Parra Vera, E. y Calderón Arango, I. Glosario para metodología de la investigación DOI: <http://doi.org/10.17605/OSF.IO/5ANJB>
- CAJILEMA, Jairo y MORALES, Jerson. Incidencia del microsílíce en el diseño de hormigón de alta resistencia (Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil) Quito: Universidad central del Ecuador, 2020. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20603>
- CARRASCO, F., y FERNANDEZ, L. Influencia del Nano-sílíce en las propiedades de un concreto de  $F'c= 350 \text{ kg/cm}^2$  para obtener un concreto de alta resistencia, Lima, 2019. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- CAZAU, Pablo. Introducción a la investigación en ciencias sociales. 3a ed. Buenos Aires, 2006. 194pp.  
Recuperado de: <https://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CC.SS..pdf>
- CORDOVA, M. y PORTUGAL, J. (2014). Determinación y obtención de la curva esfuerzo vs tiempo de un concreto de alta resistencia mediante aditamento de microsílíce y superplastificante en la mezcla, utilizando agregados, de la cantera flores y cemento Chimborazo. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba – Ecuador.



¿Cuál es la diferencia entre el peso específico y el peso unitario? Publicado el 14 de marzo de 2021. Disponible en: <https://www.diccionario.geotecnia.online/cual-es-la-diferencia-entre-el-peso-especifico-y-el-peso-unitario/>

DEMETRIO, Gaspar. Normalización del cemento tiempo de fraguado: algunos comentarios sobre el método de ensayo. (2018).

ESCOBEDO, G. Incidencia de la nanosilice en la resistencia mecánica de un concreto de alta resistencia con cemento portland tipo 1. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

EL BLOG DEL INGENIERO. Ensayo de constancia del concreto (slump test). 21 de febrero de 2015. Consultado el 25 de junio de 2021. Disponible en: <http://ingcivil-notasapuntes.blogspot.com/2015/02/ensayo-de-consistencia-del-concreto.html>

FLORES, P.P. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosilice, Lima - 2019. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2020.

GARCÍA, A. Análisis del comportamiento del concreto de alta resistencia adicionando microsílíce y aditivo superplastificante para determinar sus propiedades físico - mecánica, Lima – 2020. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2020.

GARCIA, Luis. Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsílíce y superplastificante en la ciudad de Huancayo Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Huancayo: Universidad nacional del centro del Perú, 2018. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4908>

GIRALDO, Luis y ALEJANDRO, Yamid. Diseño de mezcla y caracterización físico mecánico de un concreto de alta resistencia fabricado con cemento. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Colombia: Pontifica Universidad Javeriana, 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11522/8291>

- Gómez, J.; Villasís-Keever, M. Á. & Miranda-Navales, M. G. The research protocol III. Study population. *Rev. Alerg. Mex.*, 63(2):201-6, 2016.
- GUTIERREZ, P. , PITHER, Y. , SALAZAR, V. y GROVER, N. Estudio comparativo de la determinación de propiedades de resistencia en el concreto utilizando micro y nano sílice con agregados de la cantera Cutimbo – Puno. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Perú: Universidad nacional del altiplano, 2018.
- HOWARD White y SHAGUN Sabarwal. Diseño y métodos cuasiexperimentales. Centro de Investigaciones Innocenti de UNICEF, 2014. Recuperado de: <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB8ES.pdf>
- Instituto Americano del Concreto (2015). Guía del contratista para la construcción en concreto de calidad. ACI. Lima - Perú.
- KOPRIMO (2015). Beneficios del uso de la microsilica en el cemento [en línea] recuperado el 06 de mayo de 2017, de: <https://www.quiminet.com/articulos/beneficios-del-uso-demicrosilica-encemento-4112651.html>. Quiminet. México
- LEMELIN, André. Métodos cuantitativos de las ciencias sociales aplicados a los estudios urbanos y regionales/tr. Gay Benoit Frutel. Puebla Pue: Benemérita. Universidad Autónoma de Puebla, Dirección General de Fomento Editorial, 2004. 450pp. ISBN: 968-863-793 9
- LEÓN, Néstor. Influencia de la adición de nano sílice en el hormigón autocompactante. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Madrid: Universidad politécnica de Madrid, 2012.
- LURA, Samuel. Diseño de mezclas de concreto. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 2006.
- Métodos de investigación de enfoque experimental. Atenea [et al.]. 2013. 33pp. Recuperado de: <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>

- MEJÍA, Julio. Departamento Académico de Sociología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú: 2004.
- MONJE, C. (2011). Metodología de la Investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. Neiva: Universidad Surcolombiana.
- MOREJON, L. (2015). morteros de cemento con adiciones de humo de sílice y nanosilice, (tesis para titulación de magister). Universidad politécnica de Madrid, Madrid – España.
- OSORIO, Jesús. Diseño de mezclas de concreto: conceptos básicos. [en línea] [fecha de consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/calidad-y-aspectos-tecnicos/disenio-de-mezclas-de-concreto>
- PASTRANA, Johnny; SILVA, Jimmy; ADRANA, Juan; DELVANO, Silvio (2019). Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con polvo de residuo de concreto. Informador Técnico, 83(2), 174-190. <https://doi.org/10.23850/22565035.2170>.
- PÉREZ, Natalia, GARNICA, Paul y RIVERA, Araceli. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de un agregado de concreto reciclado. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). México: Instituto mexicano del transporte.
- SÁNCHEZ, E. BERNAL, J. LEÓN N. MORAGUES A. Propiedades reológicas y mecánicas del hormigón autocompactante con la adición de nano-sílice y microsílice. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). España: Universidad Politécnica de Madrid, 2016.
- SOTO, M. Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Brasil: Universidad de São Paulo, 2018.
- TERREROS, Luis y CARVAJAL, Iván. Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad católica de Colombia, 2016.

## ANEXO 1: Matriz de consistencia

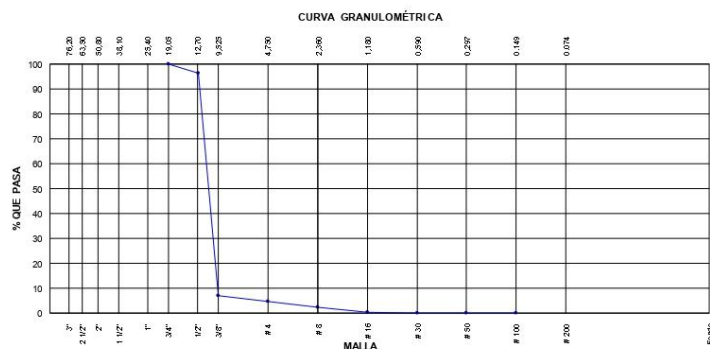
<b>Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia <math>f_c = 600 \text{ Kg/cm}^2</math>, adicionando Microsilice , Nanosilice y superplastificante - Trujillo - 2021</b>						
Problema General	Objetivos General	Hipotesis General	Variables Independiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<p>¿Cómo influye las adiciones de Microsilice, Nanosilice y Superplastificante en el diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia de <math>600\text{kg/cm}^2</math> - Trujillo - 2021?</p>	<p>Diseñar un concreto de alta resistencia de <math>600 \text{ kg/cm}^2</math> con la adición de microsilices, nanosilice y superplastificante</p>	<p>Las adiciones de Microsilice, Nanosilice y Superplastificante mejoran notablemente al diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia</p>	Microsilice	dosificación	5%, 8%, 10%	balanza electrónica
			Nanosilice	dosificación	2%	balanza electrónica
			Superplastificante	dosificación	2%	balanza electrónica
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipotesis específicas	Variable dependiente:	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<p>Como influye las propiedades de los agregados en el concreto de alta resistencia</p>	<p>Estudio de las propiedades físicas de los agregados para realizar el diseño de mezcla de un concreto <math>f_c = 600\text{Kg/cm}^2</math></p>	<p>El porcentaje Microsilice, Nanosilice y Superplastificante es optimo para el diseño de Mezcla de concreto de alta resistencia de <math>600 \text{ kg/cm}^2</math></p>		Diseño de Mezcla	<p>Granulometria de los agregados Pesos especificos (<math>\text{kg/m}^3</math>) Pesos unitarios (<math>\text{kg/m}^3</math>) Contenido de Humedad (%) Contenido de Absorción (%) Metodo comité 211 ACI -4R</p>	<p>Tamizado Fiola, balanza y horno Recipiente metalico de <math>0,5 \text{ pie}^3</math> y <math>0,1 \text{ pie}^3</math> Horno de laboratorio Horno de laboratorio Dosificación</p>
<p>Cómo influyen las adiciones de Microsilice, Nanosilice y Superplastificante en el comportamiento en Estado Fresco del concreto de alta resistencia de <math>600 \text{ kg/cm}^2</math></p>	<p>Determinar las propiedades físicas del concreto en estado fresco con la adición de nanosilice y microsilice</p>	<p>Las adiciones de Microsilice, Nanosilice y Superplastificante mejoran el comportamiento en Estado Fresco del concreto de alta resistencia de <math>600 \text{ kg/cm}^2</math></p>	Concreto de Alta Resistencia	Propiedades Físicas en concreto del Estado fresco	<p>Slump (pulg)  Densidad del concreto (<math>\text{kg/m}^3</math>)</p>	<p>Cono de Abrams  recipiente metalico de <math>0,5 \text{ pie}^3</math></p>
<p>Cómo influyen las adiciones de Microsilice, Nanosilice y Superplastificante en el comportamiento en Estado Endurecido del concreto de alta resistencia de <math>600 \text{ kg/cm}^2</math></p>	<p>Determinar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido con la adición de microsilice , nanosilice y superplastificante</p>	<p>Las adiciones de Microsilice, Nanosilice y Superplastificante mejoran el comportamiento en Estado endurecido del concreto de alta resistencia de <math>600 \text{ kg/cm}^2</math></p>		Propiedades Mecánicas del concreto Endurecido	<p>Resistencia a la Compresión (<math>\text{kg/cm}^2</math>)  Resistencia a la tracción (<math>\text{kg/cm}^2</math>)  Resistencia a la Flexión (<math>\text{kg/cm}^2</math>)</p>	<p>Prensa Hidráulica  Prensa Hidráulica  Prensa Hidráulica</p>

## ANEXO 2: Granulometría de agregado



Proyecto : Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f_c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice, Nanosilice y Superplastificante - Trujillo - 2021  
 Solicitante : Alex Eladio Rondo Rojas Muestreado por : Solicitante  
 Material : Agregado Grueso  
 Procedencia : Cantera MELLIZOS

GRANULOMETRIA					
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	
4"	100.00 mm				
3 1/2"	90.00 mm				
3"	75.00 mm				
2 1/2"	63.00 mm				
2"	50.00 mm				
1 1/2"	37.50 mm				
1"	25.00 mm				
3/4"	19.00 mm	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50 mm	180.3	3.72	3.72	96.28
3/8"	9.50 mm	4320.3	89.09	92.81	7.19
# 4	4.75 mm	125.3	2.58	95.40	4.60
# 8	2.36 mm	110.3	2.27	97.67	2.33
# 16	1.18 mm	95.3	1.97	99.64	0.36
# 30	600 $\mu\text{m}$	15.3	0.32	99.95	0.05
# 50	300 $\mu\text{m}$	2.3	0.05	100.00	0.00
# 100	150 $\mu\text{m}$	0.0	0.00	100.00	0.00
Fondo	-	0.0	0.00	100.00	0.00
				MF	6.90
				TMN	1/2"



 [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)  
 [www.cecapedsuelos.com.pe](http://www.cecapedsuelos.com.pe)

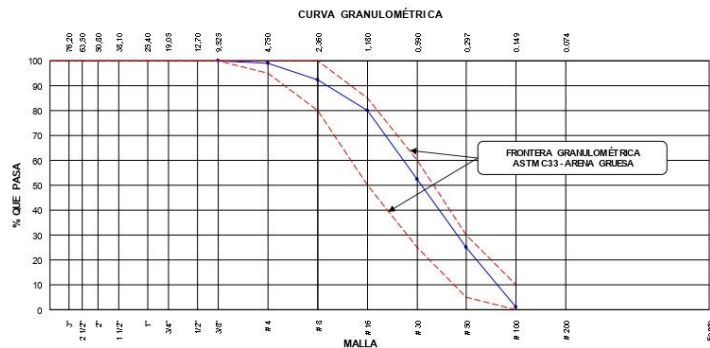
 Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro  
 (044) 679388 / 946 227 318

## ANEXO 3: Granulometría de Agregado grueso



Proyecto : Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f_c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilíce, Nanosilíce y Superplastificante - Trujillo - 2021  
 Solicitante : Alex Eladio Rondo Rojas Muestreado por : Solicitante  
 Material : Agregado Fino  
 Procedencia : Cantera MELLIZOS

GRANULOMETRIA							
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"	
4"	100.00 mm				100.00	100.00	
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00	
3"	75.00 mm				100.00	100.00	
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00	
2"	50.00 mm				100.00	100.00	
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00	
1"	25.00 mm				100.00	100.00	
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00	
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00	
3/8"	9.50 mm			100.00	100.00	100.00	
# 4	4.75 mm	8.8	1.03	1.03	98.97	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	56.1	6.56	7.59	92.41	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	106.3	12.43	20.02	79.98	50.00	85.00
# 30	600 $\mu\text{m}$	235.3	27.52	47.54	52.46	25.00	60.00
# 50	300 $\mu\text{m}$	233.1	27.26	74.81	25.19	5.00	30.00
# 100	150 $\mu\text{m}$	205.3	24.01	98.82	1.18	0.00	10.00
Fondo	-	10.1	1.18	100.00	0.00	-	-
					MF	2.50	
					TMN	---	



  
 Edwin W. Delgado Florán  
 Ing. Civil  
 Reg. CIP 882  
 Jefe de Laboratorio



 [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

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

 Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

 (044) 679388 / 946 227 318

## ANEXO 4: Pesos específico de agregado



Proyecto : Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f_c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice, Nanosilice y Superplastificante - Trujillo - 2021  
 Solicitante : Alex Eladio Rondo Rojas Muestreado por : Solicitante  
 Material : Agregado Fino  
 Procedencia : Cantera MELLIZOS

IDENTIFICACIÓN		1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.1	500.0	
B	Peso Frasco + agua	670.5	671.0	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	986.8	987.3	
D	Peso del Mat. Seco	492.5	492.4	
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = $D/(B+A-C)$		2.680	2.680	<b>2.680</b>
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = $A/(B+A-C)$		2.721	2.722	<b>2.721</b>
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = $D/(B+D-C)$		2.795	2.796	<b>2.796</b>
% Absorción = $100*((A-D)/D)$		1.5	1.5	<b>1.5</b>

Proyecto : Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f_c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice, Nanosilice y Superplastificante - Trujillo - 2021  
 Solicitante : Alex Eladio Rondo Rojas Muestreado por : Solicitante  
 Material : Agregado Grueso  
 Tipo de muestra : AGREGADO GRUESO  
 Procedencia : Cantera MELLIZOS

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss	1142.5	1276.3
2	Peso de la muestra sss sumergida	728.3	810.1
3	Peso de la muestra secada al horno	1131.1	1263.3


RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.731	2.710	<b>2.720</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.758	2.738	<b>2.748</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.808	2.788	<b>2.798</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.0	1.0	<b>1.0</b>



 [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

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

 Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

 (044) 679388 / 946 227 318

## ANEXO 5: Peso unitario del agregado



Proyecto Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f_c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice, Nanosilice y Superplastificante - Trujillo - 2021  
 Solicitante : Alex Eladio Rondo Rojas Muestreado por : Solicitante  
 Procedencia : Cantera MELLIZOS

MOLDE	
Volumen	7.285 kg
Peso	0.000943 cm <sup>3</sup>

PESO UNITARIO SUELTO					
MUESTRA	P.DE MOLDE	P.MOLDE + AGREGADO	P. AGREGADO	V.MOLDE	PESO UNITARIO SUELO
A.G	7.285	9.850	2.565	0.001	2720.0
A.F	7.285	9.812	2.527	0.001	2680.0


PESO UNITARIO COMPACTADO					
MUESTRA	P.DE MOLDE	P.MOLDE + AGREGADO	P. AGREGADO	V.MOLDE	PESO UNITARIO COMPACTA
A.G	7.285	9.962	2.677	0.000943	2838.812
A.F	7.285	9.930	2.645	0.000943	2804.878



 [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

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

 Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

 (044) 679388 / 946 227 318



## ANEXO 6: Contenido de humedad



Proyecto Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f_c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando  
 Microsilice, Nanosilice y Superplastificante - Trujillo - 2021  
 Solicitante : Alex Eladio Rondo Rojas Muestreado por : Solicitante  
 Procedencia : Cantera MELLIZOS


CONTENIDO DE HUMEDAD									
	TARA	1	2	3		TARA	1	2	3
	AGREGADO FINO	P.TARA	226.50	212.30		215.60	AGREGADO GRUESO	P.TARA	215.6
P.TARA+M. HUMEDA		2850.30	2360.30	2578.10	P.TARA+M. HUMEDA	1950.3		1980.4	1750.3
P.TARA+M. SECA		2803.90	2320.00	2539.00	P.TARA+M. SECA	1930.5		1963.1	1735.1
M-SECA		2577.40	2107.70	2323.40	M-SECA	1714.9		1748.2	1465.8
P.AGUA		46.40	40.30	39.10	P.AGUA	19.800		17.300	15.200
W(%)		1.80	1.91	1.68	W(%)	1.2		1.0	1.0
W(%)		1.80			W(%)	1.1			
PROMEDI	1.80			PROMEDI	1.1				



 [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

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

 Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

 (044) 679388 / 946 227 318

## ANEXO 7: Diseño de mezcla 1



**Proyecto:** Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f'c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice, Nanosilice y Superplastificante - Trujillo - 2021  
**Solicitante:** Alex Eladio Rondo Rojas

### DISEÑO DE MEZCLA 8%MICROSILICE+2%NANOSILICE+2SUPERPLASTIFICANTE

CEMENTO ANDINO ULTRA 3 g/cm<sup>3</sup> MF A.F. = 2,5  
 TMN : 3/4" MF A.G. = 6,9  
 Slump : 3" - 4" Aire incorporado = NO  
 F'c : 1000 kg/cm<sup>2</sup> F'cr = 1096  
 Tipo de agregado : Angular R a/c por resistencia = -0,55  
 Expuesto a agua de mar R a/c Por durabilidad = 0,30

Factor cemento = 25,1 Bis  
 0,30

INSUMO	Dosis (Solo aditivos y adiciones)	PEM kg/m <sup>3</sup>	Humedad	Absorción	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO x m <sup>3</sup>	PESO HÚMEDO x m <sup>3</sup>	Batch de Prueba (m <sup>3</sup> )
CEMENTO ANDINO ULTRA		3000			0,2278	683	683,33	0,03
Adición								
Agua		1000			0,2050	205	204	6,11
MICRO	8%	650,00			0,0841	54,67	54,67	1,64
NANO	2%	1030,00			0,0133	13,67	13,67	0,41
SUPER	2%	1230,00			0,0112	13,67	13,67	0,41
Aire atrapado		2,0%			0,0200			
A. Fino		2580	1,8%	1,5%	0,0372	100	101	3,04
A. Grueso		2720	1,1%	1,0%	0,4015	1092	1104	33,12

Volumen pasta 0,5614      PUT 2174  
 Volumen agregados 0,4386  
 b/bo = 0,65  
 Peso A. Grueso = 1092 kg  
 Vol. A. Grueso = 0,4015 m<sup>3</sup>  
 Vol. A. Fino = 0,0372 m<sup>3</sup>

% A. Fino 8,5%  
 % A. Grueso 91,5%

1:2:2

  
 Edwin W. Delgado Fiala  
 Ing. Civil  
 Reg. CIP 88217  
 Jefe de Laboratorio



✉ informes@cecapedsuelos.com.pe  
 🌐 www.cecapedsuelos.com.pe

📍 Calle Cobre Mz. A Lote 07 Urb. San Isidro - Trujillo  
 ☎ 946 227 318    📞 996 968 817    📠 (044) 679 388

## ANEXO 8: Diseño de mezcla 2



Proyecto: Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f'c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice, Nanosilice y Superplastificante - Trujillo - 2021  
 Solicitante: Alex Eladio Rondo Rojas

### DISEÑO DE MEZCLA 8%MICROSILICE+2%NANOSILICE+2SUPERPLASTIFICANTE

CEMENTO ANDINO ULTRA 3 g/cm<sup>3</sup> MF A.F. = 2.5  
 TMN: 3/4" MF A.G. = 6.9  
 Slump: 3" - 4" Aire incorporado = NO  
 F'c: 1000 kg/cm<sup>2</sup> F'cr = 1096 Factor cemento = 16,1 Bts  
 Tipo de agregado: Angular R a/c por resistencia = -0,55  
 Expuesto a agua de mar R a/c Por durabilidad = 0,30

INSUMO	Dosis (Solo aditivos y adiciones)	PEM kg/m <sup>3</sup>	Humedad	Absorción	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO x m <sup>3</sup>	PESO HÚMEDO x m <sup>3</sup>	Batch de Prueba (m <sup>3</sup> )
CEMENTO ANDINO ULTRA		3000			0,2278	683	683,33	20,50
Adición								0,03
Agua		1000			0,2050	205	203	6,10
MICRO	5%	650,00			0,0526	34,17	34,17	1,09
NANO	2%	1030,00			0,0133	13,67	13,67	0,41
SUPER	2%	1220,00			0,0112	13,67	13,67	0,41
Aire atrapado		2,0%			0,0200			
A. Fino		2680	1,8%	1,5%	0,0687	184	187	5,62
A. Grueso		2720	1,1%	1,0%	0,4015	1092	1104	33,12

Volumen pasta 0,5298 PUT 2240  
 Volumen agregados 0,4702

b/bo = 0,65  
 Peso A. Grueso = 1092 kg  
 Vol. A. Grueso = 0,4015 m<sup>3</sup>  
 Vol. A. Fino = 0,0687 m<sup>3</sup>

% A. Fino 14,6%  
 % A. Grueso 85,4%

1:2:2

  
 Edwin W. Delgado Florim  
 Ing. Civil  
 Reg. CIP 8817  
 Jefe de Laboratorio



✉ informes@cecapedsuelos.com.pe  
 🌐 www.cecapedsuelos.com.pe

📍 Calle Cobre Mz. A Lote 07 Urb. San Isidro - Trujillo  
 ☎ 946 227 318 📞 996 968 817 📠 (044) 679 388



## ANEXO 9: Diseño de mezcla 3



**Proyecto:** Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f'c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice, Nanosilice y Suoperplastificante - Trujillo - 2021  
**Solicitante:** Alex Eladio Rondo Rojas

### DISEÑO DE MEZCLA 10%MICROSILICE+2%NANOSILICE+2SUPERPLASTIFICANTE

**CEMENTO ANDINO ULTRA** 3 g/cm<sup>3</sup> MF A.F. = 2,5  
 TMN : 3/4" MF A.G. = 6,9  
 Slump : 3" - 4" Aire incorporado = NO  
 F'c : **1000** kg/cm<sup>2</sup> F'cr = 1096  
 Tipo de agregado : Angular R a/c por resistencia = -0,55  
 Expuesto a agua de mar R a/c Por durabilidad = 0,30

Factor cemento = 16,1 Bls  
0,30

INSUMO	Dosis (Solo aditivos y adiciones)	PEM kg/m <sup>3</sup>	Humedad	Absorción	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO SECO x m <sup>3</sup>	PESO HÚMEDO x m <sup>3</sup>	Batch de Prueba (m <sup>3</sup> )
CEMENTO ANDINO ULTRA		3000			0,2278	683	683,33	20,50
Adición								0,03
Agua		1000			0,2050	205	204	6,11
MICRO	10%	650,00			0,1051	68,33	68,33	2,05
NANO	2%	1030,00			0,0133	13,67	13,67	0,41
SUPER	2%	1220,00			0,0112	13,67	13,67	0,41
Aire atrapado		2,0%			0,0200			
A. Fino		2680	1,8%	1,5%	0,0162	43	44	1,32
A. Grueso		2720	1,1%	1,0%	0,4015	1092	1104	33,12

Volumen pasta 0,5824 PUT 2131  
 Volumen agregados 0,4176  
 b/bo = 0,65  
 Peso A. Grueso = 1092 kg  
 Vol. A. Grueso = 0,4015 m<sup>3</sup>  
 Vol. A. Fino = 0,0162 m<sup>3</sup>

% A. Fino 3,9%  
 % A. Grueso 96,1%

1:2:2

  
 Edwin W. Delgado Floriano  
 Ing. Civil  
 Reg. CIP 88117  
 Jefe de Laboratorio



informes@cecapedsuelos.com.pe  
 www.cecapedsuelos.com.pe

Calle Cobre Mz. A Lote 07 Urb. San Isidro - Trujillo  
 946 227 318 996 968 817 (044) 679 388

## ANEXO 10: Porcentajes de vacíos en el concreto



**Proyecto:** Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f'c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilíce, Nanosilíce y Superplastificante - Truillo - 2021  
**Solicitante:** Alex Eladio Rondo Rojas

### PORCENTAJE DE VACIOS CONCRETO ENDURECIDO

Microsilíce 5% +Nanosilíce 2% +Superplastificante 2%				
	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	11680.0	11730.0	
B	Peso del Mat. Seco	11542.0	11563.0	
% DE VACIOS		1.2	1.4	1.3

Microsilíce 8% +Nanosilíce 2% +Superplastificante 2%				
	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	11590.0	11630.0	
B	Peso del Mat. Seco	11460.0	11430.0	
% DE VACIOS		1.1	1.7	1.4

Microsilíce 10% +Nanosilíce 2% +Superplastificante 2%				
	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	11560.0	11720.0	
B	Peso del Mat. Seco	11460.0	11510.0	
% DE VACIOS		0.9	1.8	1.3



✉ [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

🌐 [www.cecapedsuelos.com.pe](http://www.cecapedsuelos.com.pe)

📍 Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

☎ (044) 679388 / 946 227 318

## ANEXO 11: Peso específico del concreto



**Proyecto:** Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f'c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice, Nanosilice y Superplastificante - Truillo - 2021  
**Solicitante:** Alex Eladio Rondo Rojas

### DENSIDAD DEL CONCRETO



MICROSILIC E 5%	P(Kg)	11550.00
	D(cm)	15.08
+NANOSILIC E 2%	H(cm)	30.05
	A(cm2)	178.49
+SUPER PLASTIFICA	V(cm3)	5363.51
	Densidad	2.15
MICROSILIC E 8%	P(Kg)	11580.00
	D(cm)	15.08
+NANOSILIC E 2%	H(cm)	30.00
	A(cm2)	178.58
+SUPER PLASTIFICA	V(cm3)	5357.43
	Densidad	2.16
MICROSILIC E 8%	P(Kg)	11680.00
	D(cm)	15.10
+NANOSILIC E 2%	H(cm)	30.00
	A(cm2)	179.08
+SUPER PLASTIFICA	V(cm3)	5372.36
	Densidad	2.17



 [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

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

 Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

 (044) 679388 / 946 227 318

## ANEXO 12: Ensayo a la compresión a los 3 días



RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22									
PROYECTO: Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia $f_c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice, Nanosilice y Superplastificante - Trujillo - 2021									
ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS DE CONCRETO									

MICROSILICE 5%+2% NANOSILICE+2%SUPOERSILICE									
Nº CODIG	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del	tipo de falla	%
1	3	18/10/2021	15.20	181.5	62450.0	600	344	1	57
2	3	18/10/2021	15.15	180.3	61150.0	600	339	1	57
3	3	18/10/2021	15.10	179.1	61850.0	600	345	1	58

MICROSILICE 8%+2% NANOSILICE+2%SUPOERSILICE									
Nº CODIG	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del	tipo de falla	%
1	3	18/10/2021	15.23	182.2	63120.0	600	346	1	58
2	3	18/10/2021	15.35	185.1	64950.0	600	351	1	58
3	3	18/10/2021	15.08	178.6	64610.0	600	362	1	60

MICROSILICE 10%+2% NANOSILICE+2%SUPOERSILICE									
Nº CODIG	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del	tipo de falla	%
1	3	18/10/2021	15.12	179.6	65750.0	600	366	1	61
2	3	18/10/2021	15.18	181.0	65450.0	600	362	1	60
3	3	18/10/2021	15.20	181.5	64950.0	600	358	1	60

### tipos de falla


- 1.-conos bien formados en ambas bases
- 2.-base inferior con fracturas
- 3.-base superior con fracturas
- 4.-falla local en momento de la carga aplicada al testigo
- 5.-testigo mal testeado
- 6.-grietas en el perimetro del testigo
- 7.-testigo mal formados en base superior y inferior



 [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

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

 Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

 (044) 679388 / 946 227 318



## ANEXO 13: Ensayo a la comprensión a los 14 días



RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22	
<b>PROYECTO:</b>	Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia $f_c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice. Nanosilice v Superplastificante - Trujillo - 2021
ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS DE CONCRETO	

MICROSILICE 5%+2% NANOSILICE+2%SUPOERSILICE									
Nº CODIG	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del	tipo de falla	%
1	14	29/11/2021	15.26	182.9	91250.0	600	499	1	83
2	14	29/11/2021	15.21	181.7	90350.0	600	497	1	83
3	14	29/11/2021	15.13	179.8	90980.0	600	506	1	84

MICROSILICE 8%+2% NANOSILICE+2%SUPOERSILICE									
Nº CODIG	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del	tipo de falla	%
1	14	29/11/2021	15.15	180.3	91910.0	600	510	1	85
2	14	29/11/2021	15.17	180.7	91960.0	600	509	1	85
3	14	29/11/2021	15.21	181.7	91860.0	600	506	1	84

MICROSILICE 10%+2% NANOSILICE+2%SUPOERSILICE									
Nº CODIG	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del	tipo de falla	%
1	14	29/11/2021	15.13	179.8	92330.0	600	514	1	86
2	14	29/11/2021	15.11	179.3	92350.0	600	515	1	86
3	14	29/11/2021	15.09	178.8	92450.0	600	517	1	86

### tipos de falla

- 1.-conos bien formados en ambas bases
- 2.-base inferior con fracturas
- 3.-base superior con fracturas
- 4.-falla local en momento de la carga aplicada al testigo
- 5.-testigo mal testeado
- 6.-grietas en el perímetro del testigo
- 7.-testigo mal formados en base superior y inferior



[suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

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

Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

(044) 679388 / 946 227 318



## ANEXO 14: Ensayo a la comprensión a los 28 días



RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22									
<b>PROYECTO:</b> Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia $f_c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice, Nanosilice y Supereplastificante - Trujillo - 2021									
ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS DE CONCRETO									

MICROSILICE 5%+2% NANOSILICE+2%SUPOERSILICE									
N° CODIG	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del	tipo de falla	%
1	28	12/11/2021	15.19	181.2	129250.0	600	713	1	119
2	28	12/11/2021	15.17	180.7	127350.0	600	705	1	117
3	28	12/11/2021	15.18	181.0	128320.0	600	709	1	118

MICROSILICE 8%+2% NANOSILICE+2%SUPOERSILICE									
N° CODIG	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del	tipo de falla	%
1	28	12/11/2021	15.12	179.6	131360.0	600	732	1	122
2	28	12/11/2021	15.19	181.2	132630.0	600	732	1	122
3	28	12/11/2021	15.21	181.7	131650.0	600	725	1	121

MICROSILICE 10%+2% NANOSILICE+2%SUPOERSILICE									
N° CODIG	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del	tipo de falla	%
1	28	12/11/2021	15.31	184.1	135850.0	600	738	1	123
2	28	12/11/2021	15.25	182.7	136540.0	600	748	1	125
3	28	12/11/2021	15.13	179.8	131670.0	600	732	1	122

### tipos de falla

- 1.-conos bien formados en ambas bases
- 2.-base inferior con fracturas
- 3.-base superior con fracturas
- 4.-falla local en momento de la carga aplicada al testigo
- 5.-testigo mal testeado
- 6.-grietas en el perímetro del testigo
- 7.-testigo mal formados en base superior y inferior



[suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

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

Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

(044) 679388 / 946 227 318

## ANEXO 15: Ensayo a la tracción a los 3 días



**PROYECTO:** Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  
 $f'c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilíce, Nanosilíce y

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION

MICROSILICE 5%+NANOSILICE 2%+SUPERPLASTIFICANTE 2%									
Nº CODIGO DE	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	LARGO (cm2)	Carga en Kg	R.DISEÑO	R.Traccion (Kg/cm2)	tipo de falla	%
1	3	18/10/2021	15,26	30,15	45670,0	600	63	1	11
2	3	18/10/2021	15,21	30,18	46579,0	600	65	1	11
3	3	18/10/2021	15,13	30,20	45340,0	600	63	1	11

MICROSILICE 8%+NANOSILICE 2%+SUPERPLASTIFICANTE 2%									
Nº CODIGO DE	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm2)	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del Concreto	tipo de falla	%
1	3	18/10/2021	15,09	30,13	48900,0	600	68	1	11
2	3	18/10/2021	15,10	30,12	48750,0	600	68	1	11
3	3	18/10/2021	15,11	30,11	48670,0	600	68	1	11

MICROSILICE 10%+NANOSILICE 2%+SUPERPLASTIFICANTE 2%									
Nº CODIGO DE	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm2)	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del Concreto	tipo de falla	%
1	3	18/10/2021	15,11	30,11	53490,0	600	75	1	12
2	3	18/10/2021	15,02	30,16	53420,0	600	75	1	13
3	3	18/10/2021	15,13	30,18	53540,0	600	75	1	12



[suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

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

Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

(044) 679388 / 946 227 318

## ANEXO 16: Ensayo a la tracción a los 14 días



**PROYECTO:** Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f'c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilíce,

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION

MICROSILICE 5%+NANOSILICE 2%+SUPERPLASTIFICANTE 2%									
Nº CODIGO DE	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	LARGO (cm2)	Carga en Kg	R.DISE NO	R.Tr accion	tipo de falla	%
1	14	29/11/2021	15,23	30,12	79980,0	600	111	1	18
2	14	29/11/2021	15,18	30,15	80750,0	600	112	1	19
3	14	29/11/2021	15,11	30,13	80630,0	600	113	1	19

MICROSILICE 8%+NANOSILICE 2%+SUPERPLASTIFICANTE 2%									
Nº CODIGO DE	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm2)	Carga en Kg	Resist encia de	Resi sten cia	tipo de falla	%
1	14	29/11/2021	15,30	30,12	86790,0	600	120	1	20
2	14	29/11/2021	15,12	30,11	86560,0	600	121	1	20
3	14	29/11/2021	15,08	30,16	86210,0	600	121	1	20

MICROSILICE 10%									
Nº CODIGO DE	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm2)	Carga en Kg	Resist encia de	Resi sten cia	tipo de falla	%
1	14	29/11/2021	15,10	30,09	94650,0	600	133	1	22
2	14	29/11/2021	15,05	30,12	93960,0	600	132	1	22
3	14	29/11/2021	15,09	30,15	94560,0	600	132	1	22



 [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

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

 Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

 (044) 679388 / 946 227 318

## ANEXO 17: Ensayo a la tracción a los 28 días



**PROYECTO:** Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f_c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice,

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION

MICROSILICE 5%+NANOSILICE 2%+SUPERPLASTIFICANTE 2%									
Nº CODIGO DE	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	LARGO (cm2)	Carga en Kg	R.DISEÑO	R.Traccion (Kg/cm)	tipo de falla	%
1	28	12/11/2021	15,21	30,11	93450,0	600	130	1	22
2	28	12/11/2021	15,13	30,09	92950,0	600	130	1	22
3	28	12/11/2021	15,18	30,15	93150,0	600	130	1	22

MICROSILICE 8%+NANOSILICE 2%+SUPERPLASTIFICANTE 2%									
Nº CODIGO DE	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm2)	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del	tipo de falla	%
1	28	12/11/2021	15,23	30,05	104560,0	600	145	1	24
2	28	12/11/2021	15,11	30,07	105670,0	600	148	1	25
3	28	12/11/2021	15,05	30,03	104550,0	600	147	1	25

MICROSILICE 10%+NANOSILICE 2%+SUPERPLASTIFICANTE 2%									
Nº CODIGO DE	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm2)	Carga en Kg	Resistencia de	Resistencia del	tipo de falla	%
1	28	12/11/2021	15,07	30,12	153450,0	600	215	1	36
2	28	12/11/2021	15,12	30,11	155550,0	600	218	1	36
3	28	12/11/2021	15,13	30,10	153540,0	600	215	1	36



 [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

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

 Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

 (044) 679388 / 946 227 318



## ANEXO 18: Ensayo de flexión a los 28 días



**Proyecto:** Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f'c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando Microsilice, Nanosilice y Superplastificante - Truillo - 2021  
**Solicitante:** Alex Eladio Rondo Rojas

### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78


IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
MICROSILICE 5% + NANOSILICE 2% + SUPERPLASTIFICANTE 2%	15/10/2021	12/11/2021	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	48 kg/cm <sup>2</sup>
MICROSILICE 5% + NANOSILICE 2% + SUPERPLASTIFICANTE 2%	15/10/2021	12/11/2021	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	46 kg/cm <sup>2</sup>
MICROSILICE 5% + NANOSILICE 2% + SUPERPLASTIFICANTE 2%	15/10/2021	12/11/2021	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	47 kg/cm <sup>2</sup>
MICROSILICE 8% + NANOSILICE 2% + SUPERPLASTIFICANTE 2%	15/10/2021	12/11/2021	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	52 kg/cm <sup>2</sup>
MICROSILICE 8% + NANOSILICE 2% + SUPERPLASTIFICANTE 2%	15/10/2021	12/11/2021	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	53 kg/cm <sup>2</sup>
MICROSILICE 8% + NANOSILICE 2% + SUPERPLASTIFICANTE 2%	15/10/2021	12/11/2021	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	52 kg/cm <sup>2</sup>
MICROSILICE 10% + NANOSILICE 2% + SUPERPLASTIFICANTE 2%	15/10/2021	12/11/2021	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	67 kg/cm <sup>2</sup>
MICROSILICE 10% + NANOSILICE 2% + SUPERPLASTIFICANTE 2%	15/10/2021	12/11/2021	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	66 kg/cm <sup>2</sup>
MICROSILICE 10% + NANOSILICE 2% + SUPERPLASTIFICANTE 2%	15/10/2021	12/11/2021	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	66 kg/cm <sup>2</sup>



 [suelos@cecapedingeneria.edu.pe](mailto:suelos@cecapedingeneria.edu.pe)

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

 Calle Cobre Mz. A Lote 7, Urb. San Isidro

 (044) 679388 / 946 227 318

## ANEXO 19: especificaciones de cemento Andino Ultra



### Ficha Técnica

## CEMENTO ANDINO ULTRA

#### Descripción:

- Es un Cemento Hidráulico tipo HS, MH Y R.

#### Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Alta resistencia a la acción de agentes externos (sales y cloruros).
- Moderado calor de hidratación. Ideal para climas cálidos y fríos.
- Bajo contenido de álcalis. Excelente resistencias a todo tipo de agregado.

#### Usos:

- Para estructuras sólidas y obras de construcción civil que requieran propiedades resistentes al salitre, la humedad, agua de mar y agregados alcali reactivos.
- Apropiado para construcciones en minas, reservorios de agua, piscinas, casas de playa; entre otros.

#### Características Técnicas:

- Cumple la Norma Técnica Peruana NTP-334.082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-1157.

#### Formato de Distribución:

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



### Recomendaciones

#### Dosificación:

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

#### Manipulación:

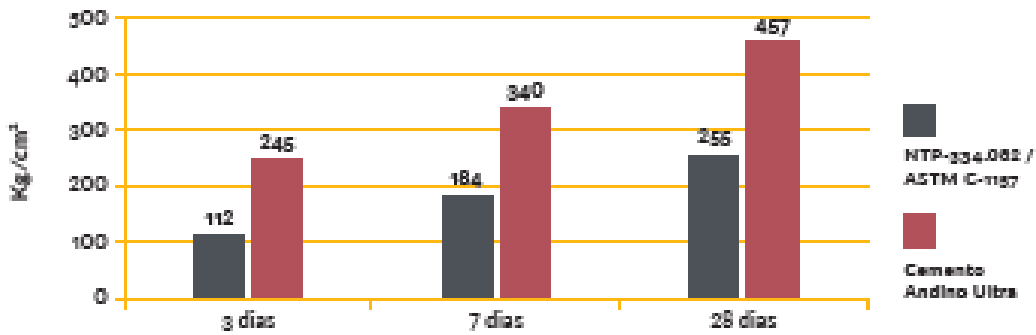
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

#### Almacenamiento:

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

## Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.082 / ASTM C-1157 vs. Cemento Andino Ultra



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Ultra	Requisitos NTP-334.082 / ASTM C-1157
Contenido de aire	%	4.7	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.02	Máximo 0.80
Superficie específica	m²/kg	480	No específica
Densidad	g/ml	3.0	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm²	245	Mínimo 112
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm²	340	Mínimo 184
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm²	457	Mínimo 255
<b>Tiempo de fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	147	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 420
<b>Barros curados en agua</b>			
Expansión a 14 días	%	0.009	Máximo 0.020
<b>Potencial Alcali-Reactivo</b>			
Expansión a 14 días	%	0.009	Máximo 0.020
Expansión a 56 días	%	0.021	Máximo 0.060
<b>Calor de Hidratación</b>			
Calor de hidratación a 7 días	cal/g	63	Máximo 70
<b>Resistencia a los sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.034	0.05 % máx. a 180 días

## ANEXO 20: Hoja técnica de Sika Fume

BUILDING TRUST



# HOJA TÉCNICA

## Sika® Fume

Adición mineral - Microsilice

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un aditivo en polvo compuesto por microsilice (Sílica Fume) de alta calidad y que acondicionado a la mezcla de concreto o mortero, disminuye el lavado del cemento en el vaciado de la mezcla bajo agua. Sika® Fume no contiene cloruros y puede utilizarse en concretos y morteros en conjunto con un superplastificante para obtener la fluidez necesaria para la colocación del concreto.

#### USOS

- En el concreto bajo agua en puertos, puentes, presas, reparaciones, rellenos, entre otros.
- En concretos de alta impermeabilidad y durabilidad.
- En concretos de alta resistencia (mayor a 500 kg/cm<sup>2</sup>).
- En concretos bombeados y proyectados.
- En morteros y lechadas de inyección.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Disminuye la pérdida de cemento y elementos finos.
- Aumenta la resistencia mecánica.
- Aumenta la impermeabilidad.
- Aumenta la resistencia química.
- Aumenta la adherencia al acero.
- Permite utilizar mezclas altamente fluidas con alta cohesión.
- Aumenta la cohesión y disminuye la exudación de la mezcla fresca.
- Aumenta la durabilidad frente a agentes agresivos.
- Aumenta la resistencia a abrasión.

### DATOS BÁSICOS

FORMA

COLOR  
Gris

Hoja Técnica  
Sika® Fume  
24.11.14, Edición 7

1/4



	<b>ASPECTO</b> Polvo.
	<b>PRESENTACIÓN</b> Bolsa de 25 kg
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b>  Se puede almacenar durante 2 años en su envase original cerrado en un lugar fresco y bajo techo.
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 3,2 <b>BLANIE(SUPERFICIE ESPECÍFICA)</b> 18,000 – 22,000 m <sup>2</sup> /kg. <b>ANÁLISIS QUÍMICO</b> SiO <sub>2</sub> 93.0 % mín. Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.80 % máx. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.40 % máx. CaO 0.60 % máx. MgO 0.60 % máx. Na <sub>2</sub> O 0.20 % máx. K <sub>2</sub> O 1.2 % máx. C (libre) 2.0 % máx. SO <sub>3</sub> 0.40 % máx. L.O.I. 3.5 % máx. <b>FINURA (DIÁMETRO PROMEDIO)</b> 0.1 – 0.2 mm <b>PORCENTAJE PASANDO 45 MM</b> 95 – 100 % <b>PARTÍCULA</b> Esférica <b>FORMA</b> Amorfa <b>NORMA</b> Cumple con la norma CSA – A. 3001 – 03

## INFORMACIÓN DEL SISTEMA

<b>DETALLES DE APLICACIÓN</b>	<b>CONSUMO / DOSIS</b>  Puede utilizarse en dosis de aproximadamente 10 % del peso del cemento. Se recomienda realizar ensayos previos para definir el consumo exacto.
<b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b>	<b>MÉTODO DE APLICACIÓN/HERRAMIENTAS</b>  Se puede mezclar con productos Sikament® o Viscocrete. La dosificación del concreto se realiza de acuerdo a la práctica normal para concreto bajo agua o para la aplicación específica que se requiera. La utilización conjunta de ambos productos asegura las características de cohesión, adherencia y resistencia en el concreto bajo agua. Sika® Fume se adiciona a la mezcladora junto con el cemento o la arena. El aditivo Sikament® se agrega diluido en el agua de amasado.

Hoja Técnica  
Sika® Fume  
26.11.14. Edición 7

2/4

BUILDING TRUST



---

## INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

**PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN** Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

**OBSERVACIONES** La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

**NOTAS LEGALES** La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos, cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).

"La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 6

la misma que deberá ser destruida"

---

## ANEXO 21: Hoja técnica de Sikament- superplastificante

CONSTRUYENDO CONFIANZA



### HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## Sikament®-306

**SUPERPLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO QUE MANTIENE LA TRABAJABILIDAD**

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Superplastificante, reductor de agua de alto rango, economizador de cemento. En climas templados y fríos mantiene la manejabilidad del concreto. No contiene cloruros.

#### USOS

**Como superplastificante.**

Adicionado a una mezcla con consistencia normal se consigue fluidificar al concreto o mortero, facilitando su colocación, haciéndolo apto para el bombeo. Especialmente indicado para fundiciones de concreto por el sistema tremie.

**Como reductor de agua de alto poder.**

Adicionado en el agua de amasado, permite reducir hasta el 30% del agua de la mezcla consiguiéndose la misma manejabilidad con incremento notable en las resistencias mecánicas a todas las edades. La impermeabilidad y durabilidad del concreto se ven incrementadas.

**Como economizador de cemento.**

Se puede aprovechar el incremento de resistencias logrado al reducir agua con el aditivo, para disminuir el contenido de cemento y hacer más económico el diseño.

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cilindro x 200 L</li><li>• Dispenser x 1000 L</li><li>• Granel x 1L</li></ul>
<b>Apariencia / Color</b>	Líquido pardo oscuro
<b>Vida Útil</b>	1 año
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto debe de ser almacenado en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte de-

Hoja de Datos Del Producto  
Sikament®-306  
Mayo 2020, Versión 01.02  
021.80005.1000000078

Se tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.

Densidad 1.21 +/- 0.01

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### Como plastificante:

Adicionarlo a la mezcla de concreto o mortero ya preparado y remezclar por lo menos durante 5 minutos hasta obtener una mezcla fluida.

### IMPORTANTE

En la elaboración de concretos o morteros fluidos se exige una buena distribución granulométrica. Se debe garantizar un suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido. En caso de deficiencia de finos, dosificar SikaAer® para incorporar el aire en forma controlada a la mezcla. El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de los encofrados para evitar la pérdida de la pasta de cemento. La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de obra.

Dosificación superiores a las recomendadas pueden ocasionar retardos en el fraguado del concreto.

### DOSIFICACIÓN

Como plastificante del 0,5 % - 1 % del peso del cemento.

Como superplastificante del 1 % - 2 % del peso del cemento.

### NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que puedan acceder en internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

# FICHA TECNICA

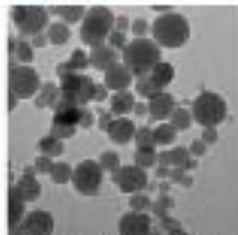
## GAIA Nanosilice

### Nano aditivo Superplastificante



Ficha Técnica  
Edición nº 1 11-2008  
Identificación nº 1.001  
Versión - 01  
GAIA Nanosilice

#### Descripción



Fotografía electrónica de nanosilice a 100 nm.

GAIA Nanosilice es un nano aditivo en estado líquido, a base de sílice con partículas de tamaño nanométrico. Gran reductor de agua, de alta actividad. Pertenece a la línea GAIA NANOSILICE, donde las reacciones químicas en el hormigón convierten las nano partículas de sílice en nano partículas de cemento.

Cumple con todos los requerimientos de la norma ASTM C-494. Tipos A y F.

#### Aplicaciones

GAIA Nanosilice por su elevado poder de fluidificación y sumado a la capacidad de favorecer la evolución de resistencias, sobre todo a edades muy tempranas, lo hace ideal para:

- ◆ Industria del hormigón prefabricado, pretensado, armado y pos tensado.
- ◆ Hormigón Fast Track.
- ◆ Hormigón de Altas Prestaciones (AHP).
- ◆ Hormigón ligero de baja densidad.
- ◆ Y todas las aplicaciones tradicionales de microsíllice.

#### Propiedades

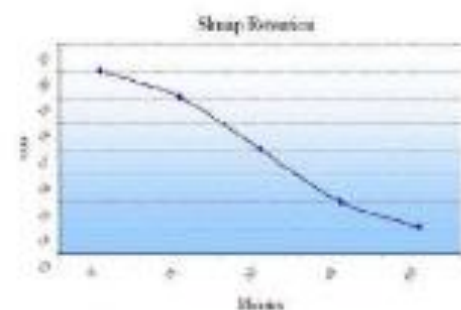
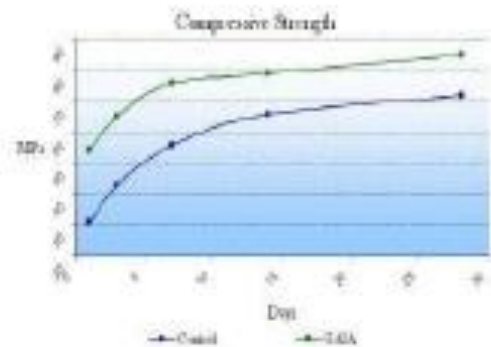
- ◆ Gran poder plastificante y reductor de agua.
- ◆ Incremento del desarrollo de alta resistencia inicial y final.
- ◆ Permeabilidad nula o casi nula por lo que aumenta la durabilidad del hormigón.
- ◆ No produce retrasos de fraguado.
- ◆ Ideal para Hormigón Fast Track.
- ◆ Evita la segregación y la excesiva exudación.
- ◆ Mejora el acabado y la textura de la superficie del hormigón.
- ◆ Evita la formación de coqueas y ridos de grava.



#### Características Técnicas

Al eliminar el total de la sílice en polvo en cualquiera de sus alternativas y por su alta absorción de agua, nos permite eliminar superplastificantes y reducir al mínimo los reductores plastificantes.

- ◆ No contiene cloruros, ni ningún ingrediente promotor de la corrosión. Es utilizado sin problemas en hormigón armado y pretensado.
- ◆ Ideal para hormigones tipo "Fast Track", a usar dentro de las 24 horas posteriores, con adecuadas dosificaciones.
- ◆ Hormigones de altas prestaciones: 70 MPa R28.
- ◆ Cono de 78 a 50 cm. en 2 horas con R1 de 44 MPa y 80 MPa a R 28.
- ◆ Aumenta en más del 50% la resistencia a la flexotracción.
- ◆ Evita en gran medida las eflorescencias.



#### Normas

Cumple con los requisitos y especificaciones para superplastificantes de la norma SIA 162 (1989) y EN 942-2.

#### Método de aplicación

- ❖ **GAIA Nanosilice se utiliza en dosis del 1 al 3% sobre el peso del cemento. Lo ideal es contactar el servicio técnico ULMEN para optimizar su uso. Vía e-mail es suficiente.**
- ❖ **GAIA Nanosilice debe agregarse una vez tengamos mezclados los áridos con el cemento y después de haber echado el agua correspondiente. Dejar amasar sobre 10 a 12 minutos. No adicionar el producto sobre la masa seca de cemento y áridos.**
- ❖ **GAIA Nanosilice puede ser utilizado en conjunto con otros aditivos de Ulmen, por lo que se recomienda realizar ensayos previos con la combinación deseada.**
- ❖ **En la producción, colocación y curado del hormigón se deben seguir las reglas de buena práctica habitualmente usadas.**

#### Propiedades Físicas y Químicas de GAIA Nanosilice

<b>Aspecto Físico</b>	Líquido turbio ligeramente viscoso
<b>Color</b>	Café claro.
<b>pH, 20º C</b>	5,00 ± 1
<b>Densidad, 20º C</b>	1.030 ± 0.02 gr/ml
<b>Viscosidad 20º C</b>	13 ± 2 sec. (C. Ford No. 4)
<b>Contenido en cloruros</b>	< 0,01%
<b>Almacenamiento</b>	Puede almacenarse durante 6 meses en su envase original cerrado, en lugar y protegido del sol, a temperaturas entre 5º y 35º.
<b>Presentación</b>	Bidón Plástico de 200 Kgs. Contenedor pallet de 1.000 Kg.

En caso de congelamiento del GAIA Nanosilice puede ser utilizado si se descongela lentamente a temperatura de 20º C y se agita de forma intensa.

#### Reducción de costo

A consecuencia de la menor actividad operacional, menor flujo de material con la consiguiente reducción de inventario.

Y --- es líquido, amigable con el medio ambiente y la salud de los trabajadores, [http://ec.europa.eu/employment\\_social](http://ec.europa.eu/employment_social)

La sílice en polvo es identificada como UN 1346, clase 4,1, grupo F III <http://www.unec.org/trans/danger>

**NOTA:** La información y, en particular, las recomendaciones sobre la aplicación y uso final de los productos Ulmen son proporcionadas de buena fe, basados en el conocimiento y experiencia actuales de Ulmen. La presente ficha técnica sirve, al igual que todas las demás recomendaciones e información técnica, únicamente para la descripción de las características del producto, forma de empleo y sus aplicaciones. Los datos e informaciones reproducidos, se basan en nuestros conocimientos técnicos obtenidos en la bibliografía, en ensayos de laboratorio y en la práctica. Los datos sobre consumo y dosificación que figuran en esta ficha técnica, se basan en nuestra propia experiencia, por lo que estos son susceptibles de variaciones debido a las diferentes condiciones de las obras. Los consumos y dosificaciones reales, deberán determinarse en la obra, mediante ensayos previos y son responsabilidad del cliente. Para un asesoramiento adicional, nuestro Servicio Técnico, está a su disposición. Industrias ULMEN Europa, S. L. se reserva el derecho de modificar la composición de los productos, siempre y cuando éstos continúen cumpliendo las características descritas en la ficha técnica. Otras aplicaciones del producto que no se ajusten a las indicadas, no serán de nuestra responsabilidad. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra son tan particulares que de ésta información, cualquier recomendación escrita o cualquier otro consejo no se puede deducir garantía alguna respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad en particular, así como responsabilidad alguna que surja de cualquier relación legal. Otorgamos garantía en caso de defectos en la calidad de fabricación de nuestros productos, quedando excluidas las reclamaciones adicionales, siendo de nuestra responsabilidad tan solo la de reintegrar el valor de la mercancía suministrada. Los usuarios deben referirse siempre a la edición más reciente de la Ficha Técnica local, cuyas copias serán facilitadas a solicitud del cliente.

#### INDUSTRIAS ULMEN EUROPA, S. L.

Oficina: Calle Zaragoza, nº 15 - 3º - Puerta 6 (P. O. BOX 504) 12540 Vila-real (CASTELLON) SPAIN

Tel. - +34 964 538 238 - Fax - +34 964 782 261

Fábrica: P.I. El Palmeral, Sector Sur 6, Parc.17, Nave 1 12200 Onda (Castellón) SPAIN

[www.ulmen.es](http://www.ulmen.es) - [info@ulmen.es](mailto:info@ulmen.es)

## ANEXO 23: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Ficha de recolección de datos

Título : Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f_c = 600$  Kg/cm<sup>2</sup>, adicionando Microsilíce, Nanosilíce y Superplastificante - Trujillo – 2021

Autor : Rondo Rojas Alex Eladio

Dimensión : Resistencia a la Compresión

Norma : N.T.P. 339.034

Descripción	Tipo de muestra	Resistencia a compresión a 3 d	Resistencia a compresión a 14 d	Resistencia a compresión a 28 d
Diseño 1	MS 5% - NS 2% - SP 2%	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
Diseño 2	MS 8% - NS 2% - SP 2%	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
Diseño 3	MS 10% - NS 2% - SP 2%	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja

Validez	nombres y apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto 1	Mario Daniel Cayetano Carranza	56410	0,85	
Experto 2	Segundo Cristian Cruz Silva	74379	0,85	
Experto 3	Hebert Eduardo Versau Gonzalez	118509	0,85	
	Promedio		0,85	

CONSORCIO CONCRETO  
  
 Ing. Mario Daniel Cayetano Carranza  
 ING. RESIDENTE DE OBRA  
 CIP N° 56410

CONSORCIO CONCRETO  
  
 Ing. Segundo Cristian Cruz Silva  
 ESPECIALISTA EN SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL  
 CIP N° 74379

CONSORCIO CONCRETO  
  
 Ing. Hebert Eduardo Versau Gonzalez  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 118509



## ANEXO 24: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

### Ficha de recolección de datos

Título : Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f'c = 600$   
Kg/cm<sup>2</sup>, adicionando Microsilíce, Nanosilíce y Superplastificante - Trujillo –  
2021

Autor : Rondo Rojas Alex Eladio

Dimensión : Resistencia a la Tracción

Norma : N.T.P. 339.084

Descripción	Tipo de muestra	Resistencia a compresión a 3 d	Resistencia a compresión a 14 d	Resistencia a compresión a 28 d
Diseño 1	MS 5% - NS 2% - SP 2%	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
Diseño 2	MS 8% - NS 2% - SP 2%	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
Diseño 3	MS 10% - NS 2% - SP 2%	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja

Validez	nombres y apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto 1	Mario Daniel Cayetano Carranza	56410	0,85	
Experto 2	Segundo Cristian Cruz Silva	74379	0,85	
Experto 3	Hebert Eduardo Verbeu Gonzalez	118509	0,85	
	Promedio		0,85	

CONSORCIO CONCRETO  
  
 Ing. Mario Daniel Cayetano Carranza  
 ING. RESIDENTE DE OBRAS  
 CIP N° 56410

CONSORCIO CONCRETO  
  
 Ing. Segundo Cristian Cruz Silva  
 ESPECIALISTA EN SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL  
 CIP N° 74379

CONSORCIO CONCRETO  
  
 Ing. Hebert Eduardo Verbeu Gonzalez  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP N° 118509



## ANEXO 25: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

### Ficha de recolección de datos

Título : Estudio de las propiedades del concreto de alta Resistencia  $f_c = 600$   
Kg/cm<sup>2</sup>, adicionando Microsílice, Nanosílice y Superplastificante - Trujillo –  
2021

Autor : Rondo Rojas Alex Eladio

Dimensión : Resistencia a la Flexión

Norma : N.T.P. 339.078

Descripción	Tipo de muestra	Resistencia a compresión a 3 d	Resistencia a compresión a 14 d	Resistencia a compresión a 28 d
Diseño 1	MS 5% -	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
	NS 2% -			
	SP 2%			
Diseño 2	MS 8% -	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
	NS 2% -			
	SP 2%			
Diseño 3	MS 10%	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
	- NS 2% - SP 2%			

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja

Validez	nombres y apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto 1	Mario Daniel Cayetano Carranza	56410	0,85	
Experto 2	Segundo Cristian Cruz Silva	74379	0,85	
Experto 3	Hebert Eduardo Vereau Gonzalez	118509	0,85	
	Promedio		0,85	

CONSORCIO CONCRETO

Ing. Mario Daniel Cayetano Carranza  
ING. RESIDENTE DE OBRA  
CIP N° 56410

CONSORCIO CONCRETO

Ing. Segundo Cristian Cruz Silva  
ESPECIALISTA EN SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL  
CIP N° 74379

CONSORCIO CONCRETO

Ing. Hebert Eduardo Vereau Gonzalez  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
CIP N° 118509