



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**UNIDAD DE INVESTIGACION**

**EVALUACION DE ORIGINALIDAD**

**N° 024-75574540**

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento **INFORME FINAL DE TESIS** cuyo título es:

**APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKA CEM**  
**SUPERPLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA LA**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN EL**  
**DISTRITO DE SAN ANDRES-PISCO**

presentado por:

**TORRES HUAMANI, ANGGIE CAROLINA**

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es **17% de similitud** por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 15 agosto de 2021

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" Ica  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
*[Firma]*  
DR. ING. MARTIN HAMILTON WILSON HUAMANCHUMO  
Director de la Unidad de Investigación de la FIC

*[Firma]*  
DAVID MOTTA HUAYANCA  
Técnico Operador Tecnológico:



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



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

APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE EN EL  
DISEÑO DE MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO EN EL DISTRITO DE SAN ANDRES-PISCO

Presentado por:

Bach. TORRES HUAMANI, Anggie Carolina

Ica – Perú

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme llegar a culminar esta etapa de mi vida, darme salud y sabiduría para poder tomar buenas decisiones.

A mi madre por estar siempre a mi lado en los buenos y malos momentos, por su esfuerzo en todos estos años, por motivarme e inspirarme a crecer personal y profesionalmente.

A mi familia por aconsejarme y apoyarme a terminar este nuevo proyecto, por su cuidado y paciencia que tuvieron a lo largo de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre por apoyarme en todas mis decisiones y darme la fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

A mi familia por inculcarme y saber guiarme cuando requerí de su apoyo.

A mi novio por ayudarme en todo el desarrollo de este proyecto.

A mi asesor, Ingeniero Daniel Vergara Lovera por transmitirme sus experiencias y su constante apoyo en la elaboración de este proyecto.

Al ingeniero laboratorista de la facultad de ingeniería civil, Gonzalo Tejeda Córdova, por compartir sus conocimientos y hacer posible que este proyecto se realice convenientemente.

A los docentes de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, facultad de Ingeniería Civil quienes me apoyaron para que este proyecto se pueda culminar.

## INDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPITULO I .....	13
MARCO TEORICO .....	13
1.1. Antecedentes del problema de investigación .....	13
1.1.1. Antecedentes a nivel internacional.....	13
1.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	13
1.2. Bases teóricas de la investigación .....	15
1.2.1. Concreto .....	15
1.2.2. Cemento portland (NTP 334.090) .....	15
1.2.3. Agua (NTP 339.088; ASTM C1602).....	16
1.2.4. Agregados .....	17
1.2.5. Características físicas de los agregados .....	18
1.2.6. Características químicas de los agregados .....	22
1.2.7. Características mecánicas de los agregados .....	23
1.2.8. Aditivos.....	23
1.2.9. Propiedades del concreto en estado fresco.....	24
1.2.10. Propiedades del concreto en estado endurecido .....	26
1.2.11. Durabilidad del concreto de cemento hidráulico .....	27
1.3. Marco legal .....	27
1.4. Marco Conceptual .....	28
CAPITULO II .....	29
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	29

2.1. Situación problemática .....	29
2.2. Formulación del problema .....	29
2.2.1. Problema general .....	29
2.2.2. Problemas específicos .....	30
2.3. Delimitación del problema .....	31
2.3.1. Delimitación espacial o geográfica .....	31
2.3.2. Delimitación temporal .....	31
2.3.3. Delimitación social.....	31
2.3.4. Delimitación conceptual.....	31
2.4. Justificación e importancia de la investigación.....	32
2.4.1. Justificación.....	32
2.4.2. Importancia y conveniencia del estudio.....	32
2.5. Objetivos de la investigación .....	33
2.5.1. Objetivo general.....	33
2.5.2. Objetivos específicos.....	33
2.6. Hipótesis de investigación.....	33
2.6.1. Hipótesis general.....	33
2.6.2. Hipótesis específicas .....	33
2.7. Variables de investigación .....	34
2.7.1. Identificación de variables.....	34
2.7.2. Operacionalización de variables .....	35
2.7.3. Matriz de consistencia .....	36
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>38</b>
<b>METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>38</b>
3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación .....	38
3.1.1. Tipo de Investigación.....	38
3.1.2. Nivel de Investigación .....	38

3.1.3. Diseño de Investigación .....	38
3.2. Población y muestra de investigación.....	38
3.2.1. Población de estudio .....	38
3.2.2. Muestra de estudio .....	38
CAPITULO IV .....	39
TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION .....	39
4.1. Técnicas de recolección de datos .....	39
4.2. Instrumentos de recolección de datos .....	39
4.3. Técnicas de procesamientos de datos, análisis e interpretación de resultados.....	39
4.4. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos .....	39
4.5. Metodología de ensayo en el laboratorio para los agregados .....	39
4.5.1. Granulometría del agregado (NTP 400.012).....	39
4.5.2. Peso unitario suelto del agregado (NTP 400.017,2011).....	40
4.5.3. Peso unitario apisonado del agregado (NTP 400.022,2013).....	41
4.5.4. Contenido de humedad (NTP 339.185,2013).....	41
4.5.5. Peso específico y absorción.....	42
4.5.6. Resistencia a la degradación en agregados gruesos (NTP 400.019).....	45
4.6. Metodología de ensayos en el laboratorio para el concreto con cemento Inka Ultra Resistente tipo 1 Co.....	46
4.6.1. Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio NTP 339.183 .....	46
4.6.2. Ensayos del concreto en estado fresco .....	47
4.6.3. Ensayo del concreto en estado endurecido.....	50
CAPITULO V .....	51
PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS...51	
5.1. Presentación de Resultados .....	51
5.1.1. Ubicación de la cantera Roca Estrella .....	52
5.1.2 Resultados de los ensayos en el laboratorio para los agregados .....	53

5.1.3. Diseño de Mezcla para concreto de control con cemento Inka Ultrarresistente Tipo I Co.....	67
5.1.4. Diseño de mezcla para concreto con aditivo sika Cem Superplastificante al 0.3% y cemento Inka ultrarresistente tipo I Co.....	75
5.1.5. Diseño de mezcla para concreto con aditivo sika Cem Superplastificante al 1% y cemento Inka ultrarresistente tipo I Co .....	81
5.1.6. Ensayos en el laboratorio para el concreto en estado fresco con cemento Inka Ultra Resistente tipo 1 Co.....	87
5.1.7. Ensayos en el laboratorio para el concreto en estado endurecido con cemento Inka Ultra Resistente tipo 1 Co.....	92
5.2. Interpretación de Resultados .....	95
5.2.1. Ensayo del asentamiento del concreto .....	95
5.2.2. Ensayo de peso unitario del concreto .....	96
5.2.3. Ensayo de contenido de aire del concreto.....	98
5.2.4. Ensayo de exudación del concreto.....	98
5.2.5. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	100
5.3. Discusión de Resultados .....	103
5.3.1. Nivel de asentamiento del concreto.....	103
5.3.2. Nivel de peso unitario del concreto .....	104
5.3.3. Nivel de contenido de aire del concreto.....	105
5.3.4. Nivel de exudación del concreto .....	106
5.3.5. Nivel de resistencia a la compresión del concreto.....	107
CAPITULO VI.....	108
COMPROBACION DE HIPOTESIS .....	108
6.1. Contrastación de Hipótesis General .....	108
6.2. Contrastación de Hipótesis Especificas .....	108
CONCLUSIONES .....	109
RECOMENDACIONES .....	111

FUENTES DE INFORMACION.....	112
<b>ANEXOS</b> .....	<b>113</b>

## RESUMEN

La presente tesis evalúa la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> -  $f'cr=365$  kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con cemento INKA Ultra Resistente tipo 1 Co, en beneficio de edificaciones durables en las estructuras de concreto en el distrito de San Andres – Pisco. La adición del aditivo en el diseño de mezcla del concreto se hizo en cantidades de 0.3 % y 1%.

Como primer paso los agregados provenientes de la provincia de pisco fueron transportados al laboratorio de la Universidad San Luis Gonzaga de Ica. En el desarrollo de la investigación se conocieron las propiedades de los agregados y se determinó si se encontraban dentro de los parámetros establecidos con la finalidad de obtener la adición adecuada de aditivo en el diseño de mezcla. Posteriormente se realizó el ensayo de resistencia a la compresión del concreto, del cual se elaboraron 18 probetas por cada diseño de mezcla para una relación  $w/c= 0.46$  a edades de 7, 14, 28 días, obteniendo 56 probetas ensayadas. Posteriormente se conocieron las propiedades físicas del concreto realizando los ensayos de asentamiento del concreto, peso unitario, contenido de aire y exudación.

Al realizar la comparación en los resultados de la investigación nos muestran que la adición del aditivo en cantidad del 0.3% del peso del cemento genera el máximo valor aumentando la resistencia a la compresión en 12.32% con respecto a la resistencia diseñada. Los resultados se especifican a detalle en el capítulo de procesamiento y análisis de datos.

## **ABSTRACT**

This thesis evaluates the application of the Sika®Cem superplasticizer additive in the mix design for the compressive strength of concrete of  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$  -  $f'cr = 365 \text{ kg / cm}^2$ , made with INKA Ultra Resistant cement Type 1 Co, for the benefit of durable buildings in concrete structures in the district of San Andres - Pisco. The addition of the additive in the concrete mix design was made in amounts of 0.3% and 1%.

As a first step, the aggregates from the province of Pisco were transported to the laboratory of the San Luis Gonzaga University in Ica. In the development of the investigation the properties of the aggregates were known and it was determined if they were within the established parameters in order to obtain the appropriate addition of additive in the mixture design. Subsequently, the concrete compression resistance test was carried out, of which 18 specimens were prepared for each mix design for a ratio  $w / c = 0.46$  at ages of 7, 14, 28 days, obtaining 56 test specimens. Subsequently, the physical properties of the concrete were known by testing the concrete settlement, unit weight, air content and exudation.

When comparing the results of the investigation, they show us that the addition of the additive in the amount of 0.3% of the cement weight generates the maximum value by increasing the compressive strength by 12.32% with respect to the designed strength. The results are specified in detail in the data processing and analysis chapter.



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

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

APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE EN EL  
DISEÑO DE MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO EN EL DISTRITO DE SAN ANDRES-PISCO

Área de Conocimiento:  
Ingeniería y Tecnología

Línea de Investigación:  
Materiales de Construcción

Presentado por:  
Bach. TORRES HUAMANI, Anggie Carolina

Asesor:  
Ing. VERGARA LOVERA, Daniel Demetrio

## INTRODUCCIÓN

El Distrito de San Andrés-Pisco se encuentra ubicado en una zona costera expuesta a los agentes externos que se encuentran en el medio ambiente (sulfatos, sales solubles, humedad, etc.) los cuales penetran a través de la red de los poros del concreto minimizando su durabilidad, además la informalidad existente en las construcciones como la autoconstrucción y carencia de orientación técnica por un profesional sobre los nuevos materiales que mejoran la calidad de las construcciones en estructuras de concreto garantizándonos una construcción ideal y de calidad, los factores en mención conllevan en conjunto a poner en riesgo la vida útil de las estructuras de concreto. Por este motivo se busca aumentar la durabilidad del concreto por medio de la resistencia a la compresión utilizando el aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla del concreto de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  -  $f'cr=365\text{kg/cm}^2$ . Beneficiando en el aumento de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto.

Así mismo, no se cuenta con antecedentes sobre proyectos de investigación en el Distrito usando materiales innovadores en el concreto, en este sentido, se fomentará a que se realicen investigaciones para el beneficio de la población.

Con el procesamiento y análisis de datos se podrá recomendar a la población si el aditivo Sika®Cem superplastificante diseñado con los materiales provenientes de la provincia de Pisco, mejoran la calidad del concreto, por ende, el beneficio de las edificaciones durables en el distrito de San Andrés.

## CAPITULO I

### MARCO TEORICO

#### 1.1. Antecedentes del problema de investigación

##### 1.1.1. Antecedentes a nivel internacional

Oliva, C. (2008). *Influencia de los superplastificantes en la trabajabilidad y resistencia de los hormigones grado H-25 y H-30* (Tesis presentado para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad Austral de Chile, Valdivia.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia que produce el aditivo superplastificante comparando un diseño de mezcla patrón (sin aditivo) y un diseño de mezcla con aditivo a diferentes porcentajes. Se obtuvieron resultados favorables con el aditivo utilizando una dosificación apropiada de acuerdo con las propiedades del concreto del cual aumenta la resistencia a la compresión del concreto y se obtiene un concreto trabajable.

Campoverde, S- Muñoz, Diego. (2015). *Estudio experimental del uso de diferentes aditivos como plastificantes reductores de agua en la elaboración de hormigón y su influencia en la propiedad de resistencia a la compresión* (Tesis presentado para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad de Cuenca, Cuenca.

La presente investigación tiene como objetivo estudiar el uso de diferentes aditivos plastificantes reductores de agua en la elaboración del hormigón para determinar su influencia en la propiedad de resistencia a la compresión. En función de los resultados obtenidos se determinó cuál de los aditivos dosificados en concentraciones de (mínimo-medio-máximo), alcanzara la resistencia a la compresión deseada en el hormigón, reduciendo agua y cemento en su dosificación, de manera que se obtenga una mezcla óptima de hormigón y la más económica posible, sin perjudicar las demás propiedades del hormigón. Por tal motivo es fundamental en dosificar las proporciones adecuadas o acertadas de los materiales utilizados para la elaboración del hormigón.

##### 1.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Aching, P- Del Castillo, W. (2018). *Influencia del plastificante reductor de agua Sika-Cem en el concreto cemento – arena* (Tesis presentado para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad Científica del Perú, Iquitos.

Tuvo como objetivo evaluar la influencia del aditivo Sika-Cem plastificante en diferentes relaciones w/c aplicadas a obras civiles de la ciudad de Iquitos. Analizando el concreto cemento – arena antes y después de agregar el plastificante reductor de agua

Sika con la finalidad de comparar los resultados y establecer la diferencia del concreto cemento – arena.

Para lograr los objetivos, se hizo pruebas de rotura de especímenes de concreto cemento-arena, ensayados a 7, 14 y 28 días de edad; llegando a realizarse 36 roturas con aditivo y sin aditivo por cada relación agua cemento (0.54, 0.58 y 0.62), teniendo 144 probetas patrón y 288 muestras en total. Al realizar la comparación de slump, aire atrapado y resistencia a la compresión de las muestras analizadas se tiene como resultado que utilizando el aditivo sika cem plastificante el slump aumenta considerablemente, existe mayor contenido de aire y la resistencia también aumenta.

Abanto, T. (2016). *Permeabilidad de un Concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  utilizando diferentes porcentajes de Aditivo Plastificante* (Tesis presentado para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.

Tuvo como objetivo investigar la permeabilidad del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para lo cual se utilizó el aditivo Sika Cem Plastificante, en porcentajes de 2% y 4% que se adicionaron a la mezcla de concreto, Por cada porcentaje de aditivo se realizaron 24 probetas, obteniendo así 72 probetas en total, las cuales fueron ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, el ensayo que nos permitió determinar la permeabilidad del concreto, se realizó mediante un permeámetro que fue construido siguiendo cada uno de los pasos estipulados en el ACI 522r.

Se concluyó que al incorporar 2% y 4% de aditivo plastificante, la permeabilidad del concreto disminuye para 7 días de curado en un 8% y 19% respectivamente, a los 14 días de curado presenta una disminución de 11% y 19% respectivamente, para 21 días de curado la permeabilidad disminuye en 12% 20% y para 28 días de curado presenta una disminución de 29% y 42% respectivamente.

Díaz, M. (2010). *Correlación Entre La Porosidad y la Resistencia del Concreto* (Tesis presentado para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad Ricardo Palma, Perú.

Tuvo como objetivo demostrar que existe una relación entre la resistencia a la compresión y tracción con el logaritmo de la porosidad para diferentes relaciones a/c y diferentes días de curado. En el diagrama de dispersión y recta de regresión para los ensayos de porosidad y resistencia a la compresión, los puntos que correlacionan la porosidad(X) y la resistencia a la compresión a los 28 días (Y), presentan una concentración a lo largo de un eje aproximadamente recto y de forma descendente. Esto

permite afirmar al investigador que hay una tendencia a que los valores de “Y” disminuyan a medida que aumentan los de “X”.

Fernández, LL (2016). *Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo sikament-290N* (Tesis presentado para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima.

La presente investigación se realizó con el fin de evaluar el diseño del concreto con cemento Portland tipo I adicionando el aditivo sikament 290N. Cuyo objetivo general fue determinar la influencia del aditivo sikament-290N en los concretos elaborados con cemento portland tipo I. Para ello, se ha analizado dos grupos, primero, el concreto sin aditivo o patrón y otro adicionando diferentes porcentajes de aditivo. En el concreto con aditivo se analiza dos casos, primero, manteniendo el contenido de agua constante y el segundo manteniendo constante el slump, analizando en estado fresco, como asentamiento, peso unitario, exudación, contenido de aire, tiempo de fragua, y en estado endurecido resistencia a la compresión. Según los resultados de laboratorio, se demuestra que el uso del aditivo en las mezclas de concreto presenta mejores resultados con respecto al concreto patrón, tanto en la trabajabilidad como en la resistencia a la compresión, presentando mejoras del 114.29% en el slump y 44.38% en la resistencia con aditivo en su máxima dosificación, todo esto comparado con el concreto patrón.

## **1.2. Bases teóricas de la investigación**

### **1.2.1. Concreto**

El concreto es la mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia. (Flavio Abanto,2009).

El concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante llamado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado llamado agregado (Rivva López, 2000).

### **1.2.2. Cemento portland (NTP 334.090, 2011)**

Según la norma ASTM C – 150, el cemento Portland es definido como el producto obtenido de la pulverización muy fina del Clinker, el cual está constituido esencialmente de silicato de calcio hidráulico; posteriormente a la calcinación, se le adiciona agua y sulfato de calcio (yeso). La norma ASTM C – 150 clasifica el cemento Portland en cinco diferentes tipos de acuerdo con las propiedades de los cuatros compuestos principales: Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y Tipo V.

### **1.2.2.1. Cementos Portland Adicionados (NTP 334.090, 2011)**

El cemento Portland adicionado está compuesto por: materiales minerales inorgánicos que se incorporan al cemento generalmente en la molienda conjunta, como ciertas rocas naturales o no (puzolanas, escoria granulada de alto horno, caliza, microsílíce) que actúan aumentando las propiedades hidráulicas del cemento o mejorando otras cualidades, debido a una adecuada granulometría (aumento de la trabajabilidad y retención de agua, disminución de la porosidad y capilaridad, etc.).

### **Cemento Portland 1 Co (NTP 334.090, 2016)**

Es un cemento Portland obtenido por la pulverización conjunta de Clinker Portland, materias calizas y/o inertes hasta un máximo de 30%.

### **Cemento Inka 1Co**

Brinda ventajas y propiedades únicas para su utilización en obras de concreto estructural, edificios, industria, minería, infraestructura vial, construcción de viviendas y cualquier uso o elemento de concreto. Es compatible con agregados convencionales y aditivos que dosificados apropiadamente proporciona a la mezcla fresca trabajabilidad, fluidez y plasticidad que la obra requiere. (ver anexo C).

Características:

El cemento INKA Ultra Resistente posee moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos, además de baja reactividad con agregados alcali-activos, cumpliendo las normas técnicas NTP 334.090 y la ASTM C-595 satisfaciendo cualquier necesidad de la construcción. Su adición de microfiliere calizo, complementado con una molienda extrafina, mejoran las propiedades físicas del cemento, obteniendo una mezcla con menos porosidades, más compacta y una masa más adherible. (ver anexo C).

Propiedades:

- ✓ Altas Resistencias en el tiempo
- ✓ Moderado Calor de Hidratación
- ✓ Moderada Resistencia a los Sulfatos
- ✓ Mayor Trabajabilidad e Impermeabilidad

### **1.2.3. Agua (NTP 339.088; ASTM C1602)**

El agua presente en la mezcla de concreto tiene tres funciones principales. Según Instituto de Construcción y Gerencia, edición 2019:

- ✓ Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- ✓ Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.

- ✓ Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

**Tabla 1**

*Límites permisibles para el agua de mezcla y curado.*

Descripción	Límite permisible		
Sólidos en suspensión	5000	ppm	Máximo
Materia orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1000	ppm	Máximo
Sulfatos (ion SO <sub>4</sub> )	600	ppm	Máximo
Cloruros (ion CL)	1000	ppm	Máximo
PH	5 a 8	ppm	Máximo

Fuente: NTP 339.088, 2006.

#### **1.2.4. Agregados**

Es el conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas en la NTP 400.037. Los agregados son la parte inerte del concreto, sin embargo, al constituir alrededor del 75% del volumen del concreto de una mezcla típica, es importante darles mayor énfasis a sus características. (Flavio Abanto, 2009).

##### ***1.2.4.1. Agregado fino (NTP 400.011, 2008)***

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural y/o artificial de las rocas, que pasa por el tamiz 9.51 mm (malla 3/8") y queda retenido en el tamiz 74 um (malla # 200), cumpliendo con los límites establecidos en la NTP 400.037 o ASTM C33.

##### ***1.2.4.2. Agregado grueso (NTP 400.011, 2008)***

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz N. ° 4 (4.75mm), que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037 o ASTM C33, podrá consistir en grava natural triturada, piedra partida o agregados metálicos naturales o artificiales.

**Tabla 2***Especificaciones de los agregados para la elaboración de concreto.*

Ensayo	NTP	Agregado Fino	Agregado Grueso
Características Físicas			
Análisis Granulométrico	400.012	TABLA	TABLA
Terrones de arcilla y partículas friables	400.015	Máximo 3%	Máximo 5%
Material más fino que el tamiz normalizado 75 um (N <sup>a</sup> 200)	400.018		
Concretos sujetos a abrasión		Máximo 3%	Máximo 1%
Otros concretos		Máximo 5%	
Características Químicas			
Contenido de sulfatos, expresado como SO <sub>4</sub> % máximo	400.042	Máximo 1.2%	Máximo 1%
Contenido de cloruros, expresado como cl-, % máximo	400.042	Máximo 0.1%	Máximo 0.1%

Fuente: NTP 400.037, 2014.

**1.2.5. Características físicas de los agregados****1.2.5.1. Granulometría (NTP 400.012, 2013)**

Es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños. Las mallas utilizadas para determinar la granulometría de los agregados se designan por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas o en unidades SI.

La norma ASTM - C33 o la NTP 400.037 establece los límites granulométricos, donde deben estar comprendidos el agregado fino y el agregado grueso a fin de ser aptos para la elaboración de concretos.

**Tabla 3**

*Huso granulométrico del agregado fino.*

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulga)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1.18 mm (No. 16)	50 a 85
600 um (No. 30)	25 a 60
300 um (No. 50)	05 a 30
150um (No. 100)	0 a 10

Fuente: NTP 400.037, 2014.

Nota:

El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.

El concreto con agregado fino cercano a los mínimos pueden tener dificultades con la trabajabilidad, bombeado o excesiva exudación.

El módulo de finura recomendable estará entre 2.3 y 3.1

**Tabla 4***Huso granulométrico del agregado grueso.*

Huso	Tamaño Máximo Nominal	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	N. º8	N. º16	N. º50
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 15	...	...	...	...	...	...
2	2 1/2" a 1 1/2"	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
3	2" a 1"	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 15	...	...	...	...	...
357	2" a N. º 4	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	...
4	1 1/2" a 3/4"	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	...
467	1 1/2" a N. º4	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	...
5	1" a 1/2"	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	...
56	1" a 3/8"	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	...
57	1" a N. º4	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	...
6	3/4" a 3/8"	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	...
67	3/4" a N. º4	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
7	1/2" a N. º4	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	...
8	3/8" a N. º8	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	...
89	3/8" a N. º16	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037, 2014.

#### **1.2.5.2 Tamaño máximo (NTP 400.037, 2014)**

De acuerdo con la norma el tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra del agregado grueso.

#### **1.2.5.3. Tamaño máximo nominal (NTP 400.037, 2014)**

De acuerdo con la norma se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada.

#### **1.2.5.4. Peso unitario**

El peso unitario o peso aparente, es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa. (Instituto de la Gerencia y Construcción, edición 2019).

#### **1.2.5.5. Peso específico**

Se define como el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos únicamente, es decir no incluye los vacíos entre ellas.

El peso específico es un indicador de la calidad donde los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles. (Instituto de la Gerencia y Construcción, edición 2019).

El peso específico es necesario para la dosificación de la mezcla y para el cálculo de volúmenes absolutos del material.

Peso específico en masa: Es la relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total.

Peso específico de masa saturada superficialmente seca: Es la relación existente entre el peso del agregado SSS y el volumen total.

Peso específico aparente: Es la relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de la masa del mismo.

#### **1.2.5.6. Absorción**

La absorción es el aumento de la masa del agregado debido al agua que penetra en los poros de las partículas, durante un periodo de tiempo prescrito, pero sin incluir el agua que se adhiere a la superficie exterior de las partículas, Se expresa como un porcentaje del peso del material seco, que es capaz de absorber, de modo que se encuentre el material saturado superficialmente seco. (NTP 400.022: 2013; ASTM 2012).

#### **1.2.5.7. Contenido de humedad**

Es la humedad evaporable de una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la que contiene los poros del agregado, sin considerar el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados.

Dependiendo de las condiciones de humedad que tenga el agregado, puede quitar o agregar agua a la mezcla. Si la humedad del agregado es mayor que la absorción, el material tiene agua libre y está aportando agua a la mezcla, en caso contrario el agregado le va quitar agua a la mezcla para saturarse. (Rivera, 2014).

Las condiciones de humedad en que se pueden encontrar el agregado son:

-Seco: ningún poro de agua

-Húmedo no saturado: Algunos poros permeables con agua

-Saturado y superficialmente seco SSS: Todos los poros permeables llenos de agua y el material seco en la superficie.

-Húmedo sobresaturado: Todos los poros permeables tienen agua y además el material contiene agua en la superficie (agua libre).

#### **1.2.6. Características químicas de los agregados**

##### **1.2.6.1. Reacción alcali-silice**

La reacción cementos-agregados con mayor daño al concreto, son las que pueden ocurrir con los álcalis de ellas. Los álcalis en el cemento están constituidos por Oxido de sodio y Oxido de potasio, que en condiciones de temperatura y humedad pueden reaccionar con ciertos minerales, produciendo un gel expansivo. Normalmente para que se produzca esta reacción es necesario contenidos de álcalis del orden del 0.6% temperaturas ambientes de 30°C y humedades relativas de 80% y un tiempo no menor de 5 años para que se evidencie la reacción. (Pasquel, 1996).

##### **1.2.6.2. Reacción álcali-carbonato**

Es el segundo grupo de reacción potencial dañina, se han descrito casos de expansión interna y agrietamiento, seguidas algunas veces por la desintegración del concreto, cuando se utiliza agregado proveniente de rocas carbonatadas trituradas (Rivva,2000).

## **1.2.7. Características mecánicas de los agregados**

### **1.2.7.1. Resistencia a la abrasión**

El agregado grueso empleado en concreto para pavimentos, o en estructuras sometidas a procesos de erosión, abrasión o cavitación, no deberá tener una pérdida mayor del 50 % en el ensayo de abrasión. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2019).

Esta propiedad es muy importante porque con ella conoceremos la durabilidad y la resistencia que tendrá el concreto.

### **1.2.8. Aditivos**

“Un material que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes a durante su mezclado”.

Los aditivos líquidos y solubles en agua se deberán adicionar en solución en el agua de mezcla a la mezcladora. La cantidad de la solución usada deberá ser incluido en el cálculo del contenido de agua del concreto.

#### **1.2.8.1. Aditivos plastificantes**

Son aquellos aditivos que permiten para una misma docilidad, una reducción de la cantidad de agua, dado que para la misma cantidad de agua aumenta considerablemente esta docilidad, incluso permite obtener estos efectos simultáneamente.

El aumento de la docilidad en el concreto permite la colocación más fácilmente en zonas complicadas o con alta densidad de armadura, sin necesidad de incrementar cantidad de agua de amasado y por consiguiente la dosis de cemento para obtener la resistencia especificada.

#### **1.2.8.2. Aditivos superplastificantes**

Corresponden a una nueva generación de aditivos plastificadores, constituyendo una evolución de los aditivos reductores de agua, en que la absorción y la capacidad de dispersión de cemento son mucho más acentuadas. Esto se traduce en aumento de trabajabilidad, solo al modificar la cantidad de agua, el resultado es un concreto muy fluido (autonivelante), de baja tendencia a la segregación.

Pueden utilizarse también como reductores de agua, siendo posible, dado su preciado efecto, alcanzar disminuciones en la cantidad de agua entre 20% y 30%. Ello permite obtener un incremento considerable en la resistencia especialmente en las primeras edades, por lo que puede utilizarse como aceleradores de endurecimiento o aditivos para concretos de alta resistencia.

Aditivo sika®cem superplastificante:

Todo tipo de mezclas de concreto o mortero que requiera reducir agua, mejorar la trabajabilidad (fluidez del concreto) o ambos casos para reducir costos de: mano de obra, materiales (cemento) y/o tiempo.

Características:

- ✓ Aumento de las resistencias mecánicas
- ✓ Mejores acabados
- ✓ Mayor adherencia al acero
- ✓ Mejor trabajabilidad (fluidez) en el tiempo
- ✓ Permite reducir hasta el 20% del agua de mezcla
- ✓ Aumenta la impermeabilidad y durabilidad del concreto
- ✓ Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas
- ✓ Ayuda a reducir la formación de cangrejas

Dosis:

Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 kg

Como superplastificante: 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 kg

(ver anexo D)

### **1.2.9. Propiedades del concreto en estado fresco**

#### ***1.2.9.1. Asentamiento***

Cuando el concreto queda en reposo, después de colocarlo y compactarlo, se inicia un proceso natural mediante el cual los componentes más pesados (cementos y agregados) tienden a descender, mientras que el agua, componente menos denso, tiende a subir. A estos fenómenos simultáneos se les llama respectivamente asentamiento y sangrado, y cuando se producen en exceso se considera indeseable debido a que provocan cierta estratificación en la masa de concreto, según la cual se forma en la superficie superior una capa menos resistente y durable por su mayor concentración de agua. (Instituto de la Gerencia y Construcción, edición 2019)

#### ***1.2.9.2. Trabajabilidad***

La trabajabilidad es la facilidad por la cual una cantidad determinada de materiales puede ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones. (Flavio abanto, 2006)

#### ***1.2.9.3. Consistencia***

Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende exclusivamente de la cantidad de agua usada.

Las Normas clasifican al concreto no endurecido de acuerdo con su consistencia en tres grupos:

**Concretos consistentes o secos:** son definidos como aquellos los cuales tienen la cantidad de agua necesaria para tener humedad superficial, para luego de vibrado, este concreto quede blando y unido.

**Concretos plásticos:** son definidos como aquellos que contienen el agua necesaria para dar al agua una consistencia pastosa.

**Concretos fluidos:** son aquellos que han sido amasados con tanta agua que la mezcla fluye como una pasta blanda.

#### ***1.2.9.4. Exudación (NTP 330.077, 2013)***

La exudación del concreto es aquel tipo de segregación por el cual parte del agua utilizada en el diseño de mezcla asciende a la superficie del concreto recién colocado.

En las mezclas de concreto, si el agua de exudación es abundante entonces el recorrido de este material desde el interior de la mezcla hasta la superficie expuesta del concreto fresco provocara una mezcla porosa y débil, llena de vacíos y poco durable. Por el contrario, si el agua de exudación es escasa y la tasa de evaporación del agua en el medio ambiente en que se trabaja es mayor a la tasa de exudación del concreto, entonces se generaran superficies secas y con ello grietas por contracción en el concreto.

#### ***1.2.9.5. Peso unitario***

El peso unitario de un concreto es la relación entre el peso de un concreto fresco compactado y el volumen del recipiente que lo contiene expresado en kilos por metros cúbicos, se emplea principalmente para: Determinar o comprobar el rendimiento de la mezcla. (Instituto de la Construcción y Gerencia, edición 2019).

El concreto convencional, empleado normalmente en pavimentos, edificios y en otras estructuras tiene un peso unitario dentro del rango de 2 240 y 2 400 kg por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>).

#### ***1.2.9.6. Contenido de aire (NTP 339.083, 2003)***

Sabemos que mientras más aire tenga internamente el concreto su resistencia a la compresión disminuirá.

Se puede hacer uso de diferentes métodos para medir el contenido de aire del concreto fresco:

Método de presión (ASTM C 321)

Método volumétrico (ASTM C 173)

Método Gravimétrico (ASTM C 138)

### **1.2.9.7. Fraguado**

Transcurre en horas, con desprendimiento de calor. Los componentes más solubles en agua se disuelven en la fase líquida de pasta, y de dicha fase se separan y cristalizan otros que pasan a constituir la fase sólida. La pasta va perdiendo plasticidad y adquiere rigidez. (Instituto de la Construcción y Gerencia, edición 2019).

### **1.2.9.8. Segregación**

Es la descomposición mecánica del concreto fresco en sus partes constituyentes, considerando que el concreto es una mezcla de materiales de diferentes gravedades específicas, por lo cual se originan fuerzas al interior que tienden a separar los materiales del concreto cuando la mezcla aún no ha endurecido. (Rivva,2000).

### **1.2.9.9. Cohesividad**

Está definida como aquella propiedad del concreto fresco por la cual es posible controlar el peligro de segregación durante la etapa de colocación de la mezcla y facilitar su manejo durante el proceso de compactación del concreto. (Rivva,2000).

## **1.2.10. Propiedades del concreto en estado endurecido**

### **1.2.10.1. Resistencia a la compresión (NTP 339.034, 2008)**

La resistencia a la compresión del concreto normalmente se le cuantifica a los 28 días de vaciado el concreto. El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados a una normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta.

Este método nos ayuda a controlar la calidad del concreto, proporciones, mezclado, operaciones de colocación y control de evaluación para la efectividad de los aditivos; y usos similares.

### **1.2.10.2. Resistencia a la tracción (NTP 339.084)**

El concreto es un material ineficiente resistiendo cargas de tracción; comparativamente esta resistencia representa hasta un 10% de su capacidad a la compresión. Es por ello por lo que en el hormigón armado los esfuerzos de tracción son absorbidos por el acero de refuerzo.

$$F_t = (1,33 - 1,99)\sqrt{f'_c} \quad F_t = 0,10f'_c$$

### **1.2.11. Durabilidad del concreto de cemento hidráulico**

El comité ACI lo define como su habilidad para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, u otro proceso de deterioro.

En la norma ISO 15686-1 se define la durabilidad como “la capacidad de los edificios o alguna de sus partes para desenvolver el papel para el cual fueron diseñados durante un período específico bajo la influencia de determinados agentes”.

### **1.3. Marco legal**

-Reglamento Nacional de Edificaciones

-Concreto. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. NTP 339.183:2013.

-Hormigón (Concreto). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. – NTP 339.034:2008

-Hormigón. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland. – NTP 339.035:2009, ASTM C 143.

-Hormigón (Concreto) Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). –NTP 339.046:2008

-Contenido de aire del concreto, método presión. –ASTM C 231

-Concreto. Métodos de ensayos normalizados para exudación del concreto. –NTP 339.077:2013

-Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. -NTP 400.012- ASTM C136.

-Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. -NTP 400.021-ASTM C127.

-Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. -NTP 400.022- ASTM C128.

-Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. -NTP 400.017:2011

-Agregados. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles. -NTP 400.019, ASTM C131.

-Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. -NTP 339.185:2013, ASTM C 566-13

#### **1.4. Marco Conceptual**

##### **EDIFICACIONES:**

Se utiliza el término edificación para definir y describir a todas aquellas construcciones realizadas artificialmente por el ser humano con diversos pero específicos propósitos. Las edificaciones son obras que diseña, planifica y ejecuta el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas. (Mtro. José de Jesús Ramírez Sanromán).

##### **DURABILIDAD:**

En la norma ISO 15686-1 se define la durabilidad como “la capacidad de los edificios o alguna de sus partes para desenvolver el papel para el cual fueron diseñados durante un período específico bajo la influencia de determinados agentes”.

##### **PATOLOGIAS DEL CONCRETO:**

Se visualiza en la durabilidad del concreto, a través de la vida útil de las estructuras (la afectación puede ser a temprana edad o a lo largo de su vida útil). (ING. Dante Badoino Mory,2019).

## **CAPITULO II**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **2.1. Situación problemática**

La durabilidad de las edificaciones en el distrito de San Andrés se debe a la informalidad en las construcciones, es decir, el proceso constructivo no se rige a las especificaciones técnicas (es importante respetar los estándares de calidad planteados en las Normas Técnicas Peruanas, no solo en los materiales que se utilizan, sino también, en su correcto uso), además no prestar atención a factores que merman la durabilidad del concreto causado por agentes externos ( los sulfatos y la presencia de humedad), y agentes internos (reología del agregado) propios de Distrito.

Asimismo existe desconocimiento y carencia de investigaciones sobre materiales innovadores como los aditivos superplastificantes y cemento no convencional que mejoran la calidad y durabilidad de las estructuras del concreto por medio de un adecuado diseño de mezcla, por lo cual es necesario conocer la influencia de estos materiales innovadores en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cumpliendo con las indicaciones que figuran en la ficha técnica del aditivo y cemento no convencional. Además, de no existir información sobre las características de los agregados provenientes del distrito. Del cual esto conlleva a un inadecuado diseño de mezcla y a la vez una mala calidad de concreto en el distrito de San Andrés.

La durabilidad del concreto depende fundamentalmente de los elementos utilizados en su elaboración. Por lo cual es fundamental el uso de las normas y especificaciones técnicas en los ensayos para asegurar que los agregados tengan buena resistencia y durabilidad.

Por estos motivos escojo este problema de investigación, Se buscará aumentar la durabilidad del concreto por medio de la resistencia a la compresión en el diseño de mezcla utilizando el aditivo Sika®Cem superplastificante, de esta manera la población se beneficiará teniendo una mejor calidad de vida y se fomentará a que se realicen más investigaciones.

#### **2.2. Formulación del problema**

##### **2.2.1. Problema general**

¿En qué medida influye la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el Distrito de San Andrés-Pisco?

### **2.2.2. Problemas específicos**

¿En qué medida influye el nivel de resistencia a la compresión con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el Distrito de San Andrés-Pisco?

¿En qué medida influye el nivel de consistencia con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el Distrito de San Andrés-Pisco?

¿En qué medida influye el nivel de peso unitario con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el Distrito de San Andrés-Pisco?

¿En qué medida influye el nivel de porcentajes de vacíos con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el Distrito de San Andrés-Pisco?

¿En qué medida influye el nivel de exudación con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el Distrito de San Andrés-Pisco?

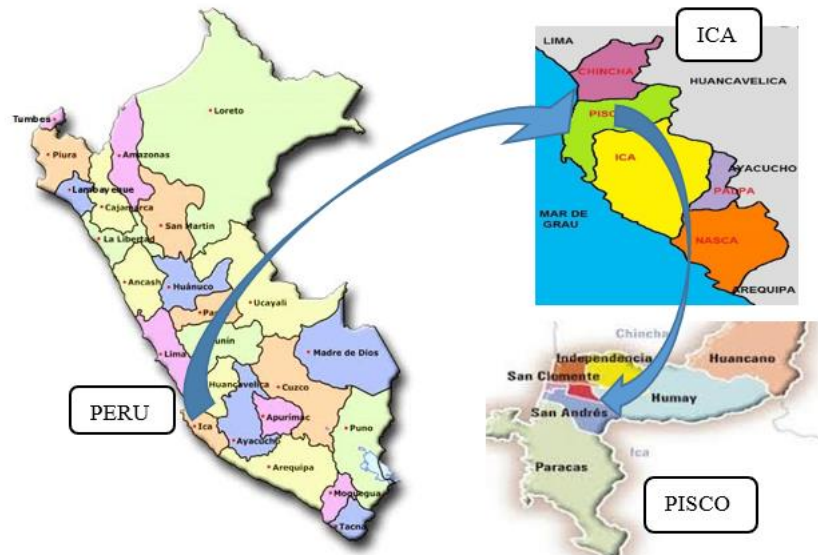
## 2.3. Delimitación del problema

### 2.3.1. Delimitación espacial o geográfica

La investigación se delimito espacialmente en el distrito de San Andrés, provincia de Pisco, región Ica, ubicada en Perú.

#### Ilustración 1

*Delimitación espacial de la investigación.*



Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 5**

*Coordenadas UTM.*

COORDENADAS UTM			
Ubicación	Norte	Este	Elevación
Distrito de San Andrés	8514466.2	377487.1	8 m.s.n.m

Fuente: Google Earth, 2019.

### 2.3.2. Delimitación temporal

La presente investigación está delimitada temporalmente al espacio de tiempo comprendido entre el mes de abril del 2019 hasta el mes de octubre del 2019.

### 2.3.3. Delimitación social

La presente investigación se realizará en el distrito de San Andrés- Pisco.

### 2.3.4. Delimitación conceptual

En el distrito de San Andrés no existen investigaciones donde se hayan utilizado materiales innovadores en el diseño de mezcla como los aditivos superplastificantes y cemento no convencional. El empleo de aditivos se da de manera empírica al igual que

las dosificaciones adecuadas en el diseño de mezcla, además se desconoce el comportamiento del concreto con los materiales provenientes de la provincia (agregados).

Se uso agregado de la cantera Roca Estrella ubicado en la provincia de Pisco, teniendo en cuenta que las características de los agregados pueden cambiar a través del tiempo o por influencias ajenas.

En el diseño de mezcla se utilizó el aditivo Sika®Cem superplastificante, cemento portland Inka tipo 1 Co y agua potable de la EPS – Pisco.

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica.

## **2.4. Justificación e importancia de la investigación**

### **2.4.1. Justificación**

La presente investigación se justifica en lo tecnológico y metodológico, debido al desconocimiento e influencia de los nuevos materiales que mejoran la calidad y durabilidad de las estructuras de concreto, en este caso el aditivo Sika®Cem superplastificante y cemento INKA Ultra Resistente tipo 1 Co, del cual se tiene como objetivo evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando una relación a/c baja en el diseño de mezcla con los agregados provenientes de la provincia de Pisco como solución a la durabilidad del concreto en el distrito de San Andrés considerando los factores ambientales. Además, de tener en cuenta que no existe información e investigaciones donde se haya utilizado aditivos con los agregados provenientes de la provincia.

Con esta investigación se podrá informar a la población beneficiándolas para que tengan una mejor calidad de vida.

### **2.4.2. Importancia y conveniencia del estudio**

La presente investigación establece los beneficios o ventajas que brinda el diseño de mezcla adicionado con el aditivo Sika®Cem superplastificante en el concreto, utilizando los parámetros que se establecen en la ficha técnica, comparando de esta manera un concreto con/sin aditivo elaborado con cemento portland inka tipo 1 Co. Además, se conocerá las características del agregado provenientes de la provincia de Pisco.

Estos beneficios nos permitirán observar las diferencias en las propiedades físicas y propiedades mecánicas en estado fresco y endurecido. De esta manera se podrá dar recomendaciones en base a los resultados obtenidos para el beneficio de edificaciones duraderas y seguras en el distrito de San Andrés. También se podrá utilizar esta

información como referencia a futuras investigaciones y como fuente bibliográfica para estudiantes de ingeniería civil.

## **2.5. Objetivos de la investigación**

### **2.5.1. Objetivo general**

Determinar el grado de influencia de la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

### **2.5.2. Objetivos específicos**

Determinar el grado de influencia del nivel de resistencia a la compresión con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco

Determinar el grado de influencia del nivel de consistencia con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

Determinar el grado de influencia del nivel de peso unitario con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

Determinar el grado de influencia del nivel de porcentajes de vacíos con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

Determinar el grado de influencia del nivel de exudación con la aplicación del aditivo superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

## **2.6. Hipótesis de investigación**

### **2.6.1. Hipótesis general**

La aplicación del aditivo Sika®Cem Superplastificante en el diseño de mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

### **2.6.2. Hipótesis específicas**

El nivel de resistencia a la compresión con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

El nivel de consistencia con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

El nivel de peso unitario con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

El nivel de porcentajes de vacíos con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

El nivel de exudación con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

## 2.7. Variables de investigación

### 2.7.1. Identificación de variables

#### *Variable dependiente*

- Resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

Parte Medible: Resistencia a la compresión del concreto.

Parte Constante: en el distrito de San Andrés-Pisco.

#### *Variable independiente*

-Aplicación del aditivo Sika Cem superplastificante en el diseño de mezcla.

Parte Medible: Aplicación del aditivo Sika Cem superplastificante.

Parte Constante: en el diseño de mezcla.

### Tabla 6

*Definición de las variables.*

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL
<b>Resistencia a la compresión del concreto</b> en el distrito de San Andrés-Pisco	La resistencia a la compresión es la característica mecánica principal del concreto, se define como la capacidad para soportar una carga sobre una determinada área. (Osorio,2013).
<b>Aplicación del aditivo Sika Cem superplastificante</b> en el diseño de mezcla	Se define como el aditivo que permite aumentar la trabajabilidad (fluidez) y la resistencia mecánica a la compresión del concreto por ende su durabilidad.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### 2.7.2. Operacionalización de variables

**Tabla 7**

*Operacionalización de Variables.*

VARIABLE	TIPO	INDICADORES
Resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco	Dependiente	_Cumplimiento de la Norma Técnica Peruana NTP 339.183:2013; NTP 339.034:2008
		_Certificación de laboratorio
Aplicación del aditivo Sika Cem superplastificante en el diseño de mezcla	Independiente	_Nivel de resistencia a la compresión _Nivel de consistencia _Nivel de peso unitario _Nivel de porcentaje de vacíos _Nivel de exudación

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### 2.7.3. Matriz de Consistencia

TEMA	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO DE ESTUDIO	HIPOTESIS DE INVESTIGACION	VARIABLES DE ESTUDIO	INDICADORES	METODOLOGIA
TITULO "APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE SAN ANDRÉS-PISCO"	<p><b>1.-Problema general:</b> ¿En qué medida influye la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el Distrito de San Andrés-Pisco?</p> <p><b>2.-Problemas específicos:</b> <b>2.1</b> ¿En qué medida influye el nivel de resistencia a la compresión con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el Distrito de San Andrés-Pisco?</p> <p><b>2.2.</b> ¿En qué medida influye el nivel de consistencia con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el Distrito de San Andrés-Pisco?</p> <p><b>2.3.</b> - ¿En qué medida influye el nivel de peso</p>	<p><b>1.-Objetivo general:</b> Determinar el grado de influencia de la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.</p> <p><b>2.-Objetivos específicos:</b> <b>2.1.</b> Determinar el grado de influencia del nivel de resistencia a la compresión con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.</p> <p><b>2.2.</b> Determinar el grado de influencia del nivel de consistencia con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.</p> <p><b>2.3.</b> Determinar el grado de influencia del</p>	<p><b>1.-Hipotesis general:</b> La aplicación del aditivo Sika®Cem Superplastificante en el diseño de mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.</p> <p><b>2.-Hipotesis específicas:</b> <b>2.1.</b> El nivel de resistencia a la compresión con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.</p> <p><b>2.2.</b> El nivel de consistencia con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.</p>	<p><b>1.-Variable Independiente</b> APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLA</p> <p><b>2.-Variable Dependiente</b> RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE SAN ANDRÉS-PISCO</p>	<p><b>1.-De la Variable Independiente</b> 1.1. Nivel de Resistencia a la compresión 1.2. Nivel de consistencia 1.3. Nivel de peso unitario 1.4. Nivel de porcentaje de vacíos 1.5. Nivel de exudación</p> <p><b>2.-De la Variable Dependiente</b> 2.1 Cumplimiento de Normas Técnicas 2.2 Certificación de laboratorio</p>	<p><b>1.-Tipo de Investigación</b> Aplicada</p> <p><b>2.-Nivel de Investigación</b> Explicativo</p> <p><b>3.-Metodo de Investigación</b> Deductivo y Analítico</p> <p><b>4.-Diseño de Investigación</b> No experimental - transversal</p> <p><b>5.-Población</b> Se consideran los materiales que se utilizan en los diseños de mezcla de concreto, entre ellos los agregados pétreos de las diferentes canteras, cementos y aditivos que se comercializan para las obras en el Distrito de San Andrés.</p> <p><b>6.-Muestra</b> Aditivo SIKA CEM Superplastificante, Agregado grueso y fino de la cantera</p>

---

unitario con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el Distrito de San Andrés-Pisco?

**2.4.** ¿En qué medida influye el nivel de porcentajes de vacíos con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el Distrito de San Andrés-Pisco?

**2.5.** ¿En qué medida influye el nivel de exudación con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el Distrito de San Andrés-Pisco?

nivel de peso unitario con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

**2.4.** Determinar el grado de influencia del nivel de porcentajes de vacíos con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

**2.5.** Determinar el grado de influencia del nivel de exudación con la aplicación del aditivo superplastificante en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

**2.3** El nivel de peso unitario con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

**2.4.** El nivel de porcentajes de vacíos con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

**2.5.** El nivel de exudación con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco.

Roca Estrella,  
Cemento INKA  
ultraresistente tipo 1  
Co

### **7.-Tecnica**

Muestreo de agregados, Observación directa de ensayos, Ensayos en laboratorio para los agregados, concreto en estado fresco y endurecido y Registro de resultados obtenidos de los ensayos en el laboratorio.

### **8.-Instrumentos**

- Guía de observación, Juego de tamices estandarizados, Máquina compresora, cono de Abrams, maquina mezcladora de concreto, balanzas, horno eléctrico, bandejas y recipientes de ensayos y la Certificación del laboratorio.

---

Fuente: Elaboración propia, 2019.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

Investigación aplicada, porque consiste en la aplicación de la norma técnica peruana, hoja técnica y metodología del diseño de mezcla en el concreto.

##### **3.1.2. Nivel de Investigación**

Nivel explicativo, porque se parte de una situación problemática para luego indagar y encontrar posibles causas o factores asociados a la calidad del concreto.

##### **3.1.3. Diseño de Investigación**

No Experimental- transversal porque las manifestaciones o fenómenos ya ocurrieron, el propósito de este método es describir y medir los indicadores de la variable y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

#### **3.2. Población y muestra de investigación**

##### **3.2.1. Población de estudio**

La población de investigación son los componentes que se utilizan en los diseños de mezcla del concreto, entre ellos el agregado fino, agregado grueso, agua, cemento y aditivo superplastificante.

##### **3.2.2. Muestra de estudio**

La muestra de estudio está conformada por el aditivo Sika®Cem Superplastificante (presentación de 4 litros), agregado grueso y fino de la cantera roca estrella ubicada en la provincia de Pisco, agua de la EPS de Pisco y Cemento Inka ultra resistente tipo 1 Co.

## CAPITULO IV

### TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

#### 4.1. Técnicas de recolección de datos

Observación directa; Se realizaron ensayos físicos a los componentes del concreto como el agregado fino y grueso previamente realizando un muestreo de agregados, también se realizan ensayos de concreto con/sin aditivo en estado fresco y endurecido con la finalidad de registrar los resultados de los ensayos obtenidos en el laboratorio.

#### 4.2. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento que se utilizó para la recolección de datos fue la guía de observación.

#### 4.3. Técnicas de procesamientos de datos, análisis e interpretación de resultados

El procesamiento de los datos será analizado mediante un sistema computarizado.

El análisis e interpretación de la información se realizará empleando la estadística inferencial.

#### 4.4. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

El procesamiento de datos, se presentará en cuadros estadísticos (hojas de cálculo MS Excel) y gráficos elaborados a base de técnicas estadísticas para hacerlos comprensibles, a partir de los gráficos se analiza e interpreta las variables consideradas en la investigación las que deben estar orientadas a probar la hipótesis.

#### 4.5. Metodología de ensayo en el laboratorio para los agregados

##### 4.5.1. Granulometría del agregado (NTP 400.012, 2013)

Procedimiento del ensayo:

-La muestra ensayada para el agregado fino fue de 500 gr y para el agregado grueso de 10000gr, previo al ensayo se secó el agregado fino en el horno por 24 hr a una temperatura de 110° C, el ensayo del agregado grueso se hizo con la muestra humedad debido a que los resultados son ligeramente afectados por el contenido de humedad.

**Tabla 8**

*Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso.*

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Cantidad de Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2(4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)

37.5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)

Fuente: NTP 400.012, 2013.

-Se procede con el tamizado de los agregados, los tamices cumplirán con la NTP 350.001, y deben ser ordenados progresivamente de una abertura mayor a menor.

-Luego de tamizar el agregado por un periodo de 5 minutos, volvemos a tamizar manualmente cada tamiz, de tal manera que al final no más del 1% de la masa del residuo sobre unos de los tamices, pasara a través de él durante 1 min de tamizado manual.

-Determinar la masa de cada incremento de medida, las balanzas utilizadas deben tener una aproximación de 0.1g y 0.5g, para el agregado fino y grueso respectivamente y una exactitud de 0.1% de masa de la muestra.

-La masa total del agregado luego del tamizado deberá ser verificado con la masa seca de la muestra inicial, si la cantidad difiere en más de 0.3%, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.

-Para el cálculo del módulo de fineza se utilizó la siguiente fórmula:

$$M_f = \frac{\% \text{ Ret. Acumulado} (N^{\circ}100 + N^{\circ}50 + N^{\circ}30 + N^{\circ}16 + N^{\circ}8 + N^{\circ}4 + \frac{3}{8} \text{ pulg} + \frac{3}{4} \text{ pulg} + 1 \frac{1}{2} \text{ pug})}{100}$$

#### 4.5.2. Peso unitario suelto del agregado (NTP 400.017, 2011)

Procedimiento de (PUSS):

- La muestra de ensayo fue de aproximadamente 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar los recipientes, los recipientes no podrán tener una altura menor del 80% del diámetro ni mayor del 150% del diámetro. Se determina el volumen (V) y el peso del molde (M), que se encuentra en función al tamaño máximo nominal del agregado.

-Se llena el recipiente de medida con un cucharón hasta rebosar, vertiendo el agregado desde una altura no mayor a 50mm (2”).

-Luego se nivela la superficie del agregado con una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso equilibre los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

-Finalmente se limpia el exceso de agregado con la brocha y se procede con el peso del molde más el agregado (W), con una aproximación de 0.05 kg.

$$PUSS \left( \frac{Kg}{m^3} \right) = \frac{W - M}{V}$$

#### 4.5.3. Peso unitario apisonado del agregado (NTP 400.022:2013)

Procedimiento de apisonado (PUCS):

-La muestra de ensayo fue de aproximadamente 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar los recipientes. Se determina el volumen (V) y el peso del molde (M), que se encuentra en función al tamaño máximo nominal del agregado.

**Tabla 9**

*Capacidad de Medida.*

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Capacidad de la medida	
	L(m3)	p3
12.5 (1/2)	2.8(0.0028)	1/10
25.0 (1)	9.3(0.0093)	1/3
37.5 (1 1/2)	14.0(0.014)	1/2
75.0 (3)	28.0(0.028)	1
112.0 (4 1/2)	70.0(0.070)	2 1/2

Fuente: NTP 400.022, 2013.

-Se llena la tercera parte del recipiente de medida con un cucharón y se nivela con la mano, se apisona con la barra compactadora de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie y de 12-15 golpes con el martillo de goma alrededor del recipiente, hasta llegar a la tercera capa donde se llena hasta rebosar, el agregado sobrante se elimina con la barra compactadora utilizada como regla.

- Finalmente se limpia el exceso de agregado con la brocha y se procede con el peso del molde más el agregado (W), con una aproximación de 0.05 kg.

#### 4.5.4. Contenido de humedad (NTP 339.185, 2013)

Procedimiento del ensayo:

-Se tomaron muestras representativas de agregado fino y grueso, estas muestras se protegieron contra la pérdida de humedad antes de determinar su peso. La cantidad de muestra mínima figura en la siguiente tabla.

**Tabla 10***Tamaño de la muestra de agregado.*

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4.75 (0.187) (N°4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
25.0 (1)	4.0
37.5 (1 1/2)	6.0
50 (2)	8.0
63 (2 1/2)	10.0
75 (3)	13.0

Fuente: NTP 339.185, 2013.

-Se toma el peso de la tara (A) y se introduce la muestra para pesarlo nuevamente aproximándolo al 0.1% (B), luego esta muestra es llevada al horno eléctrico a una temperatura de  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24hr a razón de obtener su peso seco (C).

$$\text{Contenido de Humedad \%} = \frac{B - C}{C} \times 100$$

**4.5.5. Peso específico y absorción*****Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (NTP 400.022,2013)***

Procedimiento del ensayo:

- La muestra del agregado fino es sumergido en el agua durante 24h  $\pm$ 4h con la finalidad de llenar los poros.

-Se decanta el agua para evitar la pérdida de finos y se deja secando la muestra de agregado fino al aire moviéndola con frecuencia para garantizar el secado homogéneo, de manera que el agua superficial de las partículas es secada quedando en estado saturado superficialmente seco (SSS) para proseguir con el peso de la muestra (W) en una balanza con sensibilidad al 0.1g.

-El estado SSS se comprueba con la prueba de humedad superficial, consiste en verter en una sola capa el agregado fino suelto en el molde de 40mm $\pm$ 3mm de diámetro interior en la parte superior, 90mm $\pm$ 3mm de diámetro interior en la parte inferior llenándolo hasta el tope y amontonar material adicional por encima de la parte superior del molde. Luego se apisona con la barra compactadora de metal con masa de 340gr  $\pm$ 15 gr con 25 golpes a 5mm por encima de la superficie superior del agregado fino permitiendo que la barra compactadora caiga libremente. Finalmente se retira la arena suelta de la base y se levanta

el molde, la ligera caída del agregado fino moldeado nos indica que ha llegado al estado SSS.

-Se pesa el frasco vacío (A) en una balanza con sensibilidad al 0.1gr para luego llenar el frasco con agua y pesarlo nuevamente (B).

-Se introduce en el frasco una muestra de 100gr (C) de agregado fino SSS, adicionalmente se llena el frasco de agua al 90% de su capacidad, después se procedió a agitar el frasco para eliminar el aire atrapado.

-Luego se ajusta la temperatura del frasco a 23°C, y se vuelve a llenar el nivel de agua en el frasco a su capacidad de calibración para proceder a tomar su peso con la muestra dentro (E), finalmente se retira el agregado fino del frasco, secar en el horno a temperatura de 110°C ±5°C para determinar la masa seca (F).

-Para determinar la absorción, se pesa la muestra SSS de 200gr±10gr, secar en una estufa a temperatura de 110°C ±5°C para determinar la masa seca (G).

Peso Específico de Masa:

$$P. E. M. \left( \frac{gr}{cm^3} \right) = \frac{F}{(B + C - E)}$$

Peso Específico S.S.S:

$$P. E. S. S. S. \left( \frac{gr}{cm^3} \right) = \frac{C}{(B + C - E)}$$

Peso Específico Aparente:

$$P. E. A. \left( \frac{gr}{cm^3} \right) = \frac{F}{(B + F - E)}$$

Absorción:

$$Abs. (\%) = \frac{(w - G)}{G} \times 100$$

### ***Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (NTP 400.021, 2013)***

Procedimiento del ensayo:

-La muestra del agregado grueso pasa por el tamiz N°4, luego es lavado con la finalidad de remover las impurezas superficiales. Posteriormente se sumerge la muestra por 24 hr ±4 hr.

La muestra mínima a utilizar para el ensayo se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 11***Peso mínimo de la muestra de ensayo.*

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Cantidad de Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
12.5 (1/2) o menos	2(4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	12 (26)
75 (3)	18 (40)

Fuente: NTP 400.021, 2013.

-Se remueve la muestra de agregado sobre un paño absorbente con la finalidad de quedar en estado SSS, luego se pesa al aire (A).

-Después de pesar, inmediatamente se sumerge la muestra SSS en la cesta de alambre y se determina su peso (B).

-Finalmente se deja secando la muestra en el horno a una temperatura de 110°C ±5°C por 24 hr, para obtener el peso de la muestra en estado seco (C).

Peso Específico de Masa:

$$P. E. M. \left( \frac{gr}{cm^3} \right) = \frac{C}{(A - B)}$$

Peso Específico S.S.S:

$$P. E. S. S. S. \left( \frac{gr}{cm^3} \right) = \frac{A}{(A - B)}$$

Peso Específico Aparente:

$$P. E. A. \left( \frac{gr}{cm^3} \right) = \frac{C}{(C - B)}$$

Absorción:

$$Abs. (\%) = \frac{(A - C)}{C} \times 100$$

#### 4.5.6. Resistencia a la degradación en agregados gruesos (NTP 400.019)

Procedimiento del ensayo:

- Se trabajo con una muestra representativa del agregado grueso. La muestra es lavada y secada al horno a  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

-Separamos la muestra de agregado grueso en fracciones según la gradación A (Véase la tabla Gradación de las muestras de ensayo). La masa total del agregado es de 5000 gr  $\pm 10$ .

Para la gradación A necesitamos 12 esferas de acero, cada esfera tiene una masa entre 390 gr y 445 g.

**Tabla 12**

*Gradación de las muestras de ensayo.*

Medida del tamiz		Masa del tamaño indicado (g)			
Que pasa	Retenido sobre	A	B	C	D
37,5mm (1 1/2pulg)	25mm (1 pulg)	1250 $\pm$ 25			
25mm (1 pulg)	19mm (3/4pulg)	1250 $\pm$ 25			
19mm (3/4pulg)	12,5mm (1/2pulg)	1250 $\pm$ 10	2500 $\pm$ 10		
12,5mm (1/2pulg)	9,5mm(3/8pulg)	1250 $\pm$ 10	2500 $\pm$ 10		
9,5mm(3/8pulg)	6,3mm(1/4pulg)			2500 $\pm$ 10	
6,3mm(1/4pulg)	4,75mm(N°4)			2500 $\pm$ 10	
4,75mm(N°4)	2,36mm(N°8)				5000 $\pm$ 10
Total		5000 $\pm$ 10	5000 $\pm$ 10	5000 $\pm$ 10	5000 $\pm$ 10

Fuente: NTP 400.019.

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga
A	12	5000 $\pm$ 25
B	11	4584 $\pm$ 25
C	8	3330 $\pm$ 20
D	6	2500 $\pm$ 15

Fuente: NTP 400.019.

-Colocamos la muestra de ensayo junto con las esferas en la máquina de los ángeles el cual tiene una velocidad de 30rpm a 33rpm por 500 revoluciones por minuto. Este ciclo tiene un tiempo de 15 minutos. Luego retiramos la muestra de agregado grueso de la máquina de los ángeles.

Finalmente tamizamos el agregado por la malla N°12 para poder determinar su peso es decir el desgaste por abrasión.

$$\text{Desgaste } (\%) = \frac{(M_i - M_f)}{M_i} \times 100$$

#### **4.6. Metodología de ensayos en el laboratorio para el concreto con cemento Inka Ultra Resistente tipo 1 Co**

##### **4.6.1. Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio (NTP 339.183, 2013)**

Materiales:

- Moldes; los moldes deberán ser hechos de acero, fierro fundido u otro material no absorbente del mismo modo deberán cumplir con las dimensiones y tolerancias descritas en cada una de las normas utilizadas, los moldes reusables deberán estar humedecidos con un material desmoldante adecuado no reactivo (aceite mineral).
- Varilla de compactación; varilla de acero de 16 mm (5/8") de diámetro con punta semiesférica y 600mm (24") de largo.
- Martillo de goma o de cuero; tiene un peso de 0.6 kg ± 0.20 kg.
- Herramientas pequeñas; cucharones, wincha, baldes.
- Recipiente de muestreo y mezclado, balanza con exactitud del 0.3%, mezcladora de concreto, dispositivo para medición de temperatura.

Preparación de los materiales

- Antes de iniciar la mezcla de concreto, los materiales deben encontrarse a temperatura ambiente preferiblemente entre 20°C a 30°C

Elaboración de muestras de concreto

- Las muestras de concreto se deben elaborar lo más cerca posible al lugar donde se almacenarán las primeras 24 hr ± 8 hr en una superficie rígida libre de vibraciones, en caso contrario se deberá trasladar inmediatamente al lugar de almacenamiento después de ser obtenida la muestra, evitando los golpes o inclinación de la superficie de los moldes.
- Se coloca el concreto en los moldes con ayuda de un cucharón, para garantizar la distribución del concreto se deberá utilizar la varilla compactadora y el martillo de goma por cada capa. El compactado de la primera capa se debe varillar en toda su profundidad, las capas posteriores deben penetrar en 25mm la capa inferior. Después de compactar se golpea los lados del molde de 10 a 15 veces con el martillo de goma con la finalidad de eliminar los vacíos (aire atrapado). El número

de capas y número de varillados por cada capa se describen en las siguientes tablas:

**Tabla 13**

*Numero de capas requerida por espécimen*

Cilindros diámetro en mm (pulg)		
Tipo y tamaño de espécimen mm(pulg)	Modo de consolidación	N.º de capas
75 a 100 (3 a 4)	varillado	2
150 (6)	varillado	3
225 (9)	varillado	4

Fuente: NTP 339.183, 2013.

**Tabla 14**

*Diámetro de varilla y número de varillados por espécimen*

Cilindro		
Diámetro del cilindro mm (pulg)	Diámetro de la varilla mm (pulg)	N.º de golpes/capa
75 (3) < 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	17 (5/8)	50
250 (10)	18 (5/8)	75

Fuente: NTP 339.183, 2013.

- El curado del concreto se debe hacer a una temperatura de 23°C±2°C.

#### **4.6.2. Ensayos del concreto en estado fresco**

##### **4.6.2.1. Ensayo para la medición del asentamiento del concreto (NTP 339.035, 2009)**

Procedimiento del ensayo:

- Se humedecen los materiales a utilizar y se colocan sobre una superficie plana no absorbente, los materiales que se utilizan son:

Molde: el molde debe tener la superficie lateral de un tronco de cono con un diámetro de 8 pulgadas en la base inferior, de 4 pulgadas de diámetro superior y una altura de 12 pulgadas con una variación de ±3mm de las dimensiones establecidas.

Varilla compactadora: acero liso de 16mm de diámetro y aproximadamente 600mm de longitud, su extremo de compactación debe ser redondeado a una semiesfera con un diámetro de 16mm.

Cucharón: de tamaño apropiado de tal manera que no genere inconvenientes en el procedimiento del ensayo.

- El molde se debe fijar firmemente pisando las aletas del cono durante el vaciado del concreto, este procedimiento se debe hacer en tres capas en relación al volumen del molde, debemos asegurarnos que el vaciado se efectúe alrededor del perímetro del molde con la finalidad de obtener una adecuada distribución.
- Luego de vaciado de cada capa se debe aplicar 25 golpes con la varilla compactadora distribuidos uniformemente en toda la sección de la capa, en la segunda y posterior capa se debe procurar que la barra penetre ligeramente la capa inferior. La última capa se debe llenar por exceso antes de compactarla.
- Por último, se enrasa el borde superior del molde y se elimina el material sobrante que se encuentra alrededor del cono, inmediatamente se retira el molde del concreto cuidadosamente en dirección vertical y se mide el asentamiento desde la altura del molde hasta el centro desplazado de la cara superior del cono deformado. El procedimiento desde el principio del llenado del molde hasta su retiro se debe efectuar en un tiempo no mayor de 2.5 min.

#### **4.6.2.2. Ensayo de peso unitario (NTP 339.046, 2008)**

Procedimiento del ensayo:

- Primero se pesa el recipiente de medición (Ma) y se calcula el volumen del recipiente (V), posteriormente se humedecen los materiales a utilizar (recipiente de medición, cucharón, varilla compactadora de 16 mm de diámetro con punta semiesférica, plancha metálica), para el posterior vaciado del concreto. Debemos asegurarnos que el vaciado se efectúe alrededor del perímetro interno del recipiente con la finalidad de obtener una adecuada distribución.
- El vaciado del concreto en el recipiente se hizo en tres capas en relación al volumen de este, luego del vaciado de cada capa se debe aplicar 25 golpes con la varilla compactadora distribuidos uniformemente en toda la sección de la capa, en la segunda y posterior capa se debe procurar que la barra penetre aproximadamente 2.5cm la capa inferior. Después de compactar cada capa se debe dar 10 a 15 golpes con el mazo de goma en los lados del recipiente, con la finalidad de eliminar los vacíos (aire atrapado).
- Finalmente se enrasa el borde superior del recipiente quedando una superficie nivelada, se limpia el exceso de concreto en el recipiente, para luego tomar el peso del recipiente más el concreto (Mb) en una balanza calibrada.

Peso unitario del concreto:

$$\text{Peso unitario real} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{(Ma - Mb)}{V}$$

#### **4.6.2.3. Ensayo de contenido de aire (NTP 339.083, 2003)**

Procedimiento del ensayo

- Primero humedecemos los materiales que se van utilizar en el ensayo (olla de Washington, mazo de goma, plancha metálica, varilla compactadora de 16 mm de diámetro con punta semiesférica, bombilla de agua).
- Vaciamos el concreto en la olla de Washington en tres capas iguales en relación al volumen, al término de cada capa se debe aplicar 25 golpes con la varilla compactadora distribuidos uniformemente de tal manera que esta penetre aproximadamente 2.5mm en la capa inferior. Después de compactar cada capa se debe dar 10 a 15 golpes con el mazo de goma en los lados la olla de Washington, con la finalidad de eliminar los vacíos (aire atrapado).
- Posteriormente se brinda el acabado superficial con la plancha metálica quedando una superficie nivelada, se limpia el exceso de concreto en los bordes de la olla de Washington.
- Luego se coloca el medidor de aire conectado con el manómetro en la superficie de la olla de Washington, asegurando las abrazaderas del equipo. La válvula de aire principal se debe encontrar cerrada y las llaves de purga abiertas con la finalidad de ingresar agua por una de las llaves de purga hasta que el agua emerja de la llave opuesta. Seguidamente se cierra la válvula de sangrado y se bombea aire a la olla de Washington hasta que el dial se ubique en la línea de presión inicial, finalmente abrir la válvula principal de aire y golpear ligeramente la pantalla de medición hasta que se estabilice, registrar el resultado con un margen de 0.1%.

#### **4.6.2.4. Ensayo de exudación (NTP 339.077, 2013)**

Procedimiento de ensayo:

- Los materiales a utilizar son los siguientes: recipiente de medición, mazo de goma, plancha metálica, varilla compactadora de 16 mm de diámetro con punta semiesférica, jeringa.
- Primero colocamos la muestra de concreto en el recipiente según los procedimientos descritos en los ensayos anteriores para la elaboración de

especímenes de concreto, el cual se debe llenar hasta 1” por debajo de la superficie del recipiente.

- Después de nivelar la superficie de la muestra se procede a registrar la hora y la masa del recipiente más el concreto, dejamos reposando la muestra de ensayo sobre una superficie nivelada y la cubrimos con la finalidad de evitar la evaporación de la exudación. Seguidamente retiramos el agua acumulada sobre la superficie de la muestra en intervalos de 10 minutos durante los primeros 40 minutos, y luego a intervalos de 30 minutos hasta que deje de exudar.

Para facilitar la extracción del agua de exudación inclinamos el recipiente con un taco de 5cm de espesor en uno de los lados 2 minutos antes de retirar el agua de exudación.

#### **4.6.3. Ensayo del concreto en estado endurecido**

##### ***4.6.3.1. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (NTP 339.034, 2008)***

El procedimiento de ensayo para elaboración de los especímenes de concreto se encuentra descrito en la Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio NTP 339.183

## CAPITULO V

### PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

#### 5.1. Presentación de Resultados

##### 5.1.1. Ubicación de la cantera Roca Estrella

Los agregados utilizados para el desarrollo de este proyecto, provienen de la cantera “Roca Estrella”, ubicado en el distrito de Independencia a 26.9 km de la provincia de Pisco, Departamento de Ica.

#### Ilustración 2

*Ubicación de la Cantera Roca Estrella.*



Fuente: Google Earth, 2019.

**Tabla 15**

*Coordenadas UTM.*

Coordenadas UTM		
Ubicación	Norte	Este
Ciudad de Pisco	8484055.3	369906.3
Cantera "Roca Estrella"	8486498	394829.2

Fuente: Google Earth, 2019.

#### ***5.1.1.1 Extracción de las muestras de agregado***

Una muestra es una pequeña porción representativa de un volumen mayor de un material del cual se desea obtener información, por tal motivo es importante ser precavidos de obtener muestras. La extracción de las muestras de agregado fino y grueso se hizo de una descarga de depósito, del cual estas muestras fueron seleccionadas al azar y tomadas de la parte inferior, medio y superior de manera de obtener un mejor muestreo, como lo indica la norma NTP 400.010. Los agregados fueron transportados en sacos para prevenir pérdidas o contaminación de alguna parte de la muestra.

## 5.1.2 Resultados de los ensayos en el laboratorio para los agregados

### 5.1.2.1 Características físicas del agregado fino

**Tabla 16**

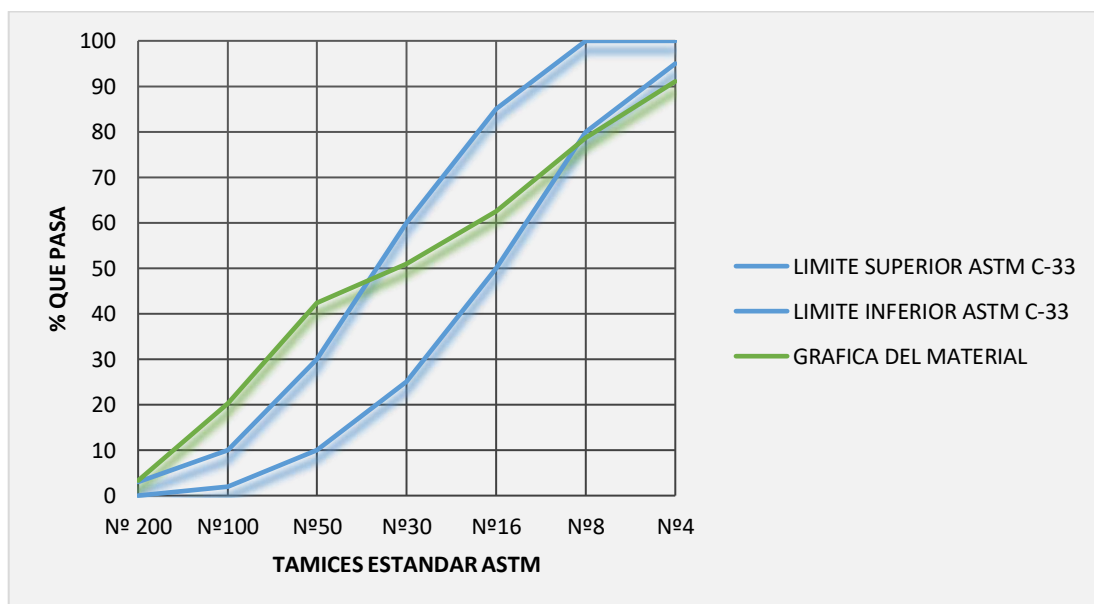
*Granulometría del Agregado Fino.*

PESO DE MUESTRA		MODULO DE FINURA				2.54	
	500 gr						
Malla Estándar	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	NTP % Que Pasa	
4	4.75	44.6	8.92	8.92	91.08	95-100	
8	2.36	61.6	12.32	21.24	78.76	80-100	
16	1.18	81.6	16.32	37.56	62.44	50-85	
30	0.6	57.5	11.50	49.06	50.94	25-60	
50	0.3	42.8	8.56	57.62	42.38	5-30	
100	0.15	110.4	22.08	79.70	20.30	0-10	
200	0.075	85	17.00	96.70	3.30	0-3	
Cazuela		16.5	3.30	100.00	0.00		
$\Sigma$		500	100				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### Gráfica 1

*Curva Granulométrica del Agregado Fino.*



Fuente: Adaptación de la ASTM C-33, 2019.

**Tabla 17**

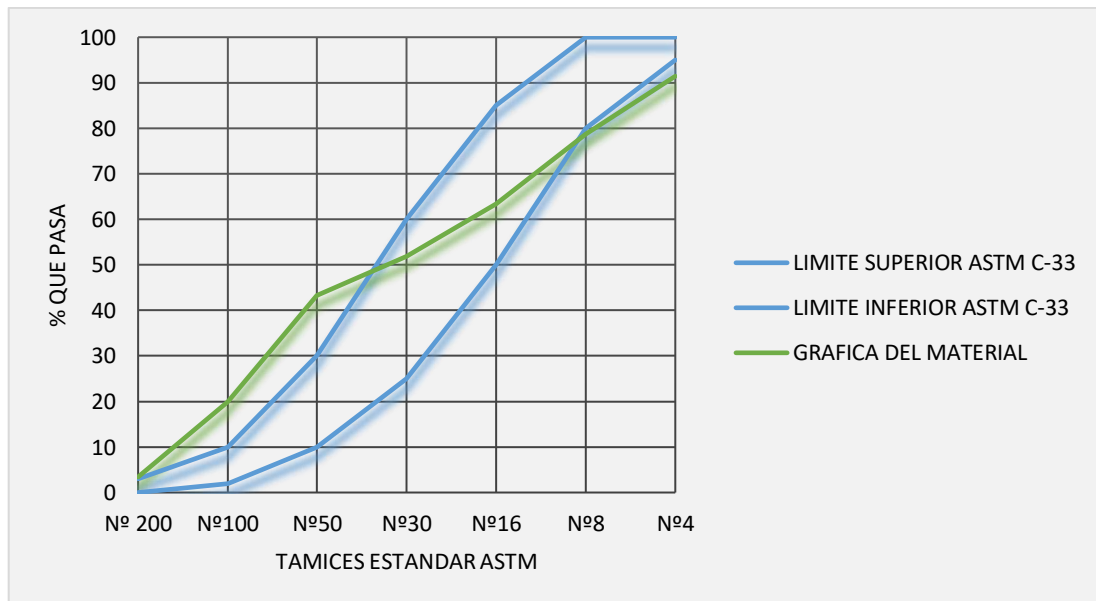
*Granulometría del Agregado Fino.*

PESO DE MUESTRA		MODULO DE FINURA				2.52	
Malla Estándar	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	NTP 400.037 % Que Pasa	
4	4.75	42.8	8.56	8.56	91.44	95-100	
8	2.36	63.8	12.76	21.32	78.68	80-100	
16	1.18	76.3	15.26	36.58	63.42	50-85	
30	0.6	58.1	11.62	48.20	51.80	25-60	
50	0.3	42.6	8.52	56.72	43.28	5-30	
100	0.15	117	23.40	80.12	19.88	0-10	
200	0.075	82.3	16.46	96.58	3.42	0-3	
Cazuela		17.1	3.42	100.00	0.00		
$\Sigma$		500	100				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Gráfica 2**

*Curva Granulométrica del Agregado Fino.*



Fuente: Adaptación de la ASTM C-33, 2019.

**Tabla 18**

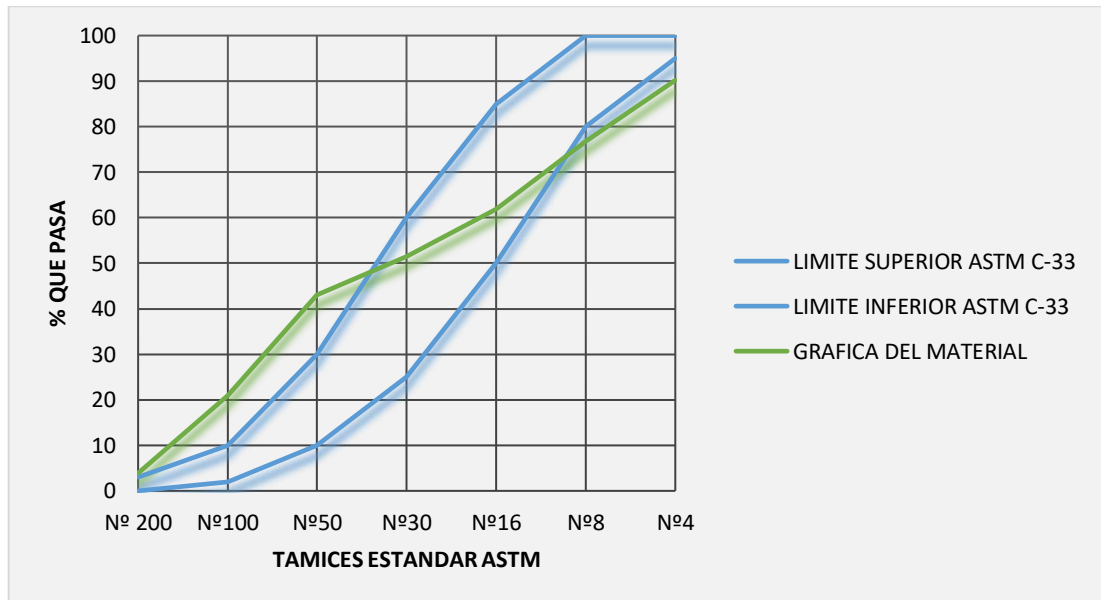
*Granulometría del Agregado Fino.*

PESO DE MUESTRA		500 gr		MODULO DE FINURA			2.56
Malla Estándar	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	NTP % Que Pasa	
4	4.75	49.1	9.82	9.82	90.18	95-100	
8	2.36	67.1	13.42	23.24	76.76	80-100	
16	1.18	74.1	14.82	38.06	61.94	50-85	
30	0.6	52.6	10.52	48.58	51.42	25-60	
50	0.3	42.1	8.42	57.00	43.00	5-30	
100	0.15	110.3	22.06	79.06	20.94	0-10	
200	0.075	85.3	17.06	96.12	3.88	0-3	
Cazuela		19.4	3.88	100.00	0.00		
$\Sigma$		500	100				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Gráfica 3**

*Curva Granulométrica del Agregado Fino.*



Fuente: Adaptación de la ASTM C-33, 2019.

**Tabla 19**

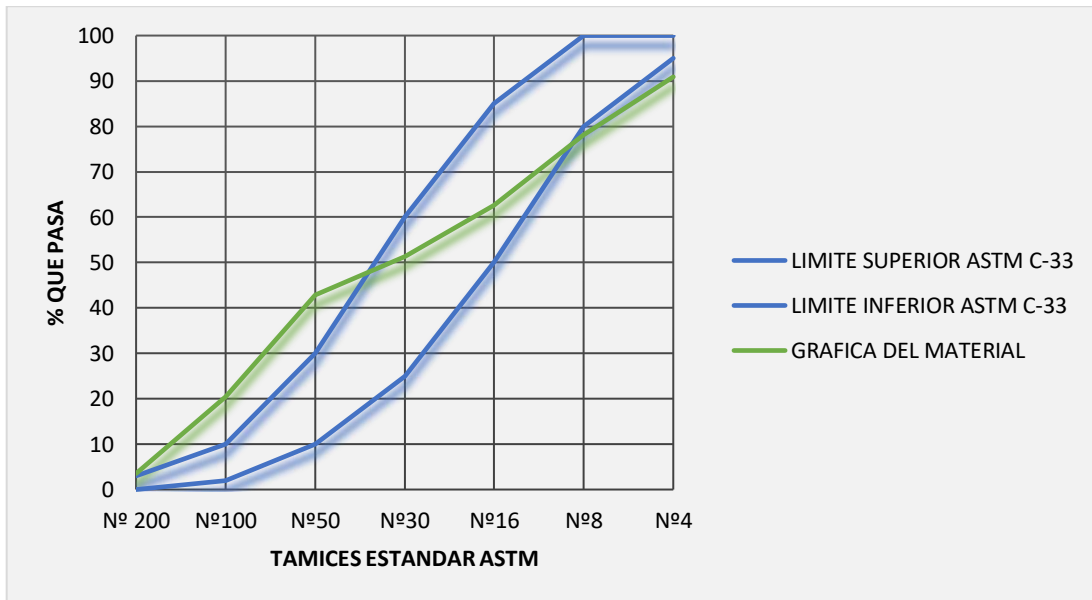
*Granulometría del Agregado Fino.*

PESO DE MUESTRA		MODULO DE FINURA				
500 gr				2.54		
Malla Estándar	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	NTP % Que Pasa
4	4.75	45.50	9.10	9.10	90.90	95-100
8	2.36	64.17	12.83	21.93	78.07	80-100
16	1.18	77.33	15.47	37.40	62.60	50-85
30	0.6	56.07	11.21	48.61	51.39	25-60
50	0.3	42.50	8.50	57.11	42.89	5-30
100	0.15	112.56	22.51	79.63	20.37	0-10
200	0.075	84.20	16.84	96.47	3.53	0-3
Cazuela		17.67	3.53	100.00	0.00	
$\Sigma$		500	100			

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Gráfica 4**

*Curva Granulométrica del Agregado Fino.*



Fuente: Adaptación de la ASTM C-33, 2019.

**Tabla 20***Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.*

	1	2	3
Peso del recipiente en (Kg)	4.400	4.400	4.400
Peso del agregado suelto + recipiente (Kg)	21.060	21.100	21.140
Volumen del recipiente (m3)	0.0096	0.0096	0.0096
Peso Unitario Suelto (Kg/m3)	1735.42	1739.58	1743.75
<b>Peso Unitario Suelto Promedio (Kg/m3)</b>		<b>1739.58</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 21***Peso Unitario Apisonado del Agregado Fino.*

	1	2	3
Peso del recipiente en (Kg)	4.400	4.400	4.400
Peso del agregado suelto + recipiente (Kg)	23.050	23.125	23.100
Volumen del recipiente (m3)	0.0096	0.0096	0.0096
Peso Unitario Apisonado (Kg/m3)	1942.71	1950.52	1947.92
<b>Peso Unitario Apisonado Promedio (Kg/m3)</b>		<b>1947.05</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 22***Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.*

N.º FIOLA	2	3	4
A=Peso de la Fiola (gr)	156.8	157.4	158.7
C=Peso de la muestra SSS (gr)	100	100	100
B= Peso de Fiola + agua (gr)	655	655.5	656.4
E= Peso de Fiola + agua + muestra (gr)	717	717.6	718.3
F=Peso de muestra seca (gr)	98.79	98.81	98.83
Peso Específico SSS (gr/cm <sup>3</sup> ) = C/(B+C-E)	2.63	2.64	2.62
Peso Específico en masa (gr/cm <sup>3</sup> ) = F/(B+C-E)	2.60	2.61	2.59
Peso Específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> ) = F/(B+F-E)	2.69	2.69	2.68
Absorción (%) = (C-F) /F	1.22	1.20	1.18
<b>Peso Específico SSS promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.63</b>	
<b>Peso Específico en masa promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.60</b>	
<b>Peso Específico aparente promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.68</b>	
<b>Absorción promedio (%) = (C-F) /F</b>		<b>1.20</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 23***Contenido de Humedad del Agregado Fino.*

N.º TARA	1	2	3
A=Peso de la tara gr.	105.6	109.10	111.50
B= Peso de la muestra humedad + peso de la tara gr.	475.9	478.4	513
C=Peso de la muestra seca al horno + peso de la tara gr.	471.6	474.2	508.3
Contenido de humedad del Agregado (%) = (B-C) / (C-A) *100	1.17	1.15	1.18

<b>Contenido de humedad promedio (%)</b>	<b>1.17</b>
--	-------------

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### 5.1.2.2. Características físicas del agregado grueso

**Tabla 12**

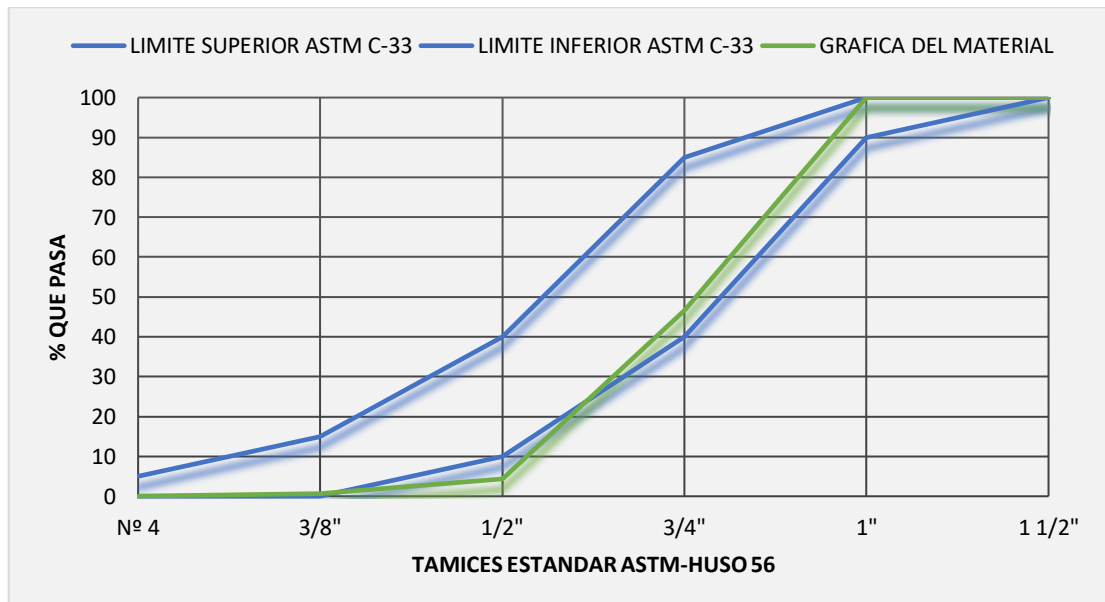
*Granulometría del Agregado Grueso.*

Malla Estándar	Abertura	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
1	25	0	0	0	100
3/4"	19	5335	53.35	53.35	46.65
1/2"	12.7	4225	42.25	95.6	4.40
3/8"	9.5	373.6	3.736	99.336	0.66
4	4.75	63.1	0.631	99.967	0.03
Cazuela		3.3	0.033	100	0
$\Sigma$		10000	100	TMN=3/4"	TM=1"

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Gráfica 5**

*Curva Granulométrica del Agregado Grueso.*



Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 25**

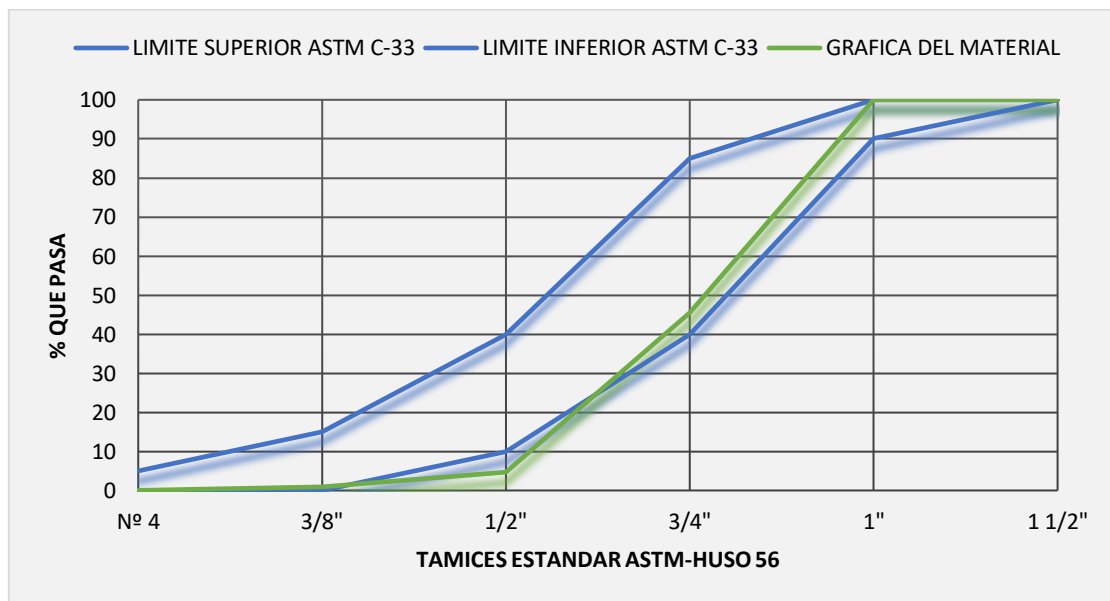
*Granulometría del Agregado Grueso.*

PESO DE MUESTRA		MODULO DE FINURA			
10.000 kg		7.54			
Malla Estándar	Abertura	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
1	25	0	0	0	100
3/4"	19	5456	54.56	54.56	45.44
1/2"	12.7	4067	40.67	95.23	4.77
3/8"	9.5	392.6	3.926	99.156	0.84
4	4.75	81.4	0.814	99.97	0.03
Cazuela		3	0.03	100	0
Σ		10000	100	TMN=3/4"	TM=1"

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Gráfica 6**

*Curva Granulométrica del Agregado Grueso.*



Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 26**

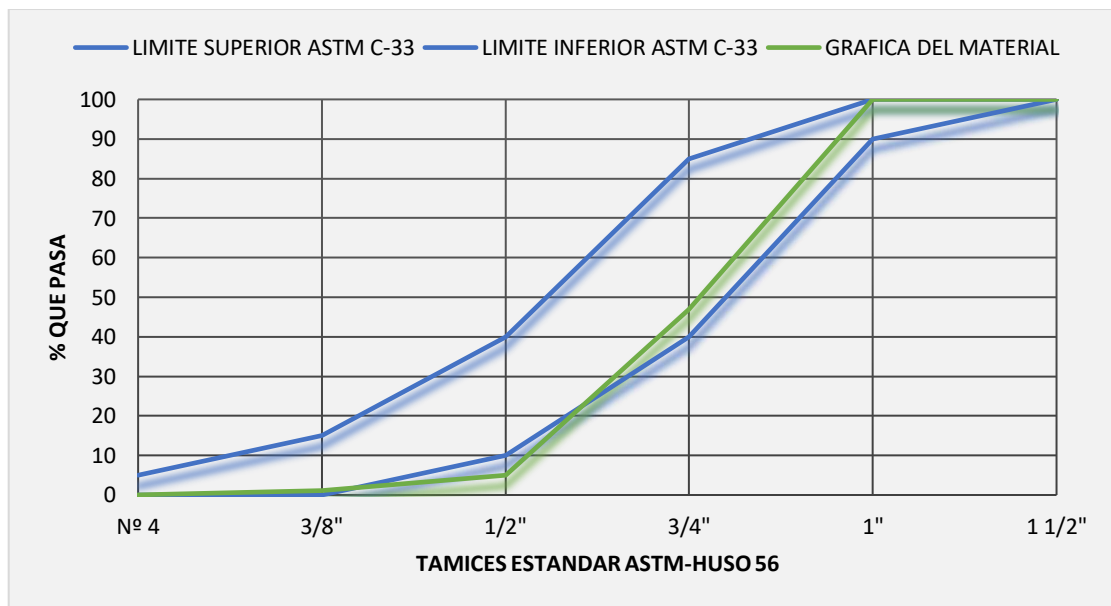
*Granulometría del Agregado Grueso.*

PESO DE MUESTRA	10.000 kg	MODULO DE FINURA			7.52
Malla Estándar	Abertura	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
1	25	0	0	0	100
3/4"	19	5305	53.05	53.05	46.95
1/2"	12.7	4195	41.95	95	5.00
3/8"	9.5	383.6	3.836	98.836	1.16
4	4.75	113.1	1.131	99.967	0.03
Cazuela		3.3	0.033	100	0
Σ		10000	100	TMN=3/4"	TM=1"

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Gráfica 7**

*Curva Granulométrica del Agregado Grueso.*

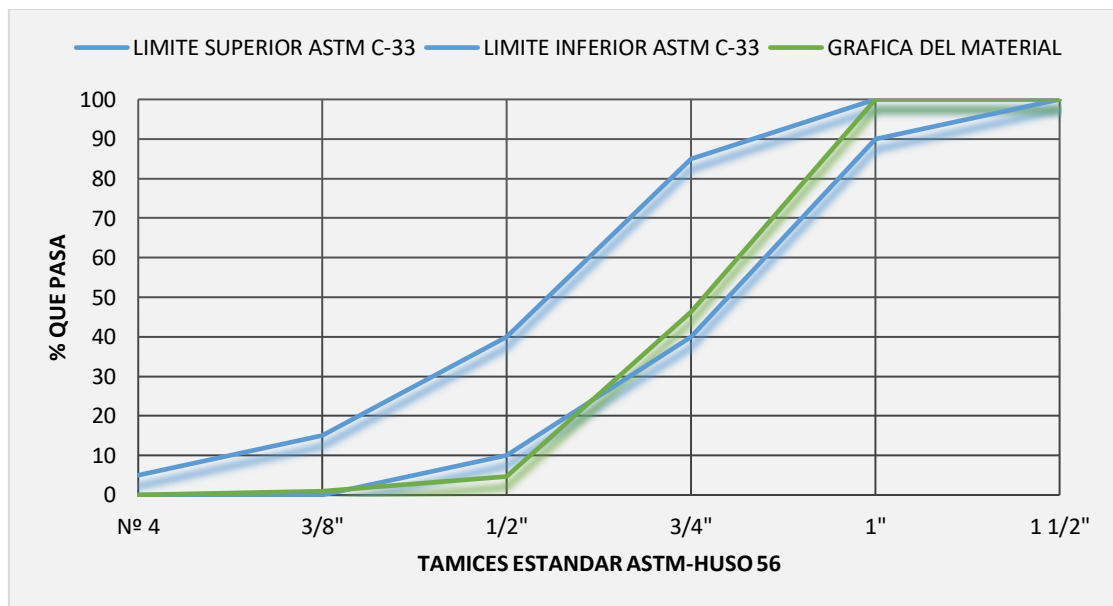


Fuente: Adaptación de la ASTM C-33, 2019.

**Tabla 27***Granulometría del Agregado Grueso*

PESO DE MUESTRA	10.000 kg	MODULO DE FINURA			7.53
Malla Estándar	Abertura	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
1	25	0	0	0	100
3/4"	19	5365.30	53.65	53.65	46.35
1/2"	12.7	4162.30	41.62	95.28	4.72
3/8"	9.5	383.30	3.83	99.11	0.89
4	4.75	85.90	0.86	99.97	0.03
Cazuela		3.20	0.03	100	0
$\Sigma$		10000	100	TMN=3/4"	TM=1"

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Gráfica 8***Curva Granulométrica del Agregado Grueso.*

Fuente: Adaptación de la ASTM C-33, 2019.

**Tabla 28***Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.*

	1	2	3
Peso del recipiente en (Kg)	5.310	5.310	5.310
Peso del agregado suelto + recipiente (Kg)	27.960	27.990	27.940
Volumen del recipiente (m3)	0.0145	0.0145	0.0145
Peso Unitario Suelto (Kg/m3)	1562.07	1564.14	1560.69
<b>Peso Unitario Suelto Promedio (Kg/m3)</b>		<b>1562.30</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 29***Peso Unitario Apisonado del Agregado Grueso.*

	1	2	3
Peso del recipiente en (Kg)	5.310	5.310	5.310
Peso del agregado suelto + recipiente (Kg)	29.840	29.850	29.885
Volumen del recipiente (m3)	0.0145	0.0145	0.0145
Peso Unitario Apisonado (Kg/m3)	1691.72	1692.41	1694.83
<b>Peso Unitario Apisonado Promedio (Kg/m3)</b>		<b>1692.99</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 30***Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.*

N.º TARA	B	A	P
A=Peso al aire de la muestra sss (gr)	467.1	456.4	505.4
B=Peso sumergido al agua (gr)	294.8	286.9	318.3
C=Peso seco al horno (gr)	462.4	451.7	500.4
Peso Específico SSS (gr/cm <sup>3</sup> ) = A/(A-B)	2.71	2.69	2.70
Peso Específico en masa (gr/cm <sup>3</sup> ) = C/(A-B)	2.68	2.66	2.67
Peso Específico aparente (gr/cm <sup>3</sup> ) = C/(C-B)	2.76	2.74	2.75
Absorción (%) = (A-C) /C	1.02	1.04	1.00
<b>Peso Específico SSS promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.70</b>	
<b>Peso Específico en masa promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.67</b>	
<b>Peso Específico aparente promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.75</b>	
<b>Absorción (%)</b>		<b>1.02</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 31***Contenido de Humedad del Agregado Grueso.*

N.º TARA	1	2	3
A=Peso de la tara gr.	86.6	94.40	91.50
B= Peso de la muestra humedad + peso de la tara gr.	532.1	335.7	365.1
C=Peso de la muestra seca al horno + peso de la tara gr.	529	334.1	363.3
Contenido de humedad del Agregado (%) = (B-C) / (C-A) *100	0.70	0.67	0.66
<b>Contenido de humedad promedio (%)</b>		<b>0.68</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 32**

*Porcentaje de abrasión.*

Peso inicial (gr) (A)	5000
Peso final, después de la malla N°12 (gr) (B)	3110
Porcentaje de abrasión (%) = (A-B) /B	37.8

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### 5.1.2.3. Características de los materiales para el diseño de mezcla

**Tabla 33**

Características físicas del agregado fino.

AGREGADO FINO	
Peso Específico SSS	2.63 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Específico en masa	2.60 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Específico aparente	2.68 gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	1.20%
Contenido de Humedad	1.17%
Peso Unitario Suelto	1739.58 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Apisonado	1947.05 kg/m <sup>3</sup>
Módulo de Fineza	2.54

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 34**

Características físicas del agregado grueso.

AGREGADO GRUESO	
Peso Específico SSS	2.70 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Específico en masa	2.67 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Específico aparente	2.75 gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	1.02%
Contenido de Humedad	0.68%
Peso Unitario Suelto	1562.30 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Apisonado	1692.99 kg/m <sup>3</sup>
Módulo de Fineza	7.53
Tamaño Máximo Nominal	3/4"

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 35**

Cemento.

Marca	Inka
Tipo	I Co
Peso Específico	3.08 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### 5.1.3. Diseño de Mezcla para concreto de control con cemento Inka Ultra Resistente Tipo 1 Co

Para realizar el diseño de mezcla por el método de combinación de agregados se determinaron los requerimientos mínimos del concreto a elaborar.

**Tabla 36**

*Parámetros de diseño*

PARÁMETROS	CONDICIONES
F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	280.00
T.M.N del agregado grueso (pulg.)	3/4"
Slump (pulg)	3"-4"
Sin aire incorporado	-

Fuente: Elaboración propia, 2019.

#### 1. Selección del Asentamiento

**Tabla 37**

*Consistencia y Asentamiento*

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0"(0mm) a 2" (50mm)
<b>Plástica</b>	<b>3"(75mm) a 4" (100mm)</b>
Fluida	≥ 5" (125mm)

Fuente: ACI 211, 2002.

#### 2. Selección del tamaño máximo nominal

El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semiangular. El TMN del agregado grueso no deberá ser mayor de 1/5 de la menor dimensión entre las caras del encofrado.

#### 3. Hallamos la cantidad de agua de diseño y aire atrapado

Según la tabla 36 seleccionamos el contenido de agua con relación al TMN del agregado grueso 3/4" y un asentamiento de 3" a 4", obteniendo el volumen de agua igual a 205 lts/m<sup>3</sup>, posteriormente según la tabla 37 en relación al TMN del agregado grueso 3/4" obtenemos el contenido de aire atrapado equivalente al 2%.

**Tabla 38**

*Volumen de agua por m<sup>3</sup> para TMN de agregados y consistencia indicada.*

ASENTAMIENTO (1"=25MM)	TAMAÑO MÁXIMO							
	3/8"	1/2"	<b>3/4"</b>	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>3" a 4"</b>	228	216	<b>205</b>	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado (mediante aditivo)								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: ACI 211, 2002.

**Tabla 39**

*Contenido de aire atrapado.*

TMN AGREGADO GRUESO	AIRE ATRAPADO %
3/8"	9.5 mm 3.0
1/2"	12.5 mm 2.5
<b>3/4"</b>	<b>19.0 mm</b> <b>2.0</b>
1"	25.0 mm 1.5
1 1/2"	37.5 mm 1.0
2"	50.0 mm 0.5
3"	75.0 mm 0.3
6"	150.0 mm 0.2

Fuente: ACI 211, 2002.

#### **4. Elección de la relación w/c:**

La elección de la relación w/c no sólo se determina por requisitos de resistencia sino también por razones de durabilidad. Consideramos una resistencia de diseño  $f'_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, luego se utilizará la tabla 38: Resistencia a la compresión promedio para obtener una resistencia requerida y la tabla 39 para obtener una relación w/c requerida, a continuación, se verifica con la tabla 40: Concreto expuesto a soluciones de sulfatos, del cual obtendremos una relación w/c máxima.

**Tabla 40***Resistencia a la compresión promedio.*

$f_c$	$f_{cr}$
$f_c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f_{cr} = f_c + 70 \text{ kg/cm}^2$
<b><math>f_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2</math></b>	<b><math>f_{cr} = f_c + 85 \text{ kg/cm}^2</math></b>
$f_c > 350 \text{ kg/cm}^2$	$f_{cr} = 1.1f_c + 50 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: ACI 301, 2002.

$$f_{cr} = f_c + 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2 + 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{cr} = 365 \text{ kg/cm}^2$$

**Tabla 41***Relación agua/cemento por resistencia, para  $f'_{cr}$ .*

$f'_{cr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR PESO	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
<b>350</b>	<b>0.48</b>	0.4
<b>400</b>	<b>0.43</b>	-
420	0.41	-
450	0.38	-

Fuente: ACI 211, 2002.

$$\frac{400 - 365}{400 - 350} = \frac{0.43 - x}{0.43 - 0.48}$$

$$x = w/c = 0.46$$

**Tabla 42***Concreto expuesto a soluciones de sulfato.*

Exposición a sulfatos	Sulfato en agua, como SO4 ppm		Cemento Tipo	Relación w/c máxima
Despreciable	0.00-0.10	0-150	-	-
<b>Moderada</b>	<b>0.10-0.20</b>	<b>150-1500</b>	<b>II-IP-IPM</b>	<b>0.50</b>
Severa	0.20-2.00	1500-10000	V	0.45
Muy severa	Sobre 2.00	Sobre 10000	V + puzolana	0.45

Fuente: RNE E.060.

**5. Cálculo del contenido de cemento**

Consiste en dividir la cantidad de agua de diseño y la relación w/c requerida. Dividiendo el cemento entre 42.5 obtenemos la cantidad de bolsas de cemento por metro cúbico de concreto.

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{Agua sugerida}}{\frac{w}{c} \text{ sugerida}}$$

$$\text{factor cemento} = \frac{205}{0.46}$$

$$\text{factor cemento} = 445.65 \text{ kg/m}^3 = 10.486 \text{ bolsas/m}^3$$

**6. Determinar el volumen de agregados**

Se determina el volumen de los agregados, utilizando el método de volumen absoluto y los pesos específicos de los componentes del concreto.

$$\text{Volumen concreto (1m}^3\text{)} = V \text{ cemento} + V \text{ agua} + V \text{ agregado} + \% \text{ Aire}$$

$$1 - \left( \frac{445.65}{3080} + \frac{205}{1000} + \frac{2}{100} \right) = V \text{ agregado}$$

$$0.63031 \text{ m}^3 = V \text{ agregado}$$

$$0.14469 \text{ m}^3 = V \text{ cemento}$$

$$0.205 \text{ m}^3 = V \text{ agua}$$

$$0.02 \text{ m}^3 = V \text{ aire}$$

## 7. Cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados

**Tabla 43**

*Módulo de fineza de la combinación de agregados.*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		Módulo de fineza de la combinación de agregados			
		6.00	7.00	8.00	9.00
3/8"	9.5 mm	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	12.5 mm	4.46	4.54	4.61	4.69
<b>3/4"</b>	<b>19.0 mm</b>	4.96	5.04	<b>5.11</b>	<b>5.19</b>
1"	25.0 mm	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	37.5 mm	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	50.0 mm	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	75.0 mm	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: RNE E.060.

$$\frac{10.486 - 8}{9 - 8} = \frac{Mc - 5.11}{5.19 - 5.11}$$

$$Mc = 5.3089$$

## 8. Cálculo del porcentaje del agregado fino y grueso

$$rf = \frac{Mg - Mc}{Mg - Mf}$$

Donde:

Mg: Modulo de fineza del agregado grueso = 7.53

Mf: Modulo de fineza del agregado fino = 2.54

Mc: Modulo de fineza de combinación de agregados = 5.31

$$rf = \frac{7.53 - 5.31}{7.53 - 2.54}$$

$$rf = 0.44489$$

## 9. Cálculo del volumen absoluto del agredo fino y grueso

$$rf = \frac{V \text{ absoluto agregado fino}}{V \text{ absoluto agregado (fino + grueso)}}$$

$$rf = \frac{V \text{ absoluto agregado grueso}}{V \text{ absoluto agregado (fino + grueso)}}$$

$$0.44489 = \frac{V \text{ absoluto agregado fino}}{0.63031}$$

$$V \text{ absoluto agregado fino} = 0.28042$$

$$V \text{ absoluto agregado grueso} = 0.34989$$

## 10. Cálculo de los pesos secos del agregado fino y grueso

Se multiplica el peso específico por el volumen absoluto de los agregados.

**Tabla 44**

*Peso en base a los volúmenes de los componentes del concreto.*

Componente	Volumen absoluto en m <sup>3</sup>	Peso específico kg/m <sup>3</sup>	Peso en kg
Cemento	0.1447	3080	445.645
Agua	0.205	1000	205.000
Agregado fino (seco)	0.2804	2600	729.040
Agregado grueso (seco)	0.3499	2670	934.233
Aire	0.02	-	
Total	1.0000		2313.918

Fuente: Elaboración propia, 2019.

## 11. Corrección por humedad

Luego de calcular los pesos secos de los agregados, se hace los ajustes por contenido de humedad de los agregados con el objetivo de pesar los agregados correctamente y así obtener la cantidad de componentes por metro cubico de concreto corregidos por humedad.

Los pesos húmedos de los agregados se obtienen:

- Agregado fino (kg/m<sup>3</sup>) = Af seco × (1 + %w)  
Agregado fino (kg/m<sup>3</sup>) = 729.040 × (1 + 1.17%)  
Agregado fino (kg/m<sup>3</sup>) = 737.570 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso (kg/m<sup>3</sup>) = Ag seco × (1 + %w)  
Agregado grueso (kg/m<sup>3</sup>) = 934.233 × (1 + 0.68%)  
Agregado grueso (kg/m<sup>3</sup>) = 940.586 kg/m<sup>3</sup>

El agua efectiva de diseño se obtiene:

- Agua  $\left(\frac{\text{lbs}}{\text{m}^3}\right)$  = Agua diseño – Af seco × (%w – %Abs) – Ag seco × (%w – %Abs)

$$\text{Agua} \left(\frac{\text{lbs}}{\text{m}^3}\right) = 205 - 729.040 \times (1.17\% - 1.20\%) - 934.233 \times (0.68\% - 1.02\%)$$

$$\text{Agua} \left(\frac{\text{lbs}}{\text{m}^3}\right) = 208.395 \text{ lbs/m}^3$$

## 12. Valores de diseño corregidos por humedad

Cemento	:	445.645	kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	208.395	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino	:	737.570	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	:	940.586	kg/m <sup>3</sup>

## 13. Proporción en peso y volumen:

### 13.1 Proporción en peso

*Peso seco*

$$\frac{445.645}{445.645} : \frac{729.040}{445.645} : \frac{934.233}{445.645} = 1 : 1.64 : 2.10 : 19.55 \text{ lts/bol}$$

*Peso húmedo*

$$\frac{445.645}{445.645} : \frac{737.570}{445.645} : \frac{940.586}{445.645} = 1 : 1.66 : 2.11 : 19.87 \text{ lts/bol}$$

### 13.2 Proporción en volumen

- Volumen agregado fino =  $\frac{A_f}{P_U} \times 35.3147$

$$\text{Volumen agregado fino} = \frac{737.570}{1739.580 \times \left(1 + \frac{1.17}{100}\right)} \times 35.3147$$

$$\text{Volumen agregado fino} = 14.80$$

- Volumen agregado grueso =  $\frac{A_g}{P_U} \times 35.3147$

$$\text{Volumen agregado grueso} = \frac{940.586}{1562.300 \times \left(1 + \frac{0.68}{100}\right)} \times 35.3147$$

$$\text{Volumen agregado grueso} = 21.12$$

$$\frac{10.486}{10.486} : \frac{14.80}{10.486} : \frac{21.12}{10.486} = 1 : 1.41 : 2.01 : 208.395 \text{ lts/m}^3$$

## Diseño de Mezcla para concreto de control con cemento Inka Ultrarresistente

### Tipo I Co

#### Diseño de mezcla del concreto w/c=0.46

##### Diseño preliminar

Resistencia especifica      f'c:            280 kg/cm<sup>2</sup>            f'cr:            365 kg/cm<sup>2</sup>

##### Dato de campo

Cantera                            "Roca Estrella"

##### Valores de diseño por m<sup>3</sup>

Cemento                        : 445.645      kg/m<sup>3</sup>

Agua                             : 205.000      lts/m<sup>3</sup>

Agregado fino (seco)        : 729.040      kg/m<sup>3</sup>

Agregado grueso (seco)     : 934.233      kg/m<sup>3</sup>

##### Corrección por humedad de los agregados

	Agregado Fino	Agregado grueso	
%w	: 1.17	0.68	
%Abs	: 1.20	1.02	
Peso húmedo	: 737.570      kg/m <sup>3</sup>	940.586      kg/m <sup>3</sup>	
Aporte de humedad	: 0.22            lts/m <sup>3</sup>	3.18            lts/m <sup>3</sup>	
Agua efectiva de diseño	: 208.395      lts/m <sup>3</sup>		

##### Valores de diseño corregidos por humedad

Cemento                        : 445.645      kg/m<sup>3</sup>

Agua                             : 208.395      lts/m<sup>3</sup>

Agregado fino                : 737.570      kg/m<sup>3</sup>

Agregado grueso             : 940.586      kg/m<sup>3</sup>

##### Volumen de probeta

2 Probetas            0.011      : 4.956      kg/m<sup>3</sup>

2.317      lts/m<sup>3</sup>

8.202      kg/m<sup>3</sup>

10.459     kg/m<sup>3</sup>

##### Proporción en peso

	C	AF	AG	W/C
Dosificación en peso seco	: 1	1.64	2.10	0.46
Dosificación en peso húmedo	: 1	1.66	2.11	0.47

##### Proporción en volumen

	C	AF	AG	W/C
Dosificación en vol. Húmedo	: 1	1.41	2.01	0.47

#### **5.1.4. Diseño de mezcla para concreto con aditivo sika Cem Superplastificante al 0.3% y cemento Inka ultrarresistente tipo I Co**

Para realizar el diseño de mezcla por el método de combinación de agregados con aditivo sika Cem Superplastificantes se utilizó una proporción del 0.3% del peso del cemento como se indica en la ficha técnica del aditivo.

##### **1. Selección del Asentamiento**

Para la elaboración del diseño de mezcla se consideró una consistencia plástica y un asentamiento de 3"(75mm) a 4" (100mm) ver tabla 35.

##### **2. Selección del tamaño máximo nominal**

El tamaño máximo nominal del agregado es de  $\frac{3}{4}$ ".

**Tabla 36**

*Parámetros de diseño*

PARÁMETROS	CONDICIONES
F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	280.00
T.M.N del agregado grueso (pulg.)	3/4"
Slump (pulg)	3"-4"
Sin aire incorporado	-

Fuente: Elaboración propia, 2019.

##### **3. Hallamos la cantidad de agua de diseño y aire atrapado**

Según la tabla 36 seleccionamos el contenido de agua con relación al TMN del agregado grueso  $\frac{3}{4}$ " y un asentamiento de 3" a 4", obteniendo el volumen de agua igual a 205 lts/m<sup>3</sup>, posteriormente según la tabla 37 en relación al TMN del agregado grueso  $\frac{3}{4}$ " obtenemos el contenido de aire atrapado equivalente al 2%.

##### **4. Elección de la relación w/c:**

La elección de la relación w/c no sólo se determina por requisitos de resistencia sino también por razones de durabilidad. Consideramos una resistencia de diseño f'c= 280 kg/cm<sup>2</sup>, luego se utilizará la tabla 38: Resistencia a la compresión promedio para obtener una resistencia requerida y la tabla 39 para obtener una relación w/c requerida, a continuación, se verifica con la tabla 40: Concreto expuesto a soluciones de sulfatos, del cual obtendremos una relación w/c máxima.

*Resistencia a la compresión promedio. (ver tabla 38)*

$$f'_{cr} = f'_c + 85 \text{ kg/cm}^2 \text{ (ver tabla 38)}$$

$$f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2 + 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = 365 \text{ kg/cm}^2$$

*Relación agua/cemento por resistencia, para  $f'_{cr}$ . (ver tabla 39)*

$$\frac{400-365}{400-350} = \frac{0.43-x}{0.43-0.48}$$

$$x = w/c = 0.46$$

### **5. Cálculo del contenido de cemento**

Consiste en dividir la cantidad de agua de diseño y la relación w/c requerida.

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{Agua sugerida}}{\frac{w}{c} \text{ sugerida}}$$

$$\text{factor cemento} = \frac{205}{0.46}$$

$$\text{factor cemento} = 445.65 \text{ kg/m}^3 = 10.486 \text{ bolsas/m}^3$$

### **6. Determinar el volumen de agregados**

Se determina el volumen de los agregados, utilizando el método de volumen absoluto y los pesos específicos de los componentes del concreto.

$$\text{Volumen concreto (1m}^3\text{)} = V \text{ cemento} + V \text{ agua} + V \text{ agregado} + \% \text{ Aire}$$

$$1 - \left( \frac{445.65}{3080} + \frac{205}{1000} + \frac{2}{100} \right) = V \text{ agregado}$$

$$0.63031 \text{ m}^3 = V \text{ agregado}$$

$$0.14469 \text{ m}^3 = V \text{ cemento}$$

$$0.205 \text{ m}^3 = V \text{ agua}$$

$$0.02 \text{ m}^3 = V \text{ aire}$$

### **7. Cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados**

*Módulo de fineza de la combinación de agregados. (ver tabla 41)*

$$\frac{10.486 - 8}{9 - 8} = \frac{Mc - 5.11}{5.19 - 5.11}$$

$$Mc = 5.3089$$

### 8. Cálculo del porcentaje del agregado fino y grueso

$$r_f = \frac{M_g - M_c}{M_g - M_f}$$

Donde:

M<sub>g</sub>: Modulo de fineza del agregado grueso = 7.53

M<sub>f</sub>: Modulo de fineza del agregado fino = 2.54

M<sub>c</sub>: Modulo de fineza de combinación de agregados = 5.31

$$r_f = \frac{7.53 - 5.31}{7.53 - 2.54}$$

$$r_f = 0.44489$$

### 9. Cálculo del volumen absoluto del agredo fino y grueso

$$r_f = \frac{V \text{ absoluto agregado fino}}{V \text{ absoluto agregado (fino + grueso)}}$$

$$r_g = \frac{V \text{ absoluto agregado grueso}}{V \text{ absoluto agregado (fino + grueso)}}$$

$$0.44489 = \frac{V \text{ absoluto agregado fino}}{0.63031}$$

$$V \text{ absoluto agregado fino} = 0.28042$$

$$V \text{ absoluto agregado grueso} = 0.34989$$

### 10. Cálculo de los pesos secos del agregado fino y grueso

Se multiplica el peso específico por el volumen absoluto de los agregados.

#### Tabla 45

*Peso en base a los volúmenes de los componentes del concreto.*

Componente	Volumen absoluto en m <sup>3</sup>	Peso específico kg/m <sup>3</sup>	Peso en kg
Cemento	0.1447	3080	445.645
Agua	0.205	1000	205.000
Agregado fino (seco)	0.2804	2600	729.040
Agregado grueso (seco)	0.3499	2670	934.233
Aire	0.02	-	
Total	1.0000		2313.918

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### 11. Cálculo del peso del aditivo al 0.3%

Para el diseño de mezcla se utilizó una proporción del 0.3% de aditivo.

Peso específico del aditivo = 1.20 kg/lts (ver anexo D)

$$\text{Aditivo (lts/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso cemento } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{\text{Pe aditivo } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} \times 0.3\%$$

$$\text{Aditivo (lts/m}^3\text{)} = \frac{445.645}{1.20 \times 10^{-3}} \times 0.3\%$$

$$\text{Aditivo (lts/m}^3\text{)} = 1.114 \text{ lts/m}^3$$

### 12. Corrección por humedad

Luego de calcular los pesos secos de los agregados, se hace los ajustes por contenido de humedad de los agregados con el objetivo de pesar los agregados correctamente y así obtener la cantidad de componentes por metro cubico de concreto corregidos por humedad.

Los pesos húmedos de los agregados se obtienen:

- Agregado fino (kg/m<sup>3</sup>) = Af seco × (1 + %w)

$$\text{Agregado fino (kg/m}^3\text{)} = 729.040 \times (1 + 3.50\%)$$

$$\text{Agregado fino (kg/m}^3\text{)} = 754.556 \text{ kg/m}^3$$

- Agregado grueso (kg/m<sup>3</sup>) = Ag seco × (1 + %w)

$$\text{Agregado grueso (kg/m}^3\text{)} = 934.233 \times (1 + 0.70\%)$$

$$\text{Agregado grueso (kg/m}^3\text{)} = 940.773 \text{ kg/m}^3$$

El agua efectiva de diseño se obtiene (A ed.):

$$\text{Agua diseño} = 205 - 1.114 = 203.886 \text{ lts/m}^3$$

- $A \text{ ed } \left(\frac{\text{lts}}{\text{m}^3}\right) = \text{Agua diseño} - Af \text{ seco} \times (\%w - \%Abs) - Ag \text{ seco} \times (\%w - \%Abs)$

$$A \text{ ed } \left(\frac{\text{lts}}{\text{m}^3}\right) = 203.886 - 729.040 \times (3.50\% - 1.20\%) - 934.233 \times (0.70\% - 1.02\%)$$

$$A \text{ ed } \left(\frac{\text{lts}}{\text{m}^3}\right) = 190.108 \text{ lts/m}^3$$

### 13. Valores de diseño corregidos por humedad

Cemento	: 445.645	kg/m <sup>3</sup>
Agua	: 190.108	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino	: 754.556	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	: 940.773	kg/m <sup>3</sup>
Aditivo	: 1.114	lts/m <sup>3</sup>

### 14. Proporción en peso y volumen:

#### 14.1 Proporción en peso

*Peso seco*

$$\frac{445.645}{445.645} : \frac{729.040}{445.645} : \frac{934.233}{445.645} = 1 : 1.64 : 2.10 : 19.44 \text{ lts/bol} : 0.106 \text{ lts/bol}$$

*Peso húmedo*

$$\frac{445.645}{445.645} : \frac{754.556}{445.645} : \frac{940.773}{445.645} = 1 : 1.69 : 2.11 : 18.13 \text{ lts/bol} : 0.106 \text{ lts/bol}$$

#### 14.2 Proporción en volumen

- Volumen agregado fino =  $\frac{A_f}{P_U} \times 35.3147$

$$\text{Volumen agregado fino} = \frac{754.556}{1739.580 \times \left(1 + \frac{3.50}{100}\right)} \times 35.3147$$

$$\text{Volumen agregado fino} = 14.80$$

- Volumen agregado grueso =  $\frac{A_g}{P_U} \times 35.3147$

$$\text{Volumen agregado grueso} = \frac{940.773}{1562.300 \times \left(1 + \frac{0.70}{100}\right)} \times 35.3147$$

$$\text{Volumen agregado grueso} = 21.12$$

$$\frac{10.486}{10.486} : \frac{14.80}{10.486} : \frac{21.12}{10.486} = 1 : 1.41 : 2.01 : 190.108 \text{ lts/m}^3 : 1.114 \text{ lts/m}^3$$

**Diseño de mezcla para concreto con aditivo sika Cem Superplastificante al 0.3 % y cemento Inka ultrarresistente tipo I Co**

**Diseño de mezcla del concreto w/c=0.46 - 0.3%**

**Diseño preliminar**

Resistencia especifica      f'c: 280      kg/cm<sup>2</sup>      f'cr: 365      kg/cm<sup>2</sup>

**Dato de campo**

Cantera      "Roca Estrella"

**Valores de diseño por m<sup>3</sup>**

Cemento	: 445.645	kg/m <sup>3</sup>		
Agua	: 203.886	lts/m <sup>3</sup>		
Agregado fino (seco)	: 729.040	kg/m <sup>3</sup>		
Agregado grueso (seco)	: 934.233	kg/m <sup>3</sup>		
Aditivo	: 1.114	lts/m <sup>3</sup>	P.e: 1.20	kg/lts

**Corrección por humedad de los agregados**

	Agregado Fino		Agregado grueso	
% w	: 3.50		0.70	
% Abs	: 1.20		1.02	
Peso húmedo	: 754.556	kg/m <sup>3</sup>	940.773	kg/m <sup>3</sup>
Aporte de humedad	: -16.77	lts/m <sup>3</sup>	2.99	lts/m <sup>3</sup>
Agua efectiva de diseño	: 190.108	lts/m <sup>3</sup>		

**Valores de diseño corregidos por humedad**

Cemento	: 445.645	kg/m <sup>3</sup>
Agua	: 190.108	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino	: 754.556	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	: 940.773	kg/m <sup>3</sup>
Aditivo	: 1.114	lts/m <sup>3</sup>
Volumen de probeta		
2 Probetas      0.011	: 4.956	kg/m <sup>3</sup>
	2.114	lts/m <sup>3</sup>
	8.391	kg/m <sup>3</sup>
	10.461	kg/m <sup>3</sup>
	12.389	gr/m <sup>3</sup>

**Proporción en peso**

	C	AF	AG	W/C	Ad lt/m <sup>3</sup>
Dosificación en peso seco	: 1	1.64	2.10	0.46	0.106
Dosificación en peso húmedo	: 1	1.69	2.11	0.43	0.106

**Proporción en volumen**

	C	AF	AG	W/C	Ad lt/m <sup>3</sup>
Dosificación en vol. Húmedo	: 1	1.41	2.01	0.43	1.114

### 5.1.5. Diseño de mezcla para concreto con aditivo sika Cem Superplastificante al 1% y cemento Inka ultrarresistente tipo I Co

Para realizar el diseño de mezcla por el método de combinación de agregados con aditivo sika Cem Superplastificantes se utilizó una proporción del 0.3% del peso del cemento como se indica en la ficha técnica del aditivo.

#### 3. Selección del Asentamiento

Para la elaboración del diseño de mezcla se consideró una consistencia plástica y un asentamiento de 3"(75mm) a 4" (100mm) ver tabla 35.

#### 4. Selección del tamaño máximo nominal

El tamaño máximo nominal del agregado es de ¾".

**Tabla 36**

*Parámetros de diseño*

PARÁMETROS	CONDICIONES
F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	280.00
T.M.N del agregado grueso (pulg.)	¾"
Slump (pulg)	3"-4"
Sin aire incorporado	-

Fuente: Elaboración propia, 2019.

#### 3. Hallamos la cantidad de agua de diseño y aire atrapado

Según la tabla 36 seleccionamos el contenido de agua con relación al TMN del agregado grueso ¾" y un asentamiento de 3" a 4", obteniendo el volumen de agua igual a 205 lts/m<sup>3</sup>, posteriormente según la tabla 37 en relación al TMN del agregado grueso ¾" obtenemos el contenido de aire atrapado equivalente al 2%.

#### 4. Elección de la relación w/c:

La elección de la relación w/c no sólo se determina por requisitos de resistencia sino también por razones de durabilidad. Consideramos una resistencia de diseño f'c= 280 kg/cm<sup>2</sup>, luego se utilizará la tabla 38: Resistencia a la compresión promedio para obtener una resistencia requerida y la tabla 39 para obtener una relación w/c requerida, a continuación, se verifica con la tabla 40: Concreto expuesto a soluciones de sulfatos, del cual obtendremos una relación w/c máxima.

*Resistencia a la compresión promedio. (ver tabla 38)*

$$f'_{cr} = f'_c + 85 \text{ kg/cm}^2 \text{ (ver tabla 38)}$$

$$f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2 + 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = 365 \text{ kg/cm}^2$$

*Relación agua/cemento por resistencia, para  $f'_{cr}$ . (ver tabla 39)*

$$\frac{400-365}{400-350} = \frac{0.43-x}{0.43-0.48}$$

$$x = w/c = 0.46$$

### **5. Cálculo del contenido de cemento**

Consiste en dividir la cantidad de agua de diseño y la relación w/c requerida.

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{Agua sugerida}}{\frac{w}{c} \text{ sugerida}}$$

$$\text{factor cemento} = \frac{205}{0.46}$$

$$\text{factor cemento} = 445.65 \text{ kg/m}^3 = 10.486 \text{ bolsas/m}^3$$

### **6. Determinar el volumen de agregados**

Se determina el volumen de los agregados, utilizando el método de volumen absoluto y los pesos específicos de los componentes del concreto.

$$\text{Volumen concreto (1m}^3\text{)} = V \text{ cemento} + V \text{ agua} + V \text{ agregado} + \% \text{ Aire}$$

$$1 - \left( \frac{445.65}{3080} + \frac{205}{1000} + \frac{2}{100} \right) = V \text{ agregado}$$

$$0.63031 \text{ m}^3 = V \text{ agregado}$$

$$0.14469 \text{ m}^3 = V \text{ cemento}$$

$$0.205 \text{ m}^3 = V \text{ agua}$$

$$0.02 \text{ m}^3 = V \text{ aire}$$

### **7. Cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados**

*Módulo de fineza de la combinación de agregados. (ver tabla 41)*

$$\frac{10.486 - 8}{9 - 8} = \frac{M_c - 5.11}{5.19 - 5.11}$$

$$M_c = 5.3089$$

### 8. Cálculo del porcentaje del agregado fino y grueso

$$r_f = \frac{M_g - M_c}{M_g - M_f}$$

Donde:

M<sub>g</sub>: Modulo de fineza del agregado grueso = 7.53

M<sub>f</sub>: Modulo de fineza del agregado fino = 2.54

M<sub>c</sub>: Modulo de fineza de combinación de agregados = 5.31

$$r_f = \frac{7.53 - 5.31}{7.53 - 2.54}$$

$$r_f = 0.44489$$

### 9. Cálculo del volumen absoluto del agredo fino y grueso

$$r_f = \frac{V \text{ absoluto agregado fino}}{V \text{ absoluto agregado (fino + grueso)}}$$

$$r_g = \frac{V \text{ absoluto agregado grueso}}{V \text{ absoluto agregado (fino + grueso)}}$$

$$0.44489 = \frac{V \text{ absoluto agregado fino}}{0.63031}$$

$$V \text{ absoluto agregado fino} = 0.28042$$

$$V \text{ absoluto agregado grueso} = 0.34989$$

### 10. Cálculo de los pesos secos del agregado fino y grueso

Se multiplica el peso específico por el volumen absoluto de los agregados.

#### Tabla 46

*Peso en base a los volúmenes de los componentes del concreto.*

Componente	Volumen absoluto en m <sup>3</sup>	Peso específico kg/m <sup>3</sup>	Peso en kg
Cemento	0.1447	3080	445.645
Agua	0.205	1000	205.000
Agregado fino (seco)	0.2804	2600	729.040
Agregado grueso (seco)	0.3499	2670	934.233
Aire	0.02	-	
Total	1.0000		2313.918

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### 11. Cálculo del peso del aditivo al 1%

Para el diseño de mezcla se utilizó una proporción del 1% de aditivo.

Peso específico del aditivo = 1.20 kg/lts (ver anexo D)

$$\text{Aditivo (lts/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso cemento } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{\text{Pe aditivo } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} \times 1\%$$

$$\text{Aditivo (lts/m}^3\text{)} = \frac{445.645}{1.20 \times 10^{-3}} \times 1\%$$

$$\text{Aditivo (lts/m}^3\text{)} = 3.713 \text{ lts/m}^3$$

### 12. Corrección por humedad

Luego de calcular los pesos secos de los agregados, se hace los ajustes por contenido de humedad de los agregados con el objetivo de pesar los agregados correctamente y así obtener la cantidad de componentes por metro cubico de concreto corregidos por humedad.

Los pesos húmedos de los agregados se obtienen:

- Agregado fino (kg/m<sup>3</sup>) = Af seco × (1 + %w)

$$\text{Agregado fino (kg/m}^3\text{)} = 729.040 \times (1 + 1.99\%)$$

$$\text{Agregado fino } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = 743.548 \text{ kg/m}^3$$

- Agregado grueso (kg/m<sup>3</sup>) = Ag seco × (1 + %w)

$$\text{Agregado grueso (kg/m}^3\text{)} = 934.233 \times (1 + 0.67\%)$$

$$\text{Agregado grueso (kg/m}^3\text{)} = 940.492 \text{ kg/m}^3$$

El agua efectiva de diseño se obtiene (A ed.):

$$\text{Agua diseño} = 205 - 3.713 = 201.286 \text{ lts/m}^3$$

- A ed  $\left(\frac{\text{lts}}{\text{m}^3}\right) = \text{Agua diseño} - \text{Af seco} \times (\%w - \%Abs) - \text{Ag seco} \times (\%w - \%Abs)$

$$\text{A ed } \left(\frac{\text{lts}}{\text{m}^3}\right) = 201.286 - 743.040 \times (1.99\% - 1.20\%) - 940.492$$

$$\times (0.67\% - 1.02\%)$$

$$\text{A ed } \left(\frac{\text{lts}}{\text{m}^3}\right) = 198.797 \text{ lts/m}^3$$

### 13. Valores de diseño corregidos por humedad

Cemento	: 445.645	kg/m <sup>3</sup>
Agua	: 198.797	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino	: 743.548	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	: 940.492	kg/m <sup>3</sup>
Aditivo	: 3.713	lts/m <sup>3</sup>

### 14. Proporción en peso y volumen:

#### 14.1 Proporción en peso

*Peso seco*

$$\frac{445.645}{445.645} : \frac{743.548}{445.645} : \frac{940.492}{445.645} = 1 : 1.64 : 2.10 : 19.20 \text{ lts/bol} : 0.354 \text{ lts/bol}$$

*Peso húmedo*

$$\frac{445.645}{445.645} : \frac{754.556}{445.645} : \frac{940.773}{445.645} = 1 : 1.69 : 2.11 : 18.96 \text{ lts/bol} : 0.354 \text{ lts/bol}$$

#### 14.2 Proporción en volumen

- Volumen agregado fino =  $\frac{A_f}{P_U} \times 35.3147$

$$\text{Volumen agregado fino} = \frac{743.548}{1739.580 \times \left(1 + \frac{1.99}{100}\right)} \times 35.3147$$

$$\text{Volumen agregado fino} = 14.80$$

- Volumen agregado grueso =  $\frac{A_g}{P_U} \times 35.3147$

$$\text{Volumen agregado grueso} = \frac{940.773}{1562.300 \times \left(1 + \frac{0.67}{100}\right)} \times 35.3147$$

$$\text{Volumen agregado grueso} = 21.12$$

$$\frac{10.486}{10.486} : \frac{14.80}{10.486} : \frac{21.12}{10.486} = 1 : 1.41 : 2.01 : 198.797 \text{ lts/m}^3 : 3.713 \text{ lts/m}^3$$

**Diseño de mezcla para concreto con aditivo sika Cem Superplastificante al 1% y cemento Inka ultrarresistente tipo I Co**

**Diseño de mezcla del concreto w/c=0.46 - 1%**

**Diseño preliminar**

Resistencia especifica      f'c: 280      kg/cm2      f'cr: 365      kg/cm2

**Dato de campo**

Cantera      "Roca Estrella"

**Valores de diseño por m3**

Cemento	:	445.645	kg/m3		
Agua	:	201.286	lts/m3		
Agregado fino (seco)	:	729.040	kg/m3		
Agregado grueso (seco)	:	934.233	kg/m3		
Aditivo	:	3.714	lts/m3	P.e	1.20 kg/lts

**Correccion por humedad de los agregados**

		Agregado Fino		Agregado grueso	
% w	:	1.99		0.67	
% Abs	:	1.20		1.02	
Peso humedo	:	743.548	kg/m3	940.492	kg/m3
Aporte de humedad	:	-5.76	lts/m3	3.27	lts/m3
Agua efectiva de diseño	:	198.797	lts/m3		

**Valores de diseño corregidos por humedad**

Cemento	:	445.645	kg/m3
Agua	:	198.797	lts/m3
Agregado fino	:	743.548	kg/m3
Agregado grueso	:	940.492	kg/m3
Aditivo	:	3.714	lts/m3
Volumen de probeta			
2 Probetas	0.011	4.956	kg/m3
		2.211	lts/m3
		8.268	kg/m3
		10.458	kg/m3
		41.296	gr/m3

**Proporción en peso**

		C	AF	AG	W/C	Ad lt/m3
Dosificación en peso seco	:	1	1.64	2.10	0.45	0.354
Dosificación en peso húmedo	:	1	1.67	2.11	0.45	0.354

**Proporción en volumen**

		C	AF	AG	W/C	Ad lt/m3
Dosificación en vol. Húmedo	:	1	1.41	2.01	0.45	3.713

**5.1.6. Ensayos en el laboratorio para el concreto en estado fresco con cemento Inka Ultra Resistente tipo 1 Co**

**5.1.6.1. Ensayo para la medición del asentamiento del concreto**

**Tabla 47**

*Resultados de asentamiento del concreto – Concreto Patrón.*

<b>DISEÑO DE MEZCLA PATRON</b>						
Fecha Testigo	N° Ensayo	Inicio de mezclado	T° Ambiente	Humedad Relativa	T° Concreto	Slump
17/06/2019	1	10:29	23.9	50%	21.2	3 3/4"
	2	11:13	22.8	54%	23.5	3 1/2"
	3	11:50	23.9	51%	24.6	3 3/4"
24/06/2019	4	10:38	20.7	57%	18.2	4"
	5	11:25	20.7	56%	19.9	3 3/4"
	6	12:10	21.9	51%	19.8	3 3/4"
26/06/2019	7	11:01	21.5	55%	20.2	3 1/4"
	8	11:47	22.9	48%	20.6	3 1/2"
	9	12:16	23.5	47%	20.9	3 1/4"

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Tabla 48**

*Resultados de asentamiento del concreto – Concreto con aditivo al 0.3%.*

<b>DISEÑO DE MEZCLA CON ADITIVO 0.3%</b>						
Fecha Testigo	N° Ensayo	Inicio de mezclado	T° Ambiente	Humedad Relativa	T° Concreto	Slump
1/08/2019	10	10:21	17.8	75%	17.5	7 1/2"
	11	11:16	18.7	71%	17.9	7 1/4"
	12	12:15	19.4	67%	19.9	7 1/2"
6/08/2019	13	10:24	18.5	71%	17.9	7"
	14	11:35	20.6	63%	18.3	7 1/4"
	15	12:16	21.7	59%	20.4	7"
6/08/2019	16	10:05	19.7	68%	19.8	6 1/2"
	17	11:09	22.4	62%	20.9	6 1/2"
	18	12:36	22.9	53%	21.7	7"

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Tabla 49***Resultados de asentamiento del concreto – Concreto con aditivo al 1.0%.*

<b>DISEÑO DE MEZCLA CON ADITIVO 1%</b>						
Fecha	N.º	Inicio de	Tº	Humedad	Tº Concreto	Slump
Testigo	Ensayo	mezclado	Ambiente	Relativa		
	19	10:18	19.4	67%	20.2	6 1/2"
1/08/2019	20	11:05	20.2	60%	20.5	6 1/4"
	21	11:56	22.5	55%	21.4	6 1/4"
	22	9:55	20	61%	21.3	6"
6/08/2019	23	10:47	21.5	58%	20.4	6 1/2"
	24	11:35	22.3	53%	21.5	6 1/2"
	25	10:05	19.6	69%	20.5	6 1/2"
6/08/2019	26	10:50	20.8	58%	21.1	6 1/2"
	27	11:38	22.1	52%	21.8	7"

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**5.1.6.2. Ensayo de peso unitario****Tabla 50***Resultados Peso Unitario– Concreto Patrón*

<b>Diseño de mezcla del concreto w/c=0.46</b>			
<b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO</b>			
Nº Ensayo	1	2	3
Peso del recipiente (kg)	3.616	3.616	3.616
Volumen del recipiente (m3)	0.007116	0.007116	0.007116
Peso del recipiente + concreto (kg)	20.910	20.890	20.880
Peso unitario real (Kg/m3)	2430.45	2427.64	2426.24

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Tabla 51***Resultados Peso Unitario– Concreto con aditivo al 0.3%*

<b>Diseño de mezcla del concreto w/c=0.46-0.3%</b>			
<b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO</b>			
Nº Ensayo	1	2	3
Peso del recipiente (kg)	3.616	3.616	3.616
Volumen del recipiente (m3)	0.007116	0.007116	0.007116
Peso del recipiente + concreto (kg)	20.880	20.860	20.840
Peso unitario real (Kg/m3)	2426.24	2423.42	2420.61

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Tabla 52***Resultados Peso Unitario– Concreto con aditivo al 1.0%.*

<b>Diseño de mezcla del concreto w/c=0.46-1%</b>			
<b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO</b>			
Nº Ensayo	1	2	3
Peso del recipiente (kg)	3.616	3.616	3.616
Volumen del recipiente (m3)	0.007116	0.007116	0.007116
Peso del recipiente + concreto (kg)	20.620	20.650	20.670
Peso unitario real (Kg/m3)	2389.70	2393.91	2396.72

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**5.1.6.3. Ensayo de contenido de aire****Tabla 53***Resultados Contenido de Aire del Concreto.*

<b>Diseño de mezcla del concreto w/c=0.46</b>			
<b>CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO %</b>			
Diseño de mezcla w/c=0.46	1	2	3
Concreto patrón	1.75	1.80	1.85
Concreto con aditivo 0.3%	1.30	1.20	1.25
Concreto con aditivo 1%	2.20	2.10	2.15

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

#### 5.1.6.4. Ensayo de exudación

**Tabla 54**

*Resultados de exudación del concreto – concreto Patrón.*

<b>CONTROL DE EXUDACION - CONCRETO PATRÓN</b>						
Hora	Tiempo (min)	P. Agua Excedente (g)	Vol. Agua Exudada (ml)	Vol. Agua de Mezcla (ml)	% Exudado Parcial	% Exudado Total
9:20:00 a. m.	10	0.90	0.90		0.18	
9:30:00 a. m.	10	1.10	1.10		0.22	
9:40:00 a. m.	10	1.30	1.30		0.26	
9:50:00 a. m.	10	1.20	1.20	493.55	0.24	<b>1.18%</b>
10:20:00 a. m.	30	0.80	0.80		0.16	
10:50:00 a. m.	30	0.40	0.40		0.08	
11:20:00 a. m.	30	0.10	0.10		0.02	

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Tabla 55**

*Resultados de exudación del concreto – Concreto con Aditivo al 0.3%.*

<b>CONTROL DE EXUDACION - CONCRETO CON ADITIVO AL 0.3%</b>						
Hora	Tiempo (min)	P. Agua Excedente (g)	Vol. Agua Exudada (ml)	Vol. Agua de Mezcla (ml)	% Exudado Parcial	% Exudado Total
10:10:00 a. m.	10	1.50	1.50		0.33	
10:20:00 a. m.	10	1.20	1.20		0.27	
10:30:00 a. m.	10	1.30	1.30		0.29	
10:40:00 a. m.	10	2.10	2.10	450.24	0.47	<b>1.89%</b>
11:10:00 a. m.	30	1.60	1.60		0.36	
11:40:00 a. m.	30	0.60	0.60		0.13	
12:10:00 a. m.	30	0.20	0.20		0.04	

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Tabla 56***Resultados de exudación del concreto – Concreto con Aditivo al 1.0%.*

<b>CONTROL DE EXUDACION - CONCRETO CON ADITIVO AL 1%</b>						
Hora	Tiempo (min)	P. Agua Excedente (g)	Vol. Agua Exudada (ml)	Vol. Agua de Mezcla (ml)	% Exudado Parcial	% Exudado Total
9:50:00 a. m.	10	1.90	1.90		0.40	
10:00:00 a. m.	10	2.10	2.10		0.45	
10:10:00 a. m.	10	2.40	2.40		0.51	
10:20:00 a. m.	10	3.00	3.00		0.64	
10:50:00 a. m.	30	2.10	2.10	470.82	0.45	<b>3.14%</b>
11:20:00 a. m.	30	1.80	1.80		0.38	
11:50:00 a. m.	30	1.00	1.00		0.21	
12:20:00 p. m.	30	0.40	0.40		0.08	
12:50:00 p. m.	30	0.10	0.10		0.02	

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### 5.1.7. Ensayos en el laboratorio para el concreto en estado endurecido con cemento Inka Ultra Resistente tipo 1 Co

#### Ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días para concreto de control

**Tabla 57**

*Resultados Resistencia a la Compresión – Concreto Patrón.*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO a/c=0.46</b>											
<b>f'c=280 kg/cm2-f'cr=365 kg/cm2</b>											
Días	Fecha de testigo	Fecha de ruptura	N.º Ensayo	Probeta				Datos de prensa		f'c prom (kg/cm2)	% f'c
				Ø (pulg)	Ø (pulg)	Ø Promedio	Área (cm2)	Lb	kg/cm2		
7	24/06/2019	1/07/2019	4	15.2	15.2	15.2	181.46	119414	298.50		
				15.2	15.2	15.2	181.46	120618	301.51		
7	24/06/2019	1/07/2019	5	15.2	14.9	15.05	177.89	118068	301.05	295.86	81.06%
				15.2	15.2	15.2	181.46	117566	293.88		
7	24/06/2019	1/07/2019	6	15.2	15.2	15.2	181.46	115376	288.41		
				15.2	14.9	15.05	177.89	114444	291.81		
14	17/06/2019	1/07/2019	1	15.2	14.9	15.05	177.89	134355	342.58		
				15.2	15.2	15.2	181.46	136122	340.27		
14	17/06/2019	1/07/2019	2	15.2	14.9	15.05	177.89	138446	353.01	345.55	94.67%
				15.2	15.2	15.2	181.46	135332	338.29		
14	17/06/2019	1/07/2019	3	15.2	15.2	15.2	181.46	139530	348.78		
				15.2	14.9	15.05	177.89	137422	350.40		
28	26/06/2019	24/07/2019	7	15.2	15.2	15.2	181.46	152294	380.69		
				15.2	15.2	15.2	181.46	155460	388.60		
28	26/06/2019	24/07/2019	8	15.2	15.2	15.2	181.46	158486	396.17	389.38	106.68%
				15.2	14.9	15.05	177.89	152208	388.10		
28	26/06/2019	24/07/2019	9	15.2	15.2	15.2	181.46	158276	395.64		
				15.2	14.9	15.05	177.89	151807	387.08		

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días para concreto con aditivo al 0.3%**

**Tabla 58**

*Resultados Resistencia a la Compresión – Concreto con Aditivo al 0.3%.*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON ADITIVO a/c=0.46; 0.3%</b>											
<i>f<sub>c</sub>=280 kg/cm<sup>2</sup>-f<sub>cr</sub>=365 kg/cm<sup>2</sup></i>											
Días	Fecha de testigo	Fecha de ruptura	N.º Ensayo	Probeta				Datos de prensa		f <sub>c</sub> prom (kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub>
				Ø (pulg)	Ø (pulg)	Ø Promedio	Área (cm <sup>2</sup> )	Lb	kg/cm <sup>2</sup>		
7	6/08/2019	13/08/2019	13	15.2	14.9	15.05	177.89	120747	307.88		
				15.2	15.2	15.2	181.46	123085	307.68		
7	6/08/2019	13/08/2019	14	15.2	14.9	15.05	177.89	125225	319.30	312.46	85.61%
				15.2	15.2	15.2	181.46	129866	324.63		
7	6/08/2019	13/08/2019	15	15.2	14.9	15.05	177.89	120127	306.30		
				14.9	15.2	15.05	177.89	121176	308.97		
14	1/08/2019	15/08/2019	10	15.2	15.2	15.2	181.46	140670	351.63		
				15.2	14.9	15.05	177.89	138781	353.86		
14	1/08/2019	15/08/2019	11	15.2	15.2	15.2	181.46	142110	355.23	353.96	96.98%
				15.2	14.9	15.05	177.89	135456	345.38		
14	1/08/2019	15/08/2019	12	14.9	15.2	15.05	177.89	142119	362.37		
				15.2	14.9	15.05	177.89	139345	355.30		
28	6/08/2019	3/09/2019	16	14.9	14.9	14.9	174.37	157678	410.18		
				15.2	14.9	15.05	177.89	160787	409.97		
28	6/08/2019	3/09/2019	17	14.9	14.9	14.9	174.37	154419	401.70	409.95	112.32%
				15.2	14.9	15.05	177.89	160190	408.45		
28	6/08/2019	3/09/2019	18	15.2	15.2	15.2	181.46	164964	412.36		
				15.2	14.9	15.05	177.89	163561	417.05		

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días para concreto con aditivo al 1%**

**Tabla 59**

*Resultados Resistencia a la Compresión – Concreto con Aditivo al 1.0%.*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON ADITIVO a/c=0.46; 1.0%</b>											
<i>f<sub>c</sub>=280 kg/cm<sup>2</sup>-f<sub>cr</sub>=365 kg/cm<sup>2</sup></i>											
Días	Fecha de testigo	Fecha de ruptura	N.º Ensayo	Probeta			Área (cm <sup>2</sup> )	Datos de prensa		f <sub>c</sub> prom (kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub>
				Ø (pulg)	Ø (pulg)	Ø Promedio		Lb	kg/cm <sup>2</sup>		
7	7/08/2019	14/08/2019	19	15.2	15.2	15.2	181.46	108228	270.54	288.05	78.92%
				15.2	15.2	15.2	181.46	120614	301.50		
7	7/08/2019	14/08/2019	20	14.9	15.2	15.05	177.89	117569	299.78	288.05	78.92%
				15.2	15.2	15.2	181.46	110453	276.10		
7	7/08/2019	14/08/2019	21	15.2	14.9	15.05	177.89	118356	301.78	288.05	78.92%
				14.9	15.2	15.05	177.89	109260	278.59		
14	8/08/2019	22/08/2019	22	15.2	15.2	15.2	181.46	130780	326.91	315.36	86.40%
				14.9	15.2	15.05	177.89	126120	321.58		
14	8/08/2019	22/08/2019	23	14.9	15.2	15.05	177.89	117349	299.21	315.36	86.40%
				15.2	14.9	15.05	177.89	124560	317.60		
14	8/08/2019	22/08/2019	24	15.2	15.2	15.2	181.46	121780	304.41	315.36	86.40%
				15.2	14.9	15.05	177.89	126456	322.44		
28	12/08/2019	9/09/2019	25	14.9	15.2	15.05	177.89	133450	340.27	338.63	92.78%
				15.2	14.9	15.05	177.89	127345	324.70		
28	12/08/2019	9/09/2019	26	14.9	15.2	15.05	177.89	139239	355.03	338.63	92.78%
				15.2	14.9	15.05	177.89	129256	329.58		
28	12/08/2019	9/09/2019	27	14.9	15.2	15.05	177.89	138560	353.30	338.63	92.78%
				15.2	15.2	15.2	181.46	131576	328.90		

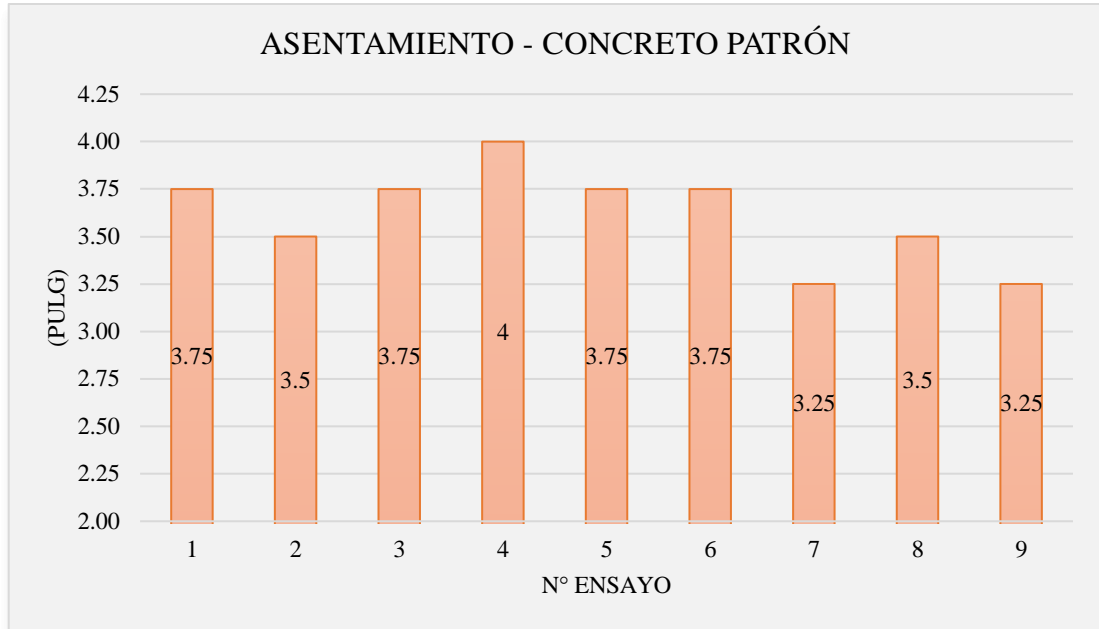
Fuente: Elaboración Propia,2019.

## 5.2. Interpretación de Resultados

### 5.2.1. Ensayo del asentamiento del concreto

#### Gráfica 9

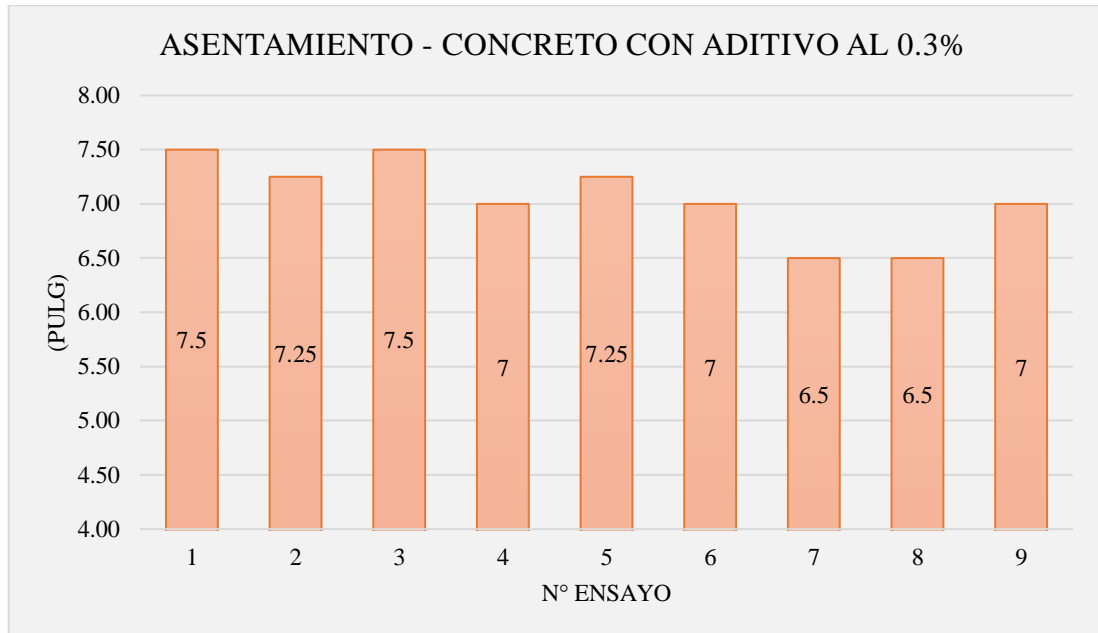
*Asentamiento - Concreto Patrón.*



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

#### Gráfica 10

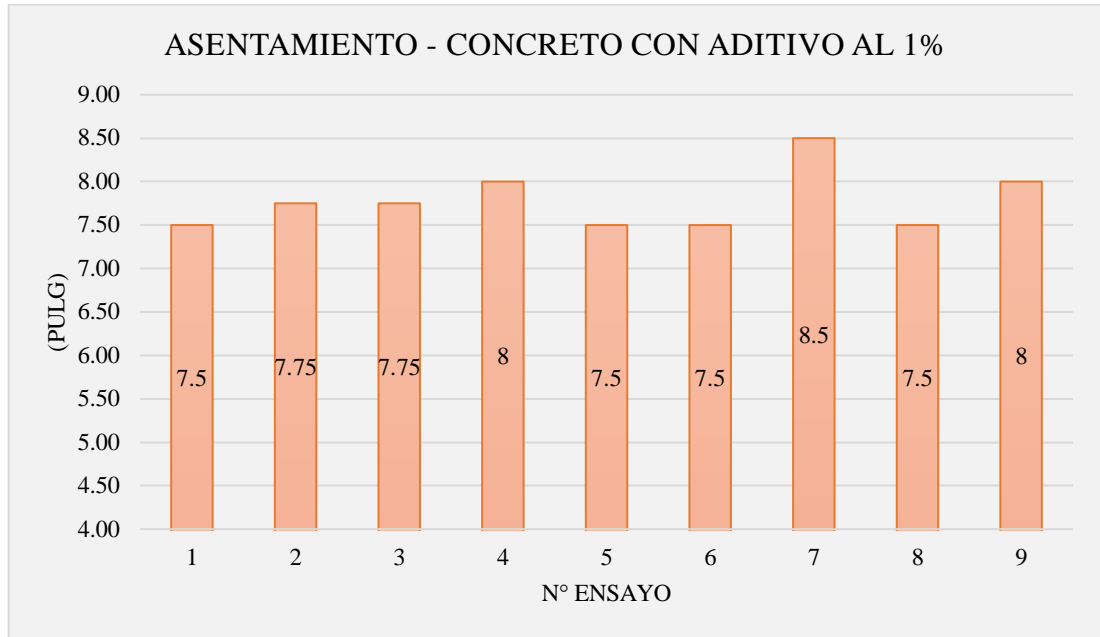
*Asentamiento - Concreto con aditivo al 0.3%.*



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### Gráfica 11

Asentamiento - Concreto con aditivo al 1%.

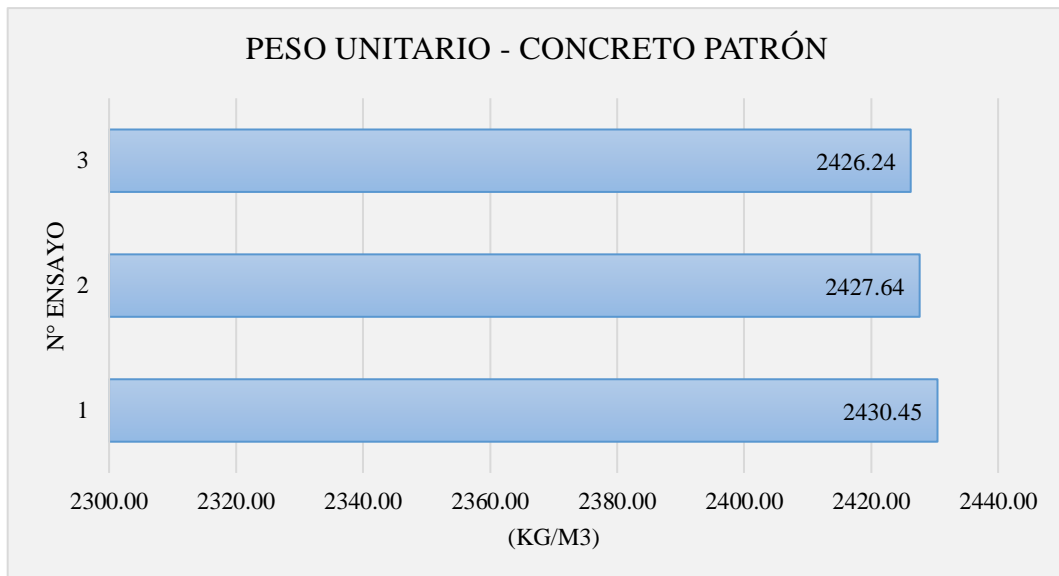


Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### 5.2.2. Ensayo de peso unitario del concreto

#### Gráfica 12

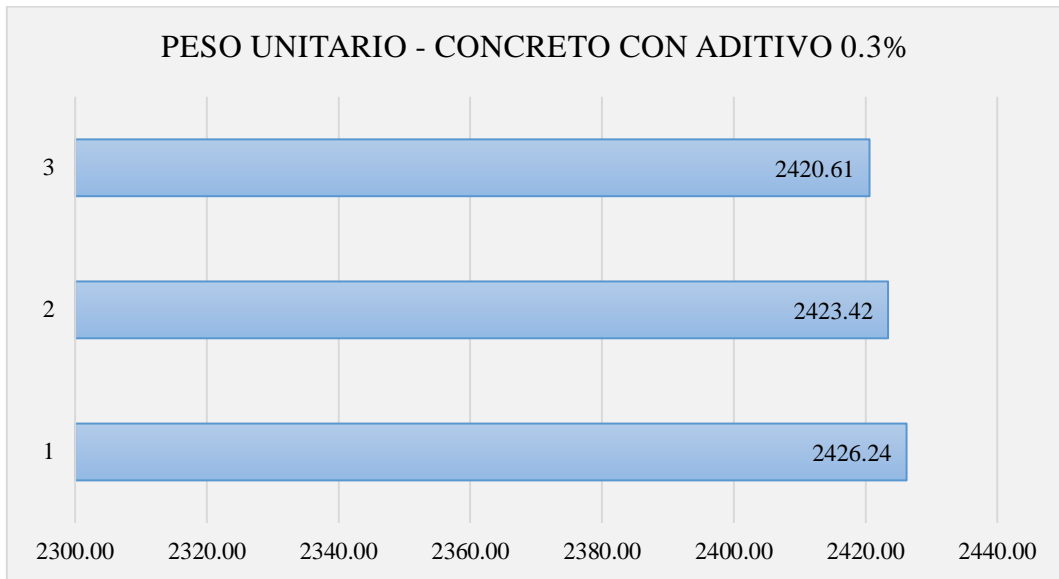
Peso Unitario del Concreto Patrón.



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### Gráfica 13

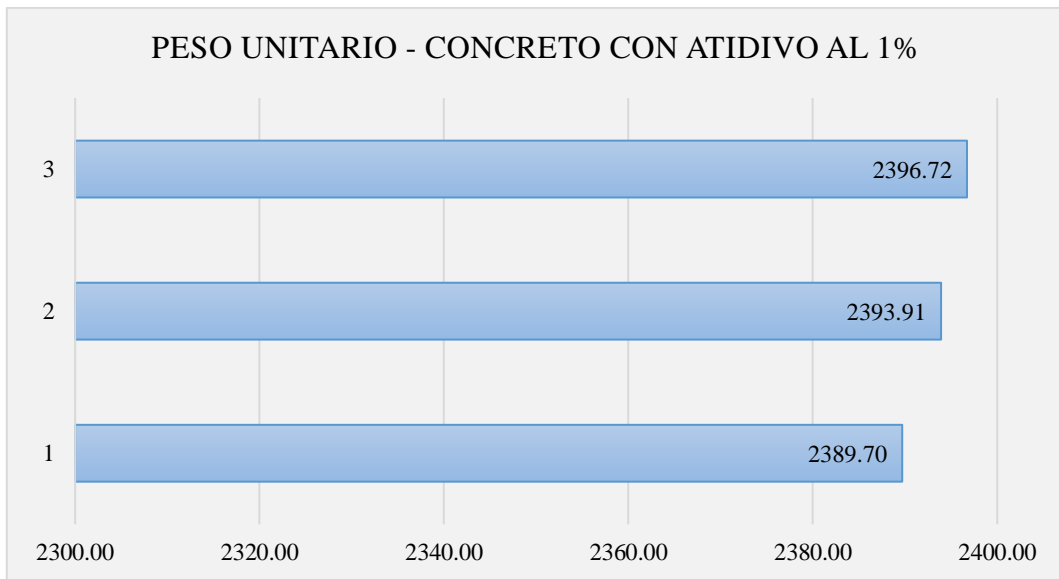
*Peso Unitario del Concreto con aditivo al 0.3%.*



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### Gráfica 14

*Peso Unitario del Concreto con aditivo al 1%.*

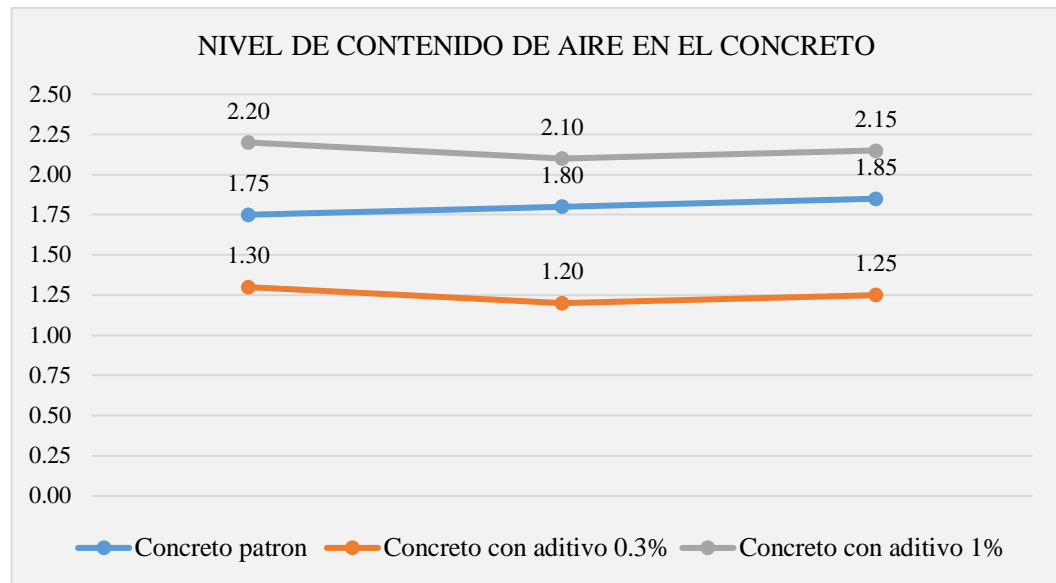


Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### 5.2.3. Ensayo de contenido de aire del concreto

**Gráfica 15**

*Contenido de Aire en el Concreto.*

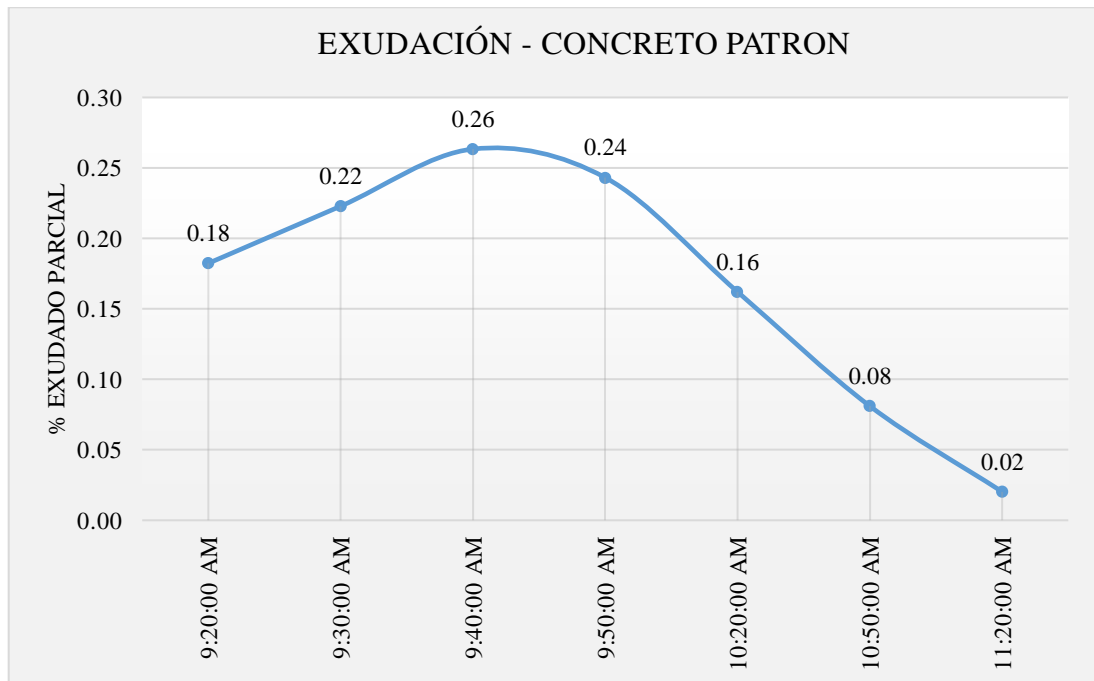


Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### 5.2.4. Ensayo de exudación del concreto

**Gráfica 16**

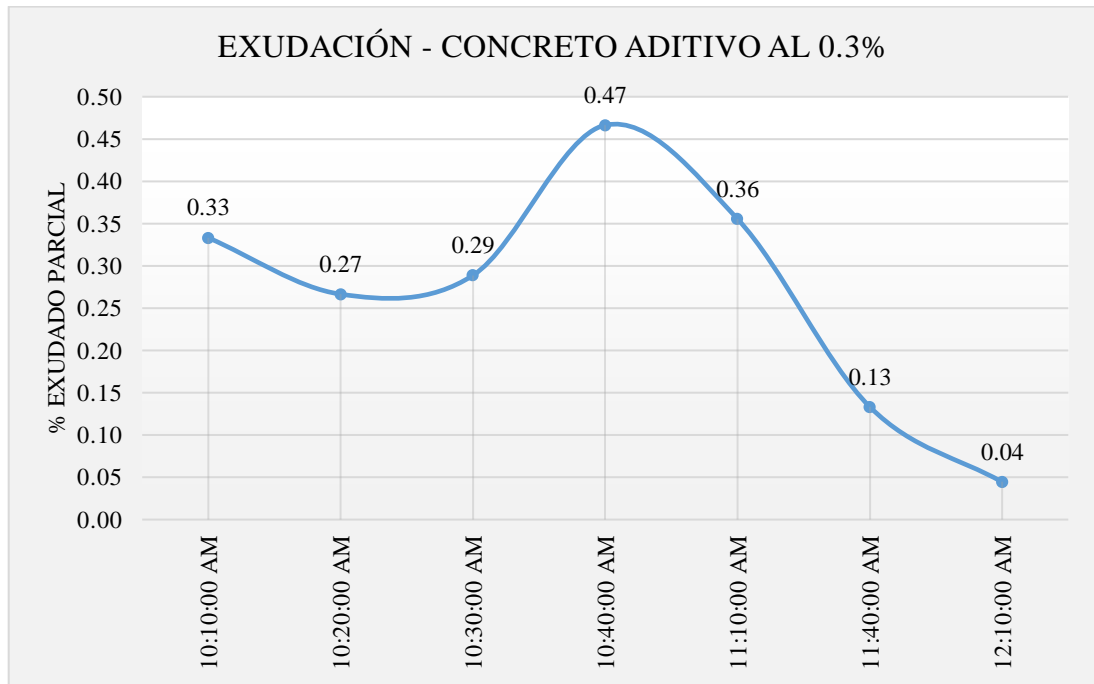
*Exudación del Concreto Patrón.*



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### Gráfica 17

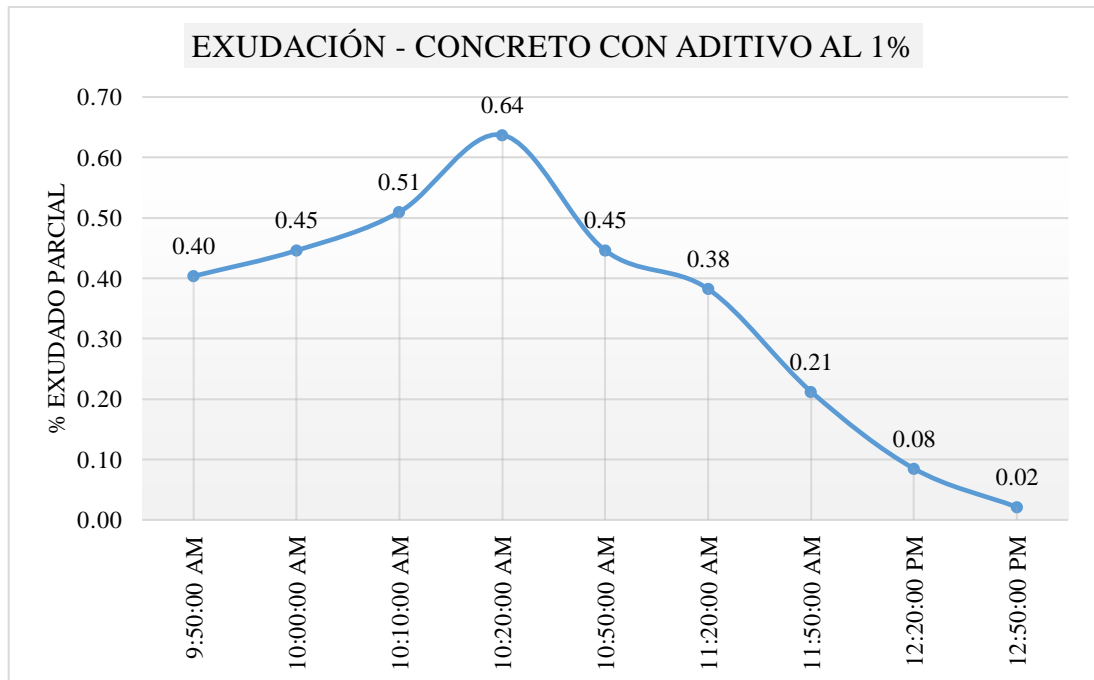
Exudación del Concreto con Aditivo al 0.3%.



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### Gráfica 18

Exudación del Concreto con Aditivo al 1%

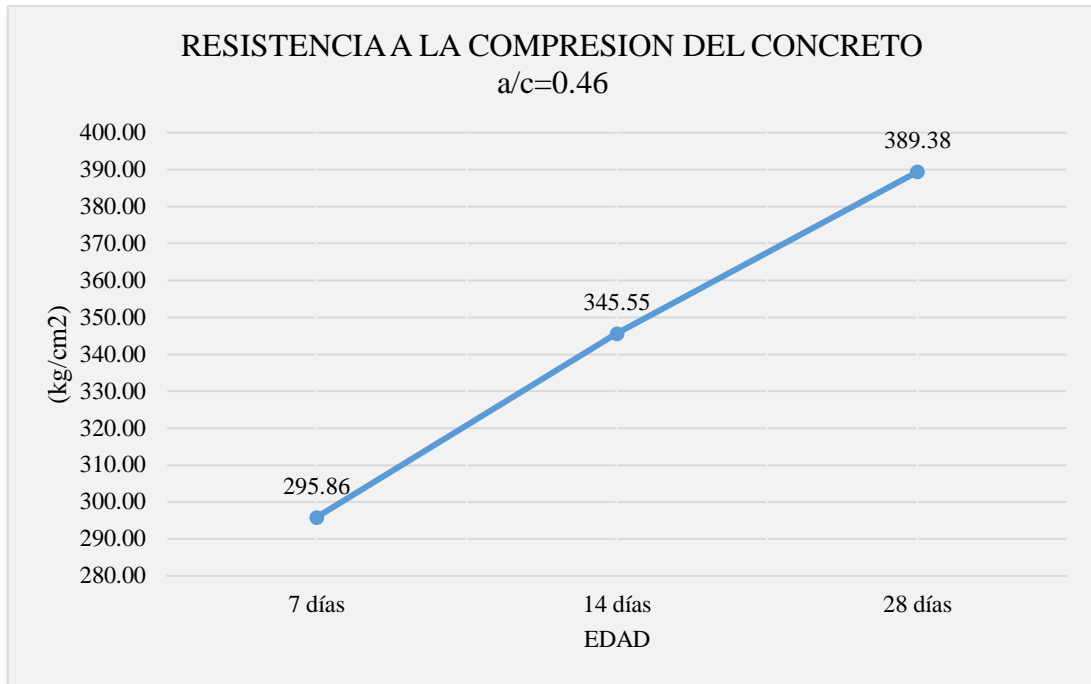


Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### 5.2.5. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

**Gráfica 19**

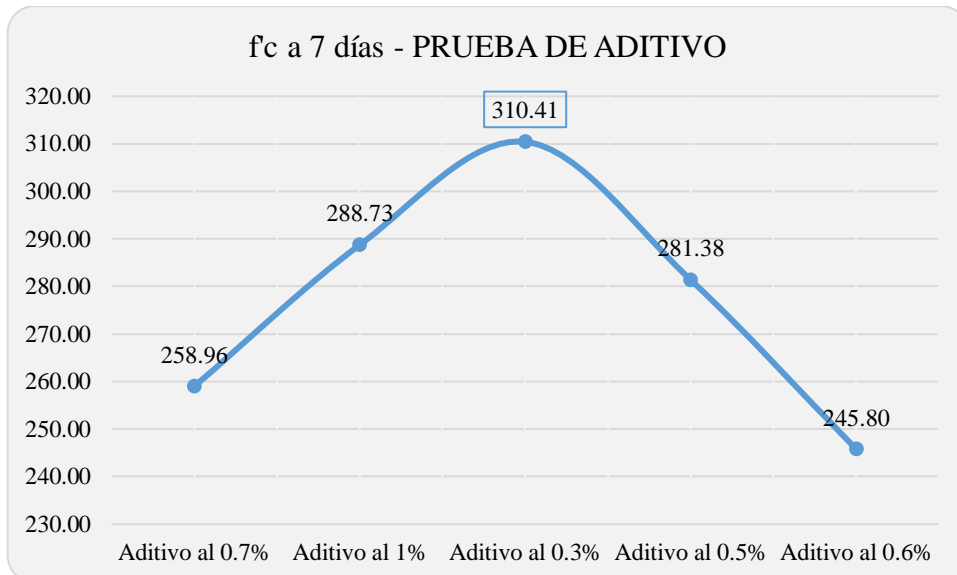
*Resistencia a la Compresión - Concreto Patrón*



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Gráfica 20**

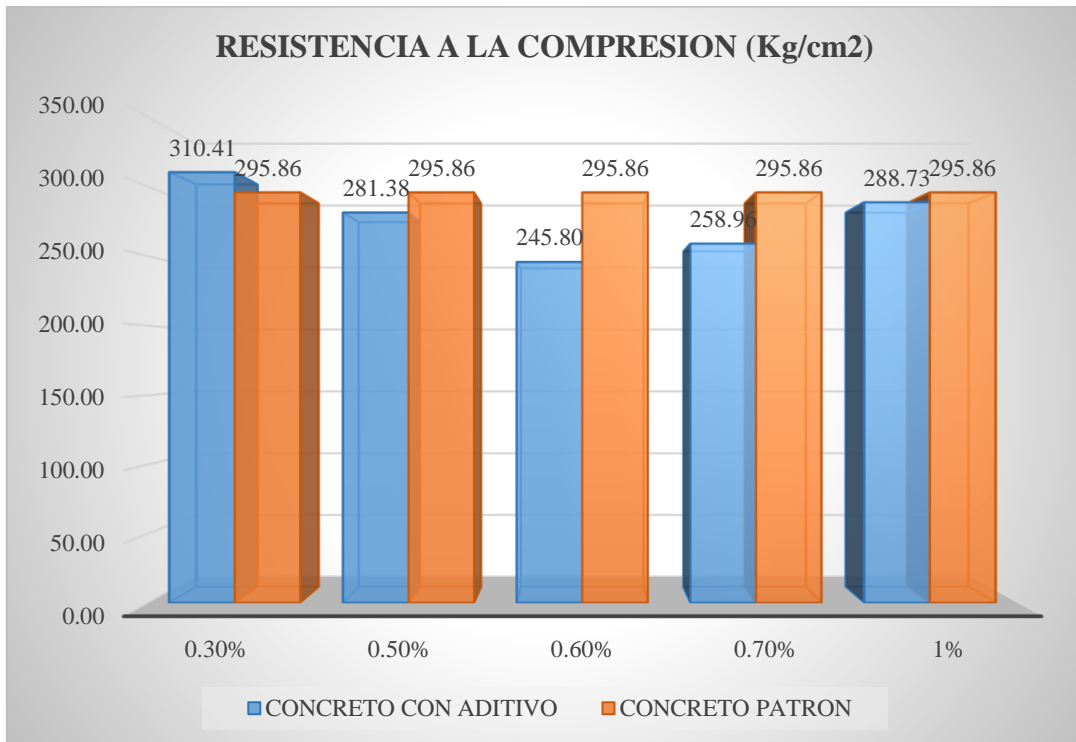
*Resistencia a la Compresión – Concreto con Aditivo*



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### Gráfica 21

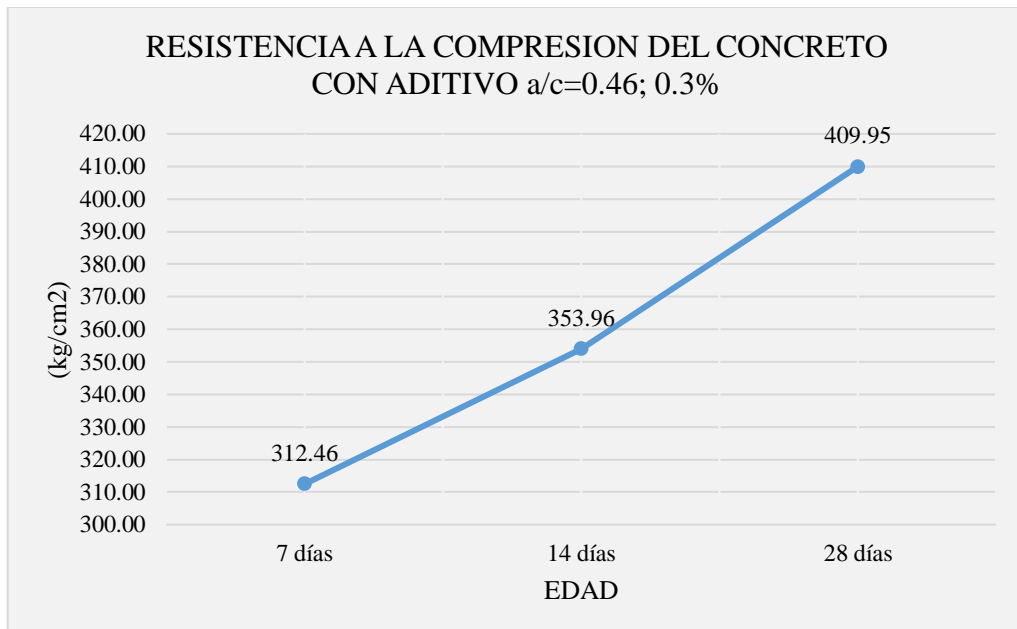
Resistencia a la compresión – Concreto con aditivo.



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### Gráfica 22

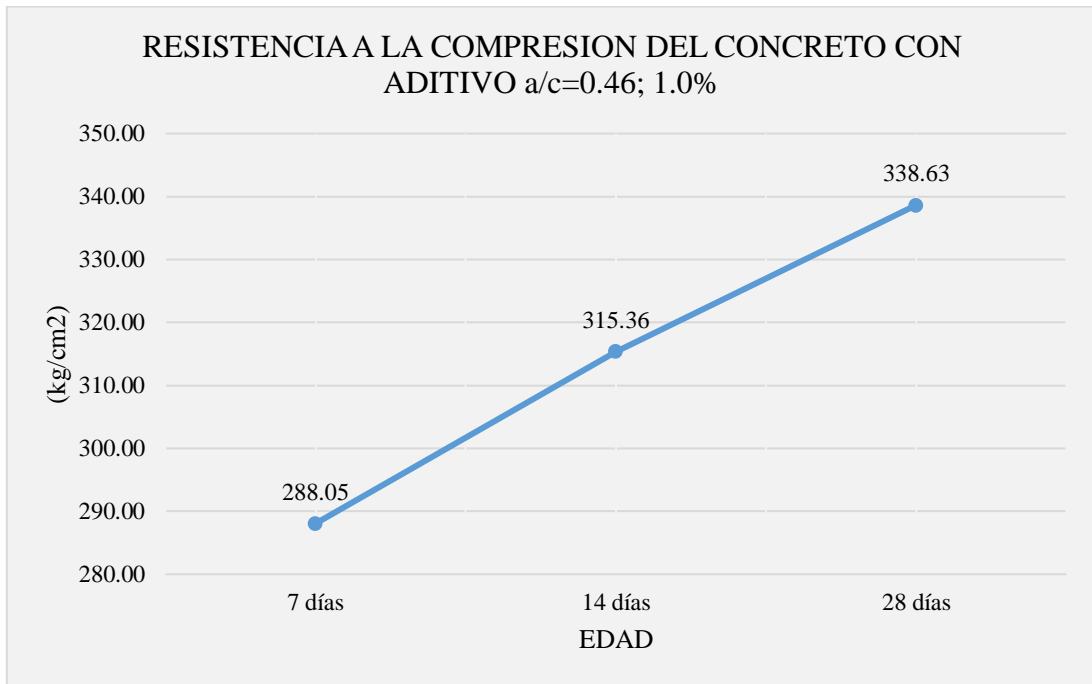
Resistencia a la Compresión – Concreto con Aditivo al 0.3%.



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### Gráfica 23

Resistencia a la Compresión - Concreto con Aditivo al 1%.



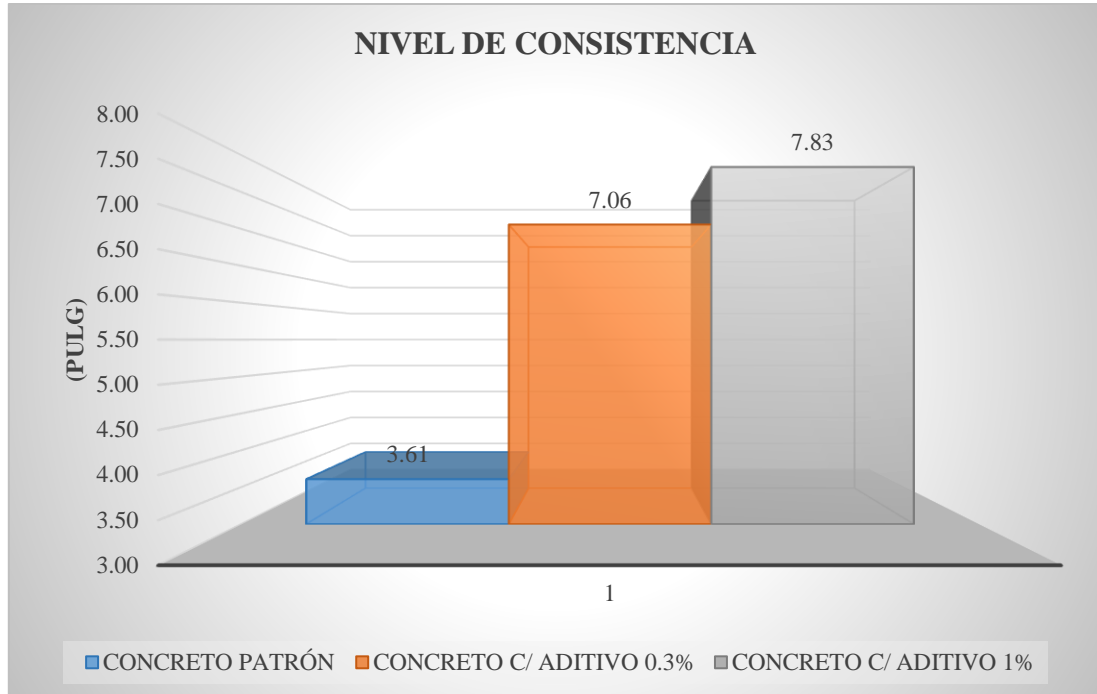
Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### 5.3. Discusión de Resultados

#### 5.3.1. Nivel de asentamiento del concreto

Gráfica 24

Nivel de Asentamiento del Concreto.



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

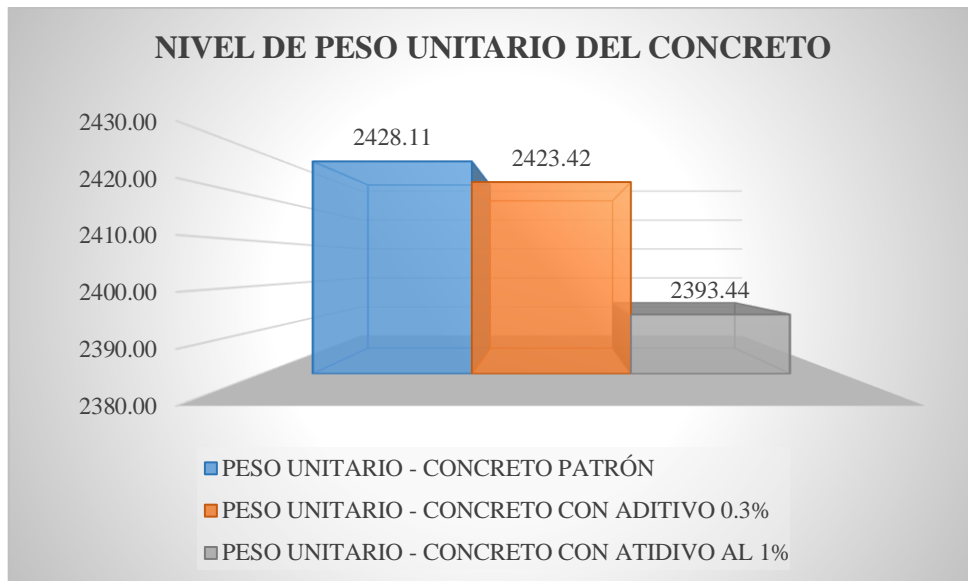
Del gráfico 24, se puede observar que el concreto patrón tiene un asentamiento promedio de 3.61 pulgadas de acuerdo con la consistencia plástica de diseño correspondiente a una variación de 3 a 4 pulgadas. Los resultados del concreto con una adición del 0.3% nos muestra un asentamiento de 7.06 pulgadas en promedio correspondiente a una consistencia fluida es decir trabajable considerando óptimo el porcentaje de aditivo obteniendo así un concreto superplastificante.

Los resultados del concreto con una adición del 1% nos muestra un asentamiento de 7.83 pulgadas teniendo como resultado un concreto no trabajable con presencia de segregación como consecuencia de un aporte excesivo de agua del cual una parte nos sirve para plastificar al concreto y el exceso de agua produce la segregación abriendo camino para salir hacia afuera por diferencia de densidades, como consecuencia de una inadecuada reología del concreto. La reología potencial del concreto depende exclusivamente de los agregados por este motivo es importante obtener una adecuada granulometría de los agregados.

### 5.3.2. Nivel de peso unitario del concreto

**Gráfica 25**

*Nivel de Peso Unitario del Concreto*



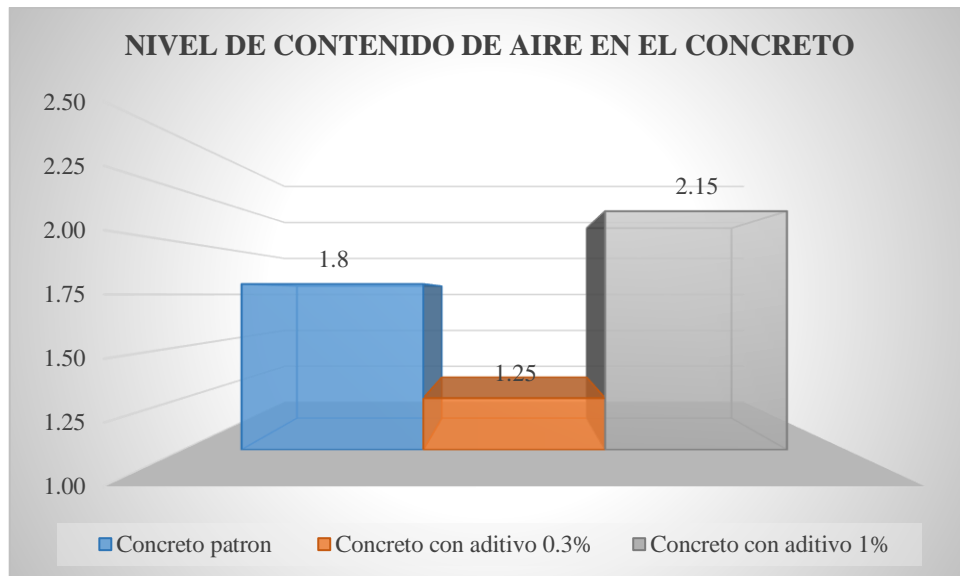
Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Del gráfico 25, se puede determinar que a mayor porcentaje de aditivo el peso unitario del concreto va descendiendo, es decir el concreto con aditivo al 1% y 0.3% tienen como peso unitario promedio 2393.44 kg/cm<sup>2</sup> y 2423.42 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

### 5.3.3. Nivel de contenido de aire del concreto

**Gráfica 26**

*Nivel de Contenido de Aire del Concreto.*



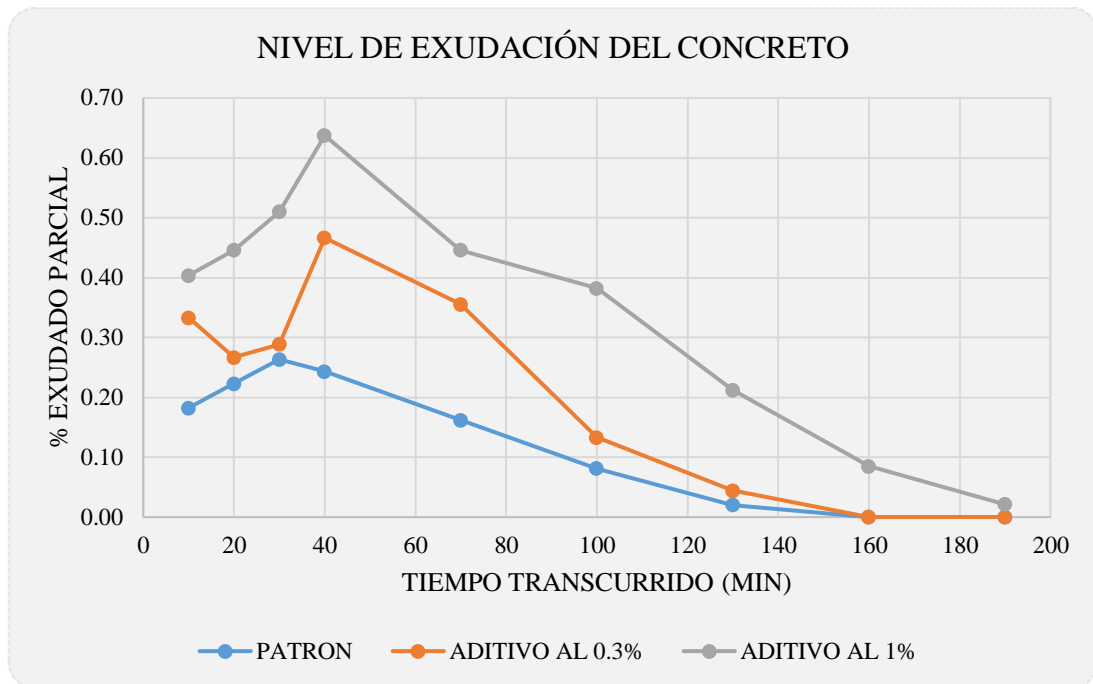
Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Del gráfico 26, se puede interpretar que el nivel de contenido de aire disminuye de 1.8% a 1.25% con respecto al concreto patrón cuando se dosifica el concreto con aditivo en 0.3% del peso del cemento, eliminando el contenido de vacíos en el concreto. Cuando se dosifica el concreto con aditivo en 1% del peso del cemento, el contenido de aire aumenta de 1.25% a 2.15% con respecto al concreto patrón.

### 5.3.4. Nivel de exudación del concreto

Gráfica 27

Nivel de Exudación del Concreto



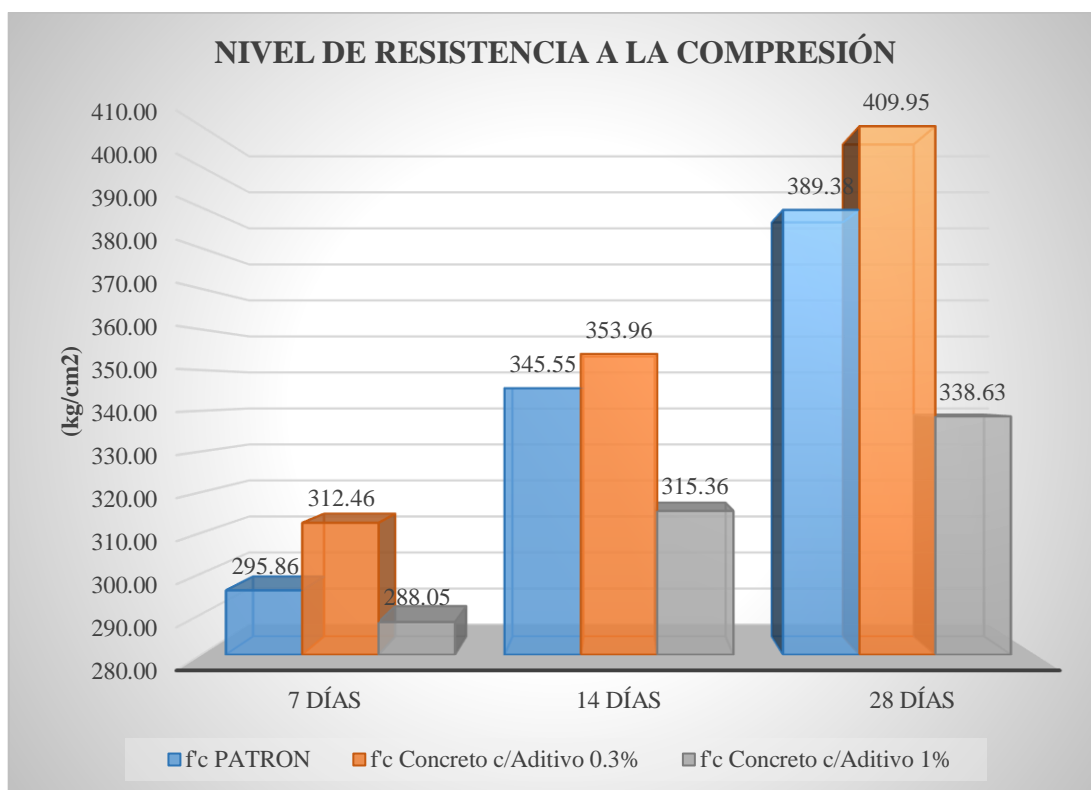
Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Del grafico 27, se puede interpretar que el nivel de exudación del concreto va aumentando en relación a la aplicación del aditivo en el diseño de mezcla, obteniendo una dosificación optima de aditivo en 0.3%. A consecuencia de que la aplicación del aditivo en 1% origino la presencia de segregación en la mezcla de concreto.

### 5.3.5. Nivel de resistencia a la compresión del concreto

#### Gráfica 28

*Nivel de Resistencia a la Compresión del Concreto*



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

En el gráfico 28, se presentan los resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto. A los 7, 14 y 28 días de edad, podemos observar que a mayor cantidad de aditivo con una adición del 1% en el diseño de mezcla, la resistencia a la compresión disminuye en 79.82%, 86.40 y 92.78% respectivamente de la resistencia de diseño y con una adición de 0.3% la resistencia a la compresión aumenta en 85.61%, 96.98% y 112.32% respectivamente de la resistencia de diseño.

Los resultados obtenidos con una adición del 1% de aditivo es por causa de la presencia de segregación del concreto en estado fresco como consecuencia de un aporte excesivo de agua.

La resistencia a la compresión del concreto no solo depende del porcentaje de aditivo que se adicione al diseño de mezcla, sino también de los componentes del concreto, los agregados provenientes de la provincia de Pisco no cumplieron con los límites granulométricos establecidos en la NTP 400.012, el cual esto conlleva a una inadecuada gradación del concreto, por ende, perjudica la reología del concreto.

## **CAPITULO VI**

### **COMPROBACION DE HIPOTESIS**

#### **6.1. Contrastación de Hipótesis General**

La aplicación del aditivo Sika®Cem Superplastificante si influye en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de San Andrés-Pisco, la dosificación del aditivo en una cantidad de 0.3% del peso del cemento aumenta la resistencia a la compresión del concreto en 5.7% comparando los resultados del concreto patrón.

La cantidad de aditivo que se escogió fue en base a los resultados obtenidos en el grafico 21, donde se puede apreciar un mejor comportamiento del concreto en una dosificación del 0.3% del peso del cemento.

#### **6.2. Contrastación de Hipótesis Especificas**

El nivel de consistencia con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla le otorga una mayor trabajabilidad al concreto, con una adición del 0.3% nos muestra un asentamiento de 7.06 pulgadas en promedio correspondiente a una consistencia fluida es decir trabajable considerando optimo el porcentaje de aditivo obteniendo así un concreto superplastificante libre de segregación.

El nivel de peso unitario con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla si influye en la resistencia a la compresión del concreto debido a que obtenemos un concreto con mayor densidad por ende reducimos la permeabilidad del concreto.

El nivel de porcentajes de vacíos con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla si influye en la resistencia a la compresión del concreto, donde el contenido de aire disminuye de 1.8% a 1.25% con respecto al concreto utilizando una dosificación del 0.3% del peso del cemento, eliminando el contenido de vacíos en el concreto.

El nivel de exudación con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla si influye en la resistencia a la compresión del concreto, utilizando una dosificación optima en el diseño de mezcla sin presencia de segregación del concreto en estado fresco la cual es correspondiente al 0.3% del peso del cemento.

## CONCLUSIONES

- Con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla en cantidad del 0.3% del peso del cemento, la resistencia a la compresión del concreto aumentó en una cantidad de 5.6% con respecto a los resultados de la resistencia del concreto patrón.
- Con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla en cantidad del 0.3% del peso del cemento, las propiedades físicas del concreto mejoraron obteniéndose así una mezcla de consistencia fluida libre de segregación, y disminuyendo el contenido de aire del concreto de 1.80 % a 1,25%, además de la presencia de exudación del concreto libre de segregación.
- Con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla en cantidad del 1% del peso del cemento, la resistencia a la compresión del concreto disminuyó en una cantidad de 13.9% con respecto a los resultados de la resistencia del concreto patrón.
- Con la aplicación del aditivo Sika®Cem superplastificante en el diseño de mezcla en cantidad del 1% del peso del cemento, las propiedades físicas del concreto fueron afectadas obteniéndose así una mezcla de concreto no trabajable con presencia de segregación, y aumentando el contenido de aire del concreto de 1.25 % a 2.15%.
- La adición del aditivo en 1% del peso del cemento en el diseño de mezcla origina que el concreto disminuya su resistencia a la compresión en relación al  $f_{cr}$  debido a la presencia de segregación ocasionado por la gradación de los agregados. En comparación con la adición del aditivo en 0.3% del peso del cemento en el diseño de mezcla, el cual aumentó la resistencia a la compresión en relación al  $f_{cr}$ . Esto es debido a que la adición del aditivo en 0.3% origina un concreto superplastificante sin presencia de segregación.
- La gradación de los agregados provenientes de la cantera Roca Estrella-CC.PP. Santa Isabel - Pisco no cumplió con los límites granulométricos establecidos en la NTP 400.012, considerándose una causal de las patologías en el concreto generadas en la autoconstrucción. Debemos tener en cuenta que los agregados tienen mayor incidencia en el volumen de la masa del concreto cabe resaltar un 63% en el presente proyecto, además de considerar los agentes externos que originan las patologías del concreto los cuales penetran a través de la red de los poros del concreto minimizando su durabilidad, como

consecuencia la gradación de los agregados influyen en mayor efecto en la reología del concreto. Por tal motivo se concluye que los agregados constituyen el primer paso para obtener un concreto duradero y de calidad.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda encontrar una cantidad de aditivo óptimo en el diseño de mezcla con la finalidad de mejorar las propiedades del concreto, esta cantidad está predeterminada con respecto a las características de los componentes del concreto provenientes de la zona de estudio. Por tal motivo se debe entender que las dosificaciones establecidas en la ficha técnica no siempre son las adecuadas.
- Para una adecuada reología del concreto se debe prestar mayor atención a los componentes del concreto. Por este motivo es necesario resolver el primer paso (gradación de los agregados establecidos en la NTP 400.012). De esta manera se podrá reconocer el comportamiento del concreto en conjunto y minimizar riesgos o prevenirlos, debido a que todo elemento empleado en el concreto puede causar patologías, por este motivo es importante identificarlos por ende controlarlos.
- Es necesario mejorar y adecuar la gradación de los agregados provenientes de la cantera Roca Estrella- CC.PP. Santa Isabel - Pisco empleando diversas técnicas como separar en fracciones individuales de tamaño conveniente y en proporciones adecuadas para producir la gradación deseada establecidos en la NTP 400.012 y así elaborar el diseño de mezcla del concreto requerido. Cabe resaltar que la Cantera en estudio debe mejorar el tamizaje, calidad y producción de los agregados de acuerdo a los límites granulométricos establecidos en la NTP 400.012. con la finalidad de mejorar la resistencia, durabilidad del concreto y el costo de producción del concreto.
- Para futuras investigaciones se recomienda la exploración de canteras en la provincia de Pisco, con la finalidad de conocer las características físicas, químicas y mecánicas de los agregados y así conocer las condiciones en las cuales se encuentran los agregados procedentes de las diferentes canteras.

## FUENTES DE INFORMACION

- Abanto, Flavio (2009). “Tecnología del concreto”. Editorial San Marcos 2da edición. Lima, Perú.
- Instituto de la Construcción y Gerencia, Lima-Perú (edición 2019)
- Rivva, Enrique. (2004). “Naturaleza y materiales del concreto” Instituto de la Construcción y Gerencia, Lima-Perú
- Pasquel, Enrique. (1996) “Tópicos de tecnología del concreto en el Perú”. 2da edición 1996
- Rivera, G. (2014). “Agregado para mortero o concreto”. Colombia
- Revista, durabilidad en la estructura de concreto de vivienda en zona costera Rómel G. Solís Carcaño<sup>1</sup>, Éric Iván Moreno<sup>2</sup> Pedro Castro Borges; (23 de marzo del 2005)

**ANEXOS**  
**ANEXO A: PANEL FOTOGRAFICO**

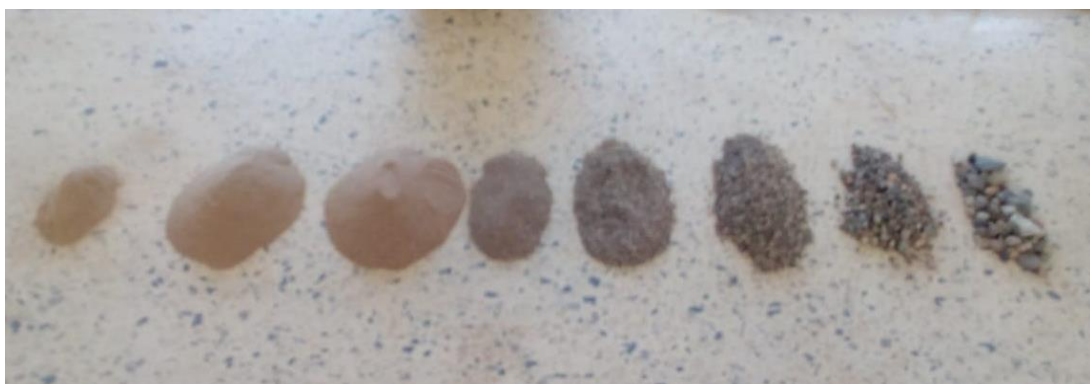
*Ilustración 1. Llegada y extracción de agregados de la Cantera Roca Estrella - CC.PP. Santa Isabel.*



*Ilustración 2. Ensayo de Granulometría - Agregado Grueso.*



*Ilustración 3. Ensayo de Granulometría – Agregado Fino*



*Ilustración 4. Ensayo de Peso Unitario de los Agregados Fino y Grueso.*



*Ilustración 5. Ensayo de Peso Específico del Agregado Fino.*



*Ilustración 6. Ensayo de PH del cemento.*



*Ilustración 7. Ensayo de PH del Agua de diseño de mezcla.*



*Ilustración 8. Elaboración de Concreto.*



Ilustración 9. Ensayo de Consistencia – Concreto Patrón.



Ilustración 10. Elaboración de probetas Patrón.



*Ilustración 11. Rotura de Probetas – Concreto Patrón.*



*Ilustración 12. Control de Temperatura del Concreto elaborado.*



*Ilustración 13. Elaboración de Probetas con Aditivo.*



*Ilustración 14. Ensayo de Peso Unitario y Porcentaje de vacíos del Concreto.*



*Ilustración 15. Ensayo de Exudación del concreto.*



*Ilustración 16. Ensayo de Rotura de Probetas – Concreto con Aditivo al 0.3%.*



**ANEXO B: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO**



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS  
ICA PERU

## INFORME DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGUA

**Análisis Solicitado Por** Bachiller Anggie Carolina Torres Huamani  
**Tesis:** “Aplicación del Aditivo SIK A CEM Super Plastificante en el Diseño de Mezcla para la Resistencia a la Compresión del Concreto en el Distrito de San Andrés – Pisco”.  
**Ubicación:** Distrito San Andrés, Provincia de Pisco, Departamento de Ica.  
**Muestra:** Agua  
**Cantera:** EPS EMAPISCO  
**Fecha de Ensayo:** 10 junio 2019 **Fecha de Entrega:** 11 junio 2019  
**Muestra fue tomada por** El Solicitante

### PARAMETROS RESULTADOS

PARAMETROS	Reporte en ppm.	Reporte en %p/v	Método
pH 7.6			Conductímetro
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	49.93	0.0049	V. Precipitación
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	140.00	0.0140	G. Precipitación
Sales Solubles Totales	276.38	0.0276	G. Volatilización
Bicarbonato Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	181.48	0.0181	V. Neutralización



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS  
.....  
Q.F. Juan P. Angulo Mendoza  
Responsable de Análisis de Sólidos Aqueados y Agua



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS  
ICA PERU

## INFORME DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS Y AGREGADOS

**Análisis Solicitado Por** Bachiller Anggie Carolina Torres Huamani  
**Tesis:** “Aplicación del Aditivo SIKA CEM Super Plastificante en el Diseño de Mezcla para la Resistencia a la Compresión del Concreto en el Distrito de San Andrés – Pisco”.  
**Ubicación:** Distrito San Andrés, Provincia de Pisco, Departamento de Ica.  
**Muestra:** Agregado Grueso  
**Cantera:** Roca Estrella Av. Los Libertadores  
**Fecha de Ensayo:** 10 junio 2019 **Fecha de Entrega:** 11 junio 2019  
**Muestra fue tomada por** El Solicitante

### PARAMETROS

### RESULTADOS

PARAMETROS	Reporte en ppm.	Reporte en %p/p	Método
pH 6.8			Conductímetro
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	179.80	0.0179	V. Precipitación
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	120.00	0.0120	G. Precipitación
Sales Solubles Totales	371.88	0.0371	G. Volatilización
Carbonato Ca(CO <sub>3</sub> )	150.00	0.0150	V. Neutralización



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS  
Q.F. Juan P. Angulo Mendoza  
Responsable de Análisis de Suelos Agregados y Agua



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS  
ICA PERU

## INFORME DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS Y AGREGADOS

**Análisis Solicitado Por** Bachiller Anggie Carolina Torres Huamani  
**Tesis:** “Aplicación del Aditivo SIKA CEM Super Plastificante en el Diseño de Mezcla para la Resistencia a la Compresión del Concreto en el Distrito de San Andrés – Pisco”.  
**Ubicación:** Distrito San Andrés, Provincia de Pisco, Departamento de Ica.  
**Muestra:** Agregado Fino  
**Cantera:** Roca Estrella Av. Los Libertadores  
**Fecha de Ensayo:** 10 junio 2019 **Fecha de Entrega:** 11 junio 2019  
**Muestra fue tomada por** El Solicitante

### PARAMETROS RESULTADOS

PARAMETROS	Reporte en ppm.	Reporte en %p/p	Método
pH 6.8			Conductímetro
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	1818.52	0.1818	V. Precipitación
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	380.00	0.0380	G. Precipitación
Sales Solubles Totales	2571.31	0.2571	G. Volatilización
Carbonato Ca(CO <sub>3</sub> )	350.00	0.0350	V. Neutralización



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS

Q.F. Juan P. Angulo Mendoza  
Responsable de Análisis de Suelos, Agregados y Agua



## DISEÑO DE MEZCLA - PATRON Y CON ADITIVO DE CONCRETO - 280 kg/cm<sup>2</sup>

Solicita : Bach. TORRES HUAMANI Anggie Carolina

Obra : APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLA  
PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE SAN  
ANDRES - PISCO

Ubicacion : DISTRITO DE SAN ANDRES - PISCO - ICA

Fecha : ICA, DICIEMBRE DEL 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS  
  
MAG. ING. RENÉ OSWALDO CANCHARI VEGA  
DIRECTOR



EVALUACION DE LOS MATERIALES  
PROPORCIONADOS POR EL CONTRATISTA

CERTIFICADO N° 036 -19  
BOLETA N° 2417

SOLICITADO POR : **Bach. TORRES HUAMANI Anggie Carolina**

OBRA : **APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE SAN ANDRES - PISCO**

UBICACIÓN : **DISTRITO DE SAN ANDRES - PISCO - ICA**

TÉCNICO OPERADOR : TEJEDA CORDOVA Gonzalo Martin

**Análisis del Agregado Grueso**

Cantera : **ROCA ESTRELLA**

Peso Especifico 2.67 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad Natural 0.68 %  
% de Absorción. 1.02 %  
Peso Volumétrico Suelto. 1,562.30 kg/m<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Compactado 1,692.99 kg/m<sup>3</sup>

**Análisis Granulométrico Como Sigue:**

**Peso Total de la Muestra: 10000 gr.**

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
2"	0	0	0	0
1 1/2"	0	0	100.00	0
1"	0	0	100.00	0.00
3/4"	5365.30	53.65	46.35	53.65
1/2"	4162.30	41.62	4.72	95.28
3/8"	383.30	0.86	0.89	99.11
4	85.90	0.30	0.03	99.97
FONDO	3.20	0.03	0.00	100.00

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 3/4"



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS  
MAG. ING. NENE OSWALDO CANCHANI VEGA  
DIRECTOR



EVALUACION DE LOS MATERIALES  
PROPORCIONADOS POR EL CONTRATISTA

CERTIFICADO N° 036 - 19  
BOLETA N° 2417

Bach. TORRES HUAMANI Anggie Carolina

SOLICITADO POR :

OBRA :

APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE SAN ANDRES - PISCO

UBICACIÓN :

DISTRITO DE SAN ANDRES - PISCO - ICA

TÉCNICO OPERADOR :

TEJEDA CORDOVA Gonzalo Martin

Análisis del Agregado Fino

Cantera :

ROCA ESTRELLA

Peso Especifico

2.60 gr/cm<sup>3</sup>

Humedad Natural

1.17 %

% de Absorción.

1.20 %

Peso Volumétrico Suelto.

1,739.58 kg/m<sup>3</sup>

Peso Volumétrico Compactado

1,947.05 kg/m<sup>3</sup>

Análisis Granulométrico Como Sigue:

Peso Total de la Muestra:

500 gr.

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
3/8"	0	0	100.00	0
4	45.50	9.1	90.90	9.10
8	64.17	12.83	78.07	21.93
16	77.33	15.47	62.60	37.40
30	56.07	11.21	51.39	48.61
50	42.50	8.50	42.89	57.11
100	112.56	22.51	20.37	79.63
200	84.20	16.84	3.53	96.47
FONDO	17.67	3.53	0.00	100.00

MODULO DE FINEZA:

2.54



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS  
MAG. ING. RENE OSWALDO CANCIARI VEGA  
DIRECTOR



DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO DE  $F'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
CEMENTO INKA Ico

Cemento INKA Ico

ARENA

PIEDRA 3/4"

AGUA

445.645  $\text{Kg/m}^3$

729.040  $\text{Kg/m}^3$

934.233  $\text{Kg/m}^3$

205  $\text{Lts/m}^3$

Característica de la Mezcla

Relación A/C

Asentamiento

Densidad

0.46

3" - 4"

2,313.92  $\text{Kg/m}^3$

PROPORCION EN PESO

PROPORCION EN VOLUMEN

1 : 1.66 2.11

1 : 1.41 1.79

**CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:**

- Cemento	1 Bolsa
- Arena	70.55 Kg/bolsa
- Piedra	89.68 Kg/bolsa
- Agua	19.87 Lt/ bolsa

NOTA:

Los materiales fueron proporcionados por el Solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS  
  
ING. ING. RENE OSVALDO CANCHARI VEGA  
DIRECTOR



PROBETAS QUE FUERON ELABORADAS Y ENSAYADAS EN EL  
LABORATORIO

Cemento INKA Ico  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (dias)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	24/06/2019	01/07/2019	15.20	7	54,165.34	298.50	Relacion a/c = 0.46
2	24/06/2019	01/07/2019	15.20	7	54,711.47	301.51	Relacion a/c = 0.46
3	24/06/2019	01/07/2019	15.05	7	53,554.81	301.05	Relacion a/c = 0.46
4	24/06/2019	01/07/2019	15.20	7	53,327.10	293.88	Relacion a/c = 0.46
5	24/06/2019	01/07/2019	15.20	7	52,333.74	288.41	Relacion a/c = 0.46
6	24/06/2019	01/07/2019	15.05	7	51,910.99	291.81	Relacion a/c = 0.46

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (dias)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	17/06/2019	01/07/2019	15.05	14	60,942.48	342.58	Relacion a/c = 0.46
2	17/06/2019	01/07/2019	15.20	14	61,743.97	340.27	Relacion a/c = 0.46
3	17/06/2019	01/07/2019	15.05	14	62,798.12	353.01	Relacion a/c = 0.46
4	17/06/2019	01/07/2019	15.20	14	61,385.64	338.29	Relacion a/c = 0.46
5	17/06/2019	01/07/2019	15.20	14	63,289.82	348.78	Relacion a/c = 0.46
6	17/06/2019	15/01/1900	15.05	14	62,333.65	350.40	Relacion a/c = 0.46

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (dias)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	26/06/2019	24/07/2019	15.20	28	69,079.48	380.69	Relacion a/c = 0.46
2	26/06/2019	24/07/2019	15.20	28	70,515.55	388.60	Relacion a/c = 0.46
3	26/06/2019	24/07/2019	15.20	28	71,888.13	396.17	Relacion a/c = 0.46
4	26/06/2019	24/07/2019	15.05	28	69,040.47	388.10	Relacion a/c = 0.46
5	26/06/2019	24/07/2019	15.20	28	71,792.87	395.64	Relacion a/c = 0.46
6	26/06/2019	24/07/2019	15.05	28	68,858.58	387.08	Relacion a/c = 0.46



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PRODUCCION DE BENEY SERVICIOS  
MAG. ING. RENE OSWALDO CANCHAR VEGA  
DIRECTOR



DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO DE  $f'_c = 28.0 \text{ Kg/cm}^2$

Cemento INKA Ico  $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  CON ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE AL 0.3 %

Cemento INKA Ico CON ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE	445.645 $\text{Kg/m}^3$
ARENA	729.04 $\text{Kg/m}^3$
PIEDRA 3/4"	934.23 $\text{Kg/m}^3$
AGUA	203.886 $\text{Lts/m}^3$
ADITIVO	1.114 $\text{Lts/m}^3$

Característica de la Mezcla

Relación A/C	0.46
Asentamiento	3" - 4"
Densidad	2,313.92 $\text{Kg/m}^3$
PROPORCION EN PESO	1 : 1.69 2.11
PROPORCION EN VOLUMEN	1 : 1.41 1.75

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento	1 Bolsa
- Arena	71.83 $\text{Kg/bolsa}$
- Piedra	89.68 $\text{Kg/bolsa}$
- Agua	18.13 $\text{Lt/ bolsa}$
- Aditivo	0.106 $\text{Lt/ bolsa}$

NOTA: Los materiales fueron proporcionados por el Solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS  
MAG. ING. RENE OSWALDO CANCHAN VECA  
DIRECTOR



PROBETAS QUE FUERON ELABORADAS Y ENSAYADAS EN EL  
LABORATORIO

Cemento INKA Ico  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  CON ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE AL 0.3 %

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (dias)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	06/08/2019	13/08/2019	15.05	7	54,769.98	307.88	Relacion a/c = 0.46
2	06/08/2019	08/07/2019	15.20	7	55,830.48	307.68	Relacion a/c = 0.46
3	06/08/2019	08/07/2019	15.05	7	56,801.17	319.30	Relacion a/c = 0.46
4	06/08/2019	08/07/2019	15.20	7	58,906.30	324.63	Relacion a/c = 0.46
5	06/08/2019	08/07/2019	15.05	7	54,488.76	306.30	Relacion a/c = 0.46
6	06/08/2019	08/07/2019	15.05	7	54,964.57	308.97	Relacion a/c = 0.46

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (dias)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	01/08/2019	15/08/2019	15.20	14	63,806.92	351.63	Relacion a/c = 0.46
2	01/08/2019	15/08/2019	15.05	14	62,950.08	353.86	Relacion a/c = 0.46
3	01/08/2019	15/08/2019	15.20	14	64,460.09	355.23	Relacion a/c = 0.46
4	01/08/2019	15/08/2019	15.05	14	61,441.88	345.38	Relacion a/c = 0.46
5	01/08/2019	15/08/2019	15.05	14	64,464.17	362.37	Relacion a/c = 0.46
6	01/08/2019	15/08/2019	15.05	14	63,205.90	355.30	Relacion a/c = 0.46

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (dias)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	06/08/2019	03/08/2019	14.90	28	71,521.62	410.18	Relacion a/c = 0.46
2	06/08/2019	03/08/2019	15.05	28	72,931.84	409.97	Relacion a/c = 0.46
3	06/08/2019	03/08/2019	14.90	28	70,043.36	401.70	Relacion a/c = 0.46
4	06/08/2019	03/08/2019	15.05	28	72,661.05	408.45	Relacion a/c = 0.46
5	06/08/2019	03/08/2019	15.20	28	74,826.50	412.36	Relacion a/c = 0.46
6	06/08/2019	03/08/2019	15.05	28	74,190.11	417.05	Relacion a/c = 0.46



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PRODUCCION DE BENEPLACER Y SERVICIOS  
  
ING. RENE OSWALDO CANCHAN VEGA  
DIRECTOR



DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO DE  $f'_c = 28.0 \text{ Kg/cm}^2$

Cemento INKA Ico  $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  CON ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE AL 0.1 %

Cemento INKA Ico CON ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE	445.465 $\text{Kg/m}^3$
ARENA	729.040 $\text{Kg/m}^3$
PIEDRA 3/4"	934.233 $\text{Kg/m}^3$
AGUA	201.286 $\text{Lts/m}^3$
ADITIVO	3.714 $\text{Lts/m}^3$

Característica de la Mezcla

Relación A/C	0.46
Asentamiento	3" - 4"
Densidad	2,313.74 $\text{Kg/m}^3$
PROPORCION EN PESO	1 : 1.67 2.11
PROPORCION EN VOLUMEN	1 : 1.41 1.77

**CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:**

- Cemento	1 Bolsa
- Arena	70.98 Kg/bolsa
- Piedra	89.68 Kg/bolsa
- Agua	18.97 Lt/ bolsa
- Aditivo	0.354 Lt/ bolsa

NOTA: Los materiales fueron proporcionados por el Solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS  
  
Mg. ING. RENE OSWALDO CANCARI VEGA  
DIRECTOR



PROBETAS QUE FUERON ELABORADAS Y ENSAYADAS EN EL  
LABORATORIO

Cemento INKA Ico  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  CON ADITIVO SIKA CEM SUPERPLASTIFICANTE AL 1 %

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (dias)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	07/08/2019	14/08/2019	15.20	7	49,091.45	270.54	Relacion a/c = 0.46
2	07/08/2019	14/08/2019	15.20	7	54,709.66	301.50	Relacion a/c = 0.46
3	07/08/2019	14/08/2019	15.05	7	53,328.47	299.78	Relacion a/c = 0.46
4	07/08/2019	14/08/2019	15.20	7	50,100.70	276.10	Relacion a/c = 0.46
5	07/08/2019	14/08/2019	15.05	7	53,685.44	301.78	Relacion a/c = 0.46
6	07/08/2019	14/08/2019	15.05	7	49,559.56	278.59	Relacion a/c = 0.46

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (dias)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	08/08/2019	22/08/2019	15.20	14	59,320.88	326.91	Relacion a/c = 0.46
2	08/08/2019	22/08/2019	15.05	14	57,207.14	321.58	Relacion a/c = 0.46
3	08/08/2019	22/08/2019	15.05	14	53,228.67	299.21	Relacion a/c = 0.46
4	08/08/2019	22/08/2019	15.05	14	56,499.53	317.60	Relacion a/c = 0.46
5	08/08/2019	22/08/2019	15.20	14	55,328.55	304.41	Relacion a/c = 0.46
6	08/08/2019	22/08/2019	15.05	14	57,359.55	322.44	Relacion a/c = 0.46

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (dias)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	12/08/2019	09/09/2019	15.05	28	60,531.97	340.27	Relacion a/c = 0.46
2	12/08/2019	09/09/2019	15.05	28	57,762.79	324.70	Relacion a/c = 0.46
3	12/08/2019	09/09/2019	15.05	28	63,157.82	355.03	Relacion a/c = 0.46
4	12/08/2019	09/09/2019	15.05	28	58,629.61	329.58	Relacion a/c = 0.46
5	12/08/2019	09/09/2019	15.05	28	62,849.83	353.30	Relacion a/c = 0.46
6	12/08/2019	09/09/2019	15.20	28	59,681.94	328.90	Relacion a/c = 0.46



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS  
MAG. ING. RENE OSWALDO CANCHA VEGA  
DIRECTOR



**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO:** Peso Total de la Muestra: 10000.00gr.

GRANULOMETRIA N° 01

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
1"	0.00	0.00	100.00	0.00
3/4"	5,335.00	53.35	46.65	53.35
1/2"	4,225.00	42.25	4.40	95.6
3/8"	373.60	3.74	0.66	85.29
4	63.10	0.63	0.03	98.9
FONDO	3.30	0.03	0.00	100.00
TMN= 3/4"		M. G= 7.53		

GRANULOMETRIA N° 02

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
1"	0.00	0.00	100.00	0.00
3/4"	5,456.00	54.56	45.44	54.56
1/2"	4,067.00	40.67	4.77	95.23
3/8"	392.60	3.93	0.84	99.16
4	81.40	0.81	0.03	99.97
FONDO	3.00	0.03	0.00	100.00
TMN= 3/4"		M. G= 7.54		

GRANULOMETRIA N° 03

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
1"	0.00	0.00	100.00	0.00
3/4"	5,305.00	53.05	46.95	53.05
1/2"	4,195.00	41.95	5.00	95
3/8"	383.60	3.84	1.16	98.84
4	113.10	1.13	0.03	99.97
FONDO	3.30	0.03	0.00	100.00
TMN= 3/4"		M. G= 7.52		

PROMEDIO DE LAS GRANULOMETRIAS

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
1"	0.00	0.00	100.00	0.00
3/4"	5,365.30	53.65	46.65	53.65
1/2"	4,162.30	41.62	4.72	95.28
3/8"	383.30	3.83	0.89	99.11
4	85.90	0.86	0.03	99.97
FONDO	3.20	0.03	0.00	100.00
TMN= 3/4"		M. G= 7.53		

**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO:** Peso Total de la Muestra: 1000.00gr.

GRANULOMETRIA N° 01

TAMZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
N°2	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	44.60	8.92	91.08	9.82
N°8	61.60	12.32	78.76	23.24
N°16	81.60	16.32	62.44	38.06
N°30	57.50	11.50	50.94	48.58
N°50	42.80	8.56	42.38	57.00
N°100	110.40	22.08	20.30	79.06
N°200	85.00	17.00	3.30	96.12
FONDO	16.50	3.30	0.00	100.00
Módulo de Fineza		M.F=2.56		

GRANULOMETRIA N° 02

TAMZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
N°2	0	0	0	0
N°4	42.80	8.56	91.44	8.56
N°8	63.80	12.76	78.68	21.32
N°16	76.30	15.26	63.42	36.58
N°30	58.10	11.62	51.80	48.20
N°50	42.60	8.52	43.28	56.72
N°100	117.00	23.40	19.88	80.12
N°200	82.30	16.46	3.42	96.58
FONDO	17.10	3.42	0.00	100.00
Módulo de Fineza		M.F=2.52		

GRANULOMETRIA N° 03

TAMZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
N°2	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	49.10	9.82	90.18	9.82
N°8	67.10	13.42	76.76	23.24
N°16	74.10	14.82	61.94	38.06
N°30	52.60	10.52	51.42	48.58
N°50	42.10	8.42	43.00	57.00
N°100	110.30	22.06	20.94	79.06
N°200	85.30	17.06	3.88	96.12
FONDO	19.40	3.88	0.00	100.00
Módulo de Fineza		M.F=2.56		

PROMEDIO DE LAS GRANULOMETRIAS

TAMZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
N°2	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	45.50	9.10	90.90	9.10
N°8	64.17	12.83	78.07	21.93
N°16	77.33	15.47	62.60	37.40
N°30	56.07	11.21	51.39	48.61
N°50	42.50	8.50	42.89	57.11
N°100	112.56	22.51	20.37	79.63
N°200	84.20	16.84	3.53	96.47
FONDO	17.67	3.53	0.00	100.00
Módulo de Fineza		M.F=2.54		



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS  
*[Signature]*  
MARCINO RENE OSWALDO CANCHARI VEGA  
DIRECTOR

**ANEXO C: FICHA TECNICA – CEMENTO TIPO IC<sub>0</sub>**



CEMENTO  
**ULTRA  
RESISTENTE**  
CON MICROFILLER CALIZO  
TIPO IC<sub>0</sub>



## FICHA TÉCNICA

### CEMENTO DE USO GENERAL

Brinda ventajas y propiedades únicas para su utilización en obras de concreto estructural, edificios, industria, minería, infraestructura vial, construcción de viviendas y cualquier uso o elemento de concreto. Es compatible con agregados convencionales y aditivos que dosificados apropiadamente proporciona a la mezcla fresca la trabajabilidad, fluidez y plasticidad que la obra requiere.



### CARACTERÍSTICAS

El Cemento INKA Ultra Resistente posee moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos, además de baja reactividad con agregados álcali-reactivos, cumpliendo las normas técnicas NTP 334.090 y la ASTM C-595 satisfaciendo cualquier necesidad de la construcción. Sus adición de microfíler calizo, complementado con una molienda extrafina, mejoran las propiedades físicas del cemento, obteniendo una mezcla con menos porosidades, más compacta y una masa más adherible. Es un cemento que se acondiciona a todos los climas del Perú.

## PROPIEDADES

#### ALTAS RESISTENCIAS EN EL TIEMPO

La molienda extrafina y una excelente distribución granulométrica de las partículas generan altas resistencias iniciales y a largo plazo.

#### MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN

Ideal para obras masivas de concreto, evitando fisuras de origen térmico, principalmente en estructuras de gran volumen.

#### MODERADA RESISTENCIA A LOS SULFATOS

Su bajo contenido de álcalis y de C3A lo hacen ideal para su uso en ambientes agresivos.

#### MAYOR TRABAJABILIDAD E IMPERMEABILIDAD

Su plasticidad y la molienda extrafina generan mejor acabado y disminuyen el ingreso de agentes externos al interior del concreto.

CONFORME A NORMAS TÉCNICAS: NTP 334.090 / ASTM C-595



**CEMENTO  
ULTRA  
RESISTENTE**  
CON MICROFILLER CALIZO  
**TIPO ICo**



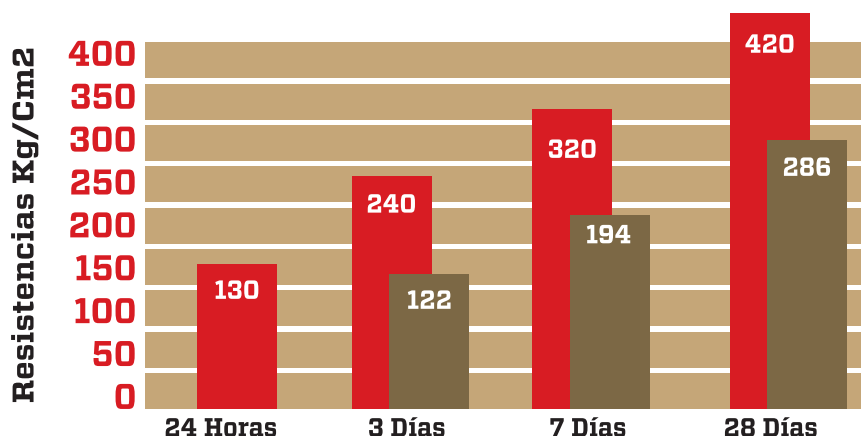
CUIDAMOS  
NUESTRO  
**MEDIO  
AMBIENTE**

DESCRIPCIÓN	CEMENTO INKA TIPO ICo	Tipo I NTP. 334.009 ASTM C-150	Tipo ICo NTP. 334.090 ASTM C-595
Contenido de Aire, máx %	6	12 máx	12 máx
Superficie Específica (cm <sup>2</sup> /g)	5800	2600 mín	
Expansión en Autoclave, máx %	0.10	0,80 máx	0,80 máx
Resistencia a la Compresión, Kg/cm <sup>2</sup>			
1 día	130		
3 días	240	122 mín	133 mín
7 días	320	194 mín	204 mín
28 días	420	286 mín	255 mín
Tiempo de Fraguado Vicat, minutos			
Inicial	130	45 mín	45 mín
Final	380	375 máx	420 máx
Calor de Hidratación, Kcal/kg			
7 días	67		70 mín
28 días	77		80 máx
Resistencia a los Sulfatos, %			
14 días	0.01		0.02 máx
Álcalis Totales (Na <sub>2</sub> O-0.658K <sub>2</sub> O) %	0.40	0.60 máx	0.60 máx



### RESISTENCIAS

#### Cemento INKA Ultra Resistente\* vs. Cemento Portland Tipo I\*\*



\* Resistencias mínimas garantizadas \*\*NPT 334-009 y ASTM C-150

**CEMENTO INKA ULTRA RESISTENTE**    **PORTLAND TIPO I**



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

Síguenos en:

#### PÍDELO EN LA RED INKA

SOLICITA MAYOR INFORMACIÓN  
CALIZA CEMENTO INKA S.A.  
TEL. (01)5000600 ANEXO:125  
ENTEL: 946528340  
SUB LOTE 2C CAJAMARQUILLA  
LURIGANCHO - CHOSICA, LIMA.

**CONFORME A NORMAS TÉCNICAS: NTP 334.090 / ASTM C-595**

**ANEXO D: FICHA TECNICA – SikaCem® Plastificante**

# HOJA TÉCNICA

## Sika® Cem Plastificante

Super plastificante para mezclas de Concreto Y Mortero

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Cem Plastificante es un aditivo súper plastificante para mezclas de concreto, permite una reducción de agua de hasta 20% según la dosificación utilizada.

Sika® Cem Plastificante no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

#### USOS

Sika® Cem está particularmente indicado para:

- Todo tipo de mezclas de concreto o mortero que requiera reducir agua, mejorar la trabajabilidad (fluidez del concreto) o ambos casos para lograr reducir costos de: mano de obra, materiales (cemento) y/o tiempo.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® Cem Plastificante tiene las siguientes ventajas:

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Mejores acabados.
- Mayor adherencia al acero.
- Mejor trabajabilidad (fluidez) en el tiempo.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Ayuda a reducir la formación de cangrejeras.

### NORMAS

#### ESTÁNDARES

Sika® Cem Plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y tipo G.

### DATOS BÁSICOS

#### FORMA

#### COLORES

Pardo oscuro.

#### PRESENTACIÓN

- Envase PET x 4 L
- Balde x 20 L

<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b> Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
-----------------------	---

<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>DENSIDAD</b> 1,20 kg/L ± 0,02 <b>USGBC VALORACIÓN LEED</b> Sika® Cem Plastificante cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)
-----------------------	---

## INFORMACIÓN DEL SISTEMA

<b>DETALLES DE APLICACIÓN</b>	<b>CONSUMO / DOSIS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.</li> <li>▪ Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.</li> </ul>
-------------------------------	--

<b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b>	<b>MODO DE EMPLEO</b> Adicionar a la mezcla de concreto preferentemente una vez amasado y haciendo un re-mezclado de al menos 1 minuto por cada tanda. <b>PRECAUCIONES</b> Limpie todas la herramientas y equipos de aplicación con agua inmediatamente después de su uso. Los datos técnicos indicados en esta hoja técnica están basados en ensayos de laboratorio. Los datos reales pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.
-----------------------------	--

<b>BASES</b>	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.
--------------	--

<b>RESTRICCIONES LOCALES</b>	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.
------------------------------	--

<b>INFORMACIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE</b>	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.
---	---

<b>NOTAS LEGALES</b>	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° 2  
la misma que deberá ser destruida”**

---

**PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® Cem Plastificante :**

1.- SIKa PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKa CIUDAD VIRTUAL



**Sika Perú S.A.**  
Concrete  
Centro Industrial "Las Praderas  
de Lurín S/N - Mz "B" Lote 5 y  
6, Lurín  
Lima  
Perú  
[www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

Hoja Técnica  
Sika® Cem Plastificante  
22.01.15, Edición 3

**Versión elaborada por: Sika Perú S.A.**  
CG, Departamento Técnico  
Telf: 618-6060  
Fax: 618-6070  
Mail: [informacion@pe.sika.com](mailto:informacion@pe.sika.com)

