



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, Carapongo, Lurigancho, Lima 2019.

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

**AUTORES:**

Fernández Bello, Gladys (ORCID: 0000-0001-7951-1011)

Huamán Quispe, Juan Carlos (ORCID: 0000-0002-8263-1177)

**ASESOR:**

Mg. Choque Flores, Leopoldo (ORCID: 0000-0003-0914-7159)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

La presente investigación se dedica a nuestros queridos padres, por su constante apoyo con las palabras de motivación que nos dan y que siempre mantuvieron la esperanza en que cumpliéramos con nuestras metas, que con esmero se está logrando.

## **AGRADECIMIENTO**

Un especial agradecimiento a cada una de las personas que me apoyaron y a los compañeros del grupo de estudiantes de la carrera, a aquellos compañeros que compartieron con sus experiencias que han motivado el esfuerzo y a la universidad por formarnos como profesionales para poder alcanzar el objetivo trazado.

Agradezco a Dios por darnos la vida, en protegernos y bendecirnos para salir adelante, asimismo porque nos guía el camino, en la trayectoria del aprendizaje en la universidad.

## **Página del Jurado**



## **Página del Jurado**

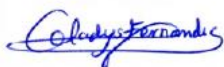
## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Gladys Fernández Bello** con DNI. N° 10819267 y **Juan Carlos Huamán Quispe** con DNI. N° 42509708, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Ate, 07 de Diciembre del 2019.



---

Gladys Fernández Bello  
DNI. N° 10819267



---

Juan Carlos Huamán Quispe  
DNI. N° 42509708

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos antes ustedes la Tesis Titulada “Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, Carapongo, Lurigancho, Lima 2019”, la misma que someto a vuestra consideración y esperamos que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.



---

Gladys Fernández Bello

DNI. N° 10819267



---

Juan Carlos Huamán Quispe

DNI. N° 42509708

# ÍNDICE

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado .....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	vi
Presentación .....	vii
Índice .....	viii
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO .....	25
2.1 Tipo y Diseño de investigación .....	26
2.1.1 Tipo de investigación .....	26
2.1.2 Nivel de investigación .....	26
2.1.3 Enfoque de la investigación .....	27
2.1.4 Alcance de la investigación .....	27
2.1.5 Diseño de investigación .....	27
2.2 Operacionalización de Variables .....	28
2.2.1 Variable independiente .....	28
2.2.2 Variable dependiente .....	28
2.3 Población, muestra y muestreo (incluir criterios de selección) .....	28
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	30
2.5 Métodos de análisis de datos .....	31
2.6 Aspectos éticos .....	31
III. RESULTADOS .....	33
3.1 Secuencia del desarrollo de investigación .....	34
3.2 Ensayos Físicos en Agregados .....	35
3.2.1 Propiedades Físicos del Agregado Fino .....	35
3.2.2 Propiedades Físicos del Agregado Grueso .....	39
3.2.3 Diseño de Mezcla .....	42

3.2.4 Concreto en estado fresco .....	50
3.2.5 Concreto en estado endurecido.....	54
3.2.6 Comportamiento de la permeabilidad (densidad, absorción y vacíos).....	65
IV. DISCUSIÓN .....	71
V. CONCLUSIONES .....	74
VI. RECOMENDACIONES .....	76
VII. REFERENCIAS.....	78
VIII. ANEXOS .....	82
ANEXO 1: Matriz de consistencia .....	83
ANEXO 2: Ensayos físicos en agregado fino .....	84
ANEXO 3: Ensayos físicos en agregado grueso.....	85
ANEXO 4: Diseño de mezclas de concreto .....	86
FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO .....	97
CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN .....	100
ANEXOS FOTOGRÁFICOS .....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Contenido de aire atrapado en la mezcla del concreto.....	14
Tabla 2: Calculo tamaño de muestra finita .....	28
Tabla 3: Cuadro de muestra .....	30
Tabla 4: Operacionalización de variables.....	32
Tabla 5: Resultados de la granulometría del Agregado Fino .....	35
Tabla 6: Módulo de finura del agregado fino.....	36
Tabla 7: Contenido de humedad del agregado fino .....	36
Tabla 8: Peso específico y absorción del agregado fino .....	37
Tabla 9: Peso unitario suelto del agregado fino .....	37
Tabla 10: Peso unitario compactado del agregado fino .....	38
Tabla 11: Porcentaje del material más fino que pasan la malla # 200 .....	38
Tabla 12: Resultados de la granulometría del Agregado Grueso .....	39
Tabla 13: Módulo de finura del agregado grueso .....	40
Tabla 14: Contenido de humedad del agregado grueso .....	40
Tabla 15: Tamaño Máximo y Tamaño Máximo Nominal.....	40
Tabla 16: Peso específico del agregado grueso .....	41
Tabla 17: Peso unitario suelto del agregado grueso .....	41
Tabla 18: Peso unitario compactado del agregado grueso .....	41
Tabla 19: Porcentaje del material más fino que pasan la malla # 200 .....	42
Tabla 20: Parámetros del diseño de mezcla .....	42
Tabla 21: Propiedades de agregado fino – cantera trapiche .....	42
Tabla 22: Propiedades de agregado grueso – cantera trapiche .....	43
Tabla 23: Esfuerzo promedio requerido a compresión $f'_{cr}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	44
Tabla 24: Asentamiento para diferentes estructuras .....	44
Tabla 25: Cuadro de asentamiento para determinar pulgadas.....	45
Tabla 26: Cuadro de la relación de agua/cemento por resistencia.....	45
Tabla 27: Cuadro de pesos de materiales por m <sup>3</sup> .....	47
Tabla 28: Volumen por tanda de preparación.....	48
Tabla 29: Pesos de los materiales por tanda de preparación del concreto patrón.....	48
Tabla 30: Pesos de los materiales por tanda de concreto con 1% de aditivo.....	49

Tabla 31: Pesos de los materiales por tanda de concreto con 2% de aditivo .....	49
Tabla 32: Pesos de los materiales por tanda de concreto con 3% de aditivo .....	50
Tabla 33: Asentamiento del concreto .....	51
Tabla 34: Valores con porcentaje de asentamiento del concreto.....	52
Tabla 35: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días .....	55
Tabla 36: Resultados finales de la resistencia a la compresión del concreto a 7 días.....	56
Tabla 37: Valores porcentuales de la resistencia a la compresión del concreto a 7 días... 57	
Tabla 38: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días .....	58
Tabla 39: Resultados finales de la resistencia a la compresión del concreto a 14 días.....	59
Tabla 40: Valores porcentuales de la resistencia a la compresión del concreto a 14 días.. 60	
Tabla 41: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días .....	61
Tabla 42: Resultados finales de la resistencia a la compresión del concreto a 28 días.....	62
Tabla 43: Valores porcentuales de la resistencia a la compresión del concreto a 28 días.. 63	
Tabla 44: Resultados porcentuales del ensayo de absorción capilar a los 28 días .....	66
Tabla 45: Resultados porcentuales del ensayo de índice de vacíos a los 28 días.....	68
Tabla 46: Resistencia y absorción.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva granulométrica del agregado fino .....	35
Figura 2: Curva granulométrica del agregado grueso .....	39
Figura 3: Ensayo de asentamiento o slump .....	51
Figura 4: Valores del asentamiento del concreto fresco .....	52
Figura 5: Valores porcentual – slump.....	53
Figura 6: Prensa de ensayo de resistencia a la compresión .....	54
Figura 7: Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días .....	55
Figura 8: Resultado de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.....	57
Figura 9: Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días .....	58
Figura 10: Resultado de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días .....	60
Figura 11: Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días .....	61
Figura 12: Resultado de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.....	63
Figura 13: Resumen general de la resistencia a la compresión .....	64
Figura 14: Resumen de resistencia a la compresión .....	65
Figura 15: Ensayo de absorción capilar del concreto a los 28 días .....	66
Figura 16: Resultado de índice de vacíos del concreto a los 28 días.....	69
Figura 17: Resistencia y porcentaje de vacíos.....	70



## RESUMEN

La tesis trata sobre “Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> Carapongo, Lurigancho, Lima 2019”, cuyo propósito es evaluar el comportamiento del aditivo Aquafin Ic Admix, en las propiedades del concreto como la resistencia a la compresión y la permeabilidad, utilizando cemento sol, tipo I, los materiales de los agregados es de la cantera trapiche y marca del aditivo es Aquafin Ic Admix.

El método de investigación es de tipo aplicada, tiene un diseño experimental de nivel correlacional y un enfoque cuantitativo. Para realizar los distintos ensayos físicos y determinar sus propiedades, se ha analizado probetas sin aditivo o patrón y con aditivos en porcentajes de 1%, 2% y 3% con respecto al peso del cemento. Para ello se analizaron 12 probetas para cada edad, las cuales fueron ensayadas a los 7, 14 y 28 días de curado, para ensayo de la resistencia a la compresión, y con respecto al ensayo de permeabilidad se ensayó a los 28 días de curado.

Una vez obtenido la información de los resultados del laboratorio se analiza el concreto en estado fresco como asentamiento, concreto en estado endurecido como resistencia a la compresión y el comportamiento de la permeabilidad del concreto de acuerdo a los resultados el aditivo impermeabilizante por cristalización con respecto al asentamiento disminuye la trabajabilidad, sin embargo en la resistencia a la compresión el resultado mejora en un 17% con relación al concreto patrón con el 1% de aditivo, por otro lado el ensayo de absorción disminuye progresivamente a mayor dosificación llegando a disminuir un 25% en relación al concreto patrón con 3% de aditivo, cuyos resultados son representados mediante tablas y gráficos.

Al finalizar la investigación se realizó la discusión de los resultados con los antecedentes de los autores señalado en la investigación, posteriormente se dio las conclusiones y recomendaciones.

Palabras claves: aditivo, asentamiento, permeabilidad, absorción, concreto.

## ABSTRACT

The thesis deals with “Evaluation of the use of the crystallization waterproofing additive to reduce permeability and improve the compressive strength of concrete  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$  Carapongo, Lurigancho, Lima 2019”, whose purpose is to evaluate the behavior of the additive Aquafin Ic Admix, in the properties of concrete such as compressive strength and permeability, using sol cement, type I, the aggregate materials is from the trapiche quarry and additive brand is Aquafin Ic Admix.

The research method is applied, has an experimental design of a correlational level and a quantitative approach. To carry out the different physical tests and determine their properties, specimens without additive or standard and with additives in percentages of 1%, 2% and 3% with respect to the weight of the cement have been analyzed. For this, 12 specimens were analyzed for each age, which were tested at 7, 14 and 28 days of curing, for compression resistance tests, and with respect to the permeability test, they were tested after 28 days of curing.

Once the information on the results of the laboratory is obtained, the concrete is analyzed in the fresh state as a settlement, concrete in the hardened state as resistance to compression and the behavior of the permeability of the concrete, according to the results the crystallization waterproofing additive with respect to the workability decreases at settlement, however in compression resistance the result improves by 17% in relation to the standard concrete with 1% of additive, on the other hand the absorption test progressively decreases at higher dosage reaching a decrease of 25 % in relation to the standard concrete with 3% of additive, whose results are represented by tables and graphs.

At the end of the investigation, the discussion of the results was carried out with the background of the authors indicated in the research, subsequently the conclusions and recommendations were given.

Keywords: additive, settlement, permeability, absorption, concrete.

## **I.- INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad Problemática**

En la construcción generalmente, el concreto sufre diferentes daños, ya sea físicos, biológicos, químicos y ambientales, dichos factores ocasionan fisuras, eflorescencia, grietas, corrosión, etc. Siendo un material muy utilizado el concreto comunmente en la construcción, debiendose por su característica principal de duración, trabajabilidad y resistencia que proporciona, especialmente el concreto armado es importante en la construcción porque brindan a las estructuras el soporte de esfuerzo de tensión, sin embargo un acero dañado con corrosión, es decir la corrosión por carbonatación que es producido por la unión de la humedad con los gases contaminantes de la atmosfera, esto producirá que pierda su adherencia el concreto con el acero, ocasionando disminución de la estabilidad de la estructura.

La tecnología en los últimos años ha venido avanzando en la industria de la construcción, en lo que se puede observar existen variedades de tipos de productos químicos que son adicionados al concreto, entre ellos podemos ver los aditivos que actúan por cristalización. Una característica de la impermeabilización por cristalización es la capacidad de auto sellado de fisuras; los aditivos reaccionan con la humedad creandose millones de cristales que sellan los poros y grietas, la cual bloquea el paso del agua a través de los huecos capilares. En las condiciones secas estos quimicos permanecerán inactivos, y se reactivan cuando vuelven a ser expuestos nuevamente a la humedad aunque sea después de años. Los aditivos de impermeabilización por cristalización son utilizados para que mejore las propiedades de durabilidad del concreto, esto se puede ver en distintos paises del mundo, según investigaciones científicas.

En la localidad de Carapongo que pertenece al distrito de Lurigancho, el terreno presenta contenido de salitre y hay bastante humedad ya que las viviendas son casa con huertos y todas las casas a la fecha presentan daños por efectos del salitre siendo un problema frecuente que a la fecha no se ha podido resolver porque a pesar que se ha resanado la zona afectada sigue el problema.

A la fecha, la zona viene incrementándose las construcciones de viviendas, por los cuales dichas viviendas tienen problemas como la corrosión de acero, asentamiento de viviendas, la eflorescencia en muros de las viviendas.

Figura 1: Viviendas dañadas por efectos del salitre



Fuente: propia



Fuente: propia

Como se observa en la figura 1, muchas de las viviendas presentan este inconveniente debido a la humedad siendo una problemática frecuente en toda la zona de estudio, por lo que urge controlar esta problemática porque no solo daña la vivienda sino que tiene influencia en la valorización de la vivienda si algún vecino desea vender su casa.

Figura 2: Vivienda colindante a un huerto



Fuente: propia (presencia de eflorescencia)

En la figura 2, se observa una vivienda colindante a un huerto de hortalizas, donde la humedad a dañado las paredes, en vista que se riegan por surcos y la humedad llega hasta la base de la vivienda ocasionando este inconveniente.

## 1.2 Trabajos Previos

### 1.2.1 Internacionales

Rodríguez (2015), titulado **“Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil”**, en la Universidad Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador. Su investigación tiene el objetivo primordial hacer un estudio de eficiencia uso de aditivos impermeabilizantes por cristalización en comparación con el uso de métodos tradicionales de impermeabilización. El nivel de investigación fue cualitativo, diseño experimental. La población será todos los bloques utilizados para las pruebas de absorción y tiempos de cristalización, cada bloque tendrá una cantidad y porcentaje del aditivo prueba, mientras la muestra serán los bloques donde se aplica los aditivos y métodos impermeabilización externos utilizados para solucionar los problemas de filtraciones. Se prepararon 7 muestras de un hormigón simple tomando uno de patrón, 6 de recubrimientos impermeables externos y 3 incorporando el aditivo por cristalización en pequeños moldes plásticos donde determinaremos las ventajas y desventajas de estos productos. Se plantea por el autor la siguiente conclusión: Al realizar el estudio comparativo de los métodos para la impermeabilización. Se tendrá una idea clara de cuál es el más idóneo a emplear para reducir de filtraciones, o el más adecuado entre los tradicionales y el propuesto por cristalización, por tal razón se deberá exponer claramente, tomando en cuenta el análisis cuantitativo y mediante las pruebas de laboratorio realizadas para este proyecto, todas sus ventajas y desventajas por más irrelevantes que parezcan, para de esta manera tomar una decisión, al momento de elegir el método que más nos convenga.

Girón y Ramírez (2016), en su tesis titulada **“Impermeabilización de superficies en la construcción de edificios”**, en la Universidad Distrital Francisco de Caldas, Bogotá, Colombia, su objetivo fue mediante el uso de ensayos, estadísticas, guías e instructivos, estandarizar y caracterizar los procedimientos requeridos para realizar una óptima impermeabilización. Considera que el sistema de impermeabilización tiene como objetivo cuidar, preservar y prolongar la vida útil de las edificaciones iniciando con un acertado diseño, con elección correcta de materiales e instalación y aplicación efectiva de los impermeabilizantes.

Rodriguez (2016), en su tesis **“Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante”**, Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, su finalidad es investigar las propiedades mecánicas de agregados extraídos de tres lugares distintos de la ciudad de Ambato. Es un estudio descriptivo, aplicado en el que empezó con el diseño en hormigón con el material idóneo en dos resistencias a compresión, las más usualmente utilizadas en las especificaciones técnicas en el medio que son de 210 y 240 kilogramos sobre centímetro cuadrado. En conclusión se verificó que existe una disminución muy importante de permeabilidad en hormigones de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> con el uso del aditivo impermeabilizante.

Limón (2016), en su tesis **“Estudio sobre tecnologías aplicadas a las mezclas de concreto hidráulico para reducir su permeabilidad al agua e incrementar su durabilidad”**, en la Universidad Nacional Autónoma de México, su objetivo fue utilizar tres aditivos reductores de la permeabilidad (ARP) junto con las recomendaciones, encontradas en la literatura, que han mostrado buenos resultados para obtener un concreto de baja permeabilidad y más durable. Además, evaluar el desempeño de cada aditivo realizando mezclas de concreto y comparar los resultados con concretos que contienen adiciones minerales (humo de sílice), para poder establecer el comportamiento y diseño de un concreto de baja permeabilidad. El estudio es aplicado y descriptivo. De acuerdo con los resultados y las dosificaciones manejadas, el aditivo reductor de la permeabilidad KIM de Kryton (8 kg/m<sup>3</sup>) presentó un mejor desempeño y tendencia en comparación con los otros aditivos reductores de la permeabilidad utilizados en este estudio.

### **1.2.2 Nacionales**

Tacusi (2016), titulado **“Estudio del concreto con aditivo impermeabilizante y cemento tipo I”**, Universidad Nacional de Ingeniería, como objetivo es la absorción del concreto con este aditivo. La investigación es descriptiva y se diseñó mezclas de concreto con el método de agregado global y dosificada a base de proporción unitario en peso. Los ensayos realizados fueron según las normas NTP, estudiando las propiedades en los dos estados: fresco y endurecido. En conclusión estos resultados se mostró una reducción de absorción de agua de 14.16% para concreto de reacción a/c de 0.45 y de 20,07% para concreto de reacción a/c de 0.50. Finalmente hubo un incremento de resistencia a la

compresión axial en 19,66% para concreto de reacción a/c de 0.45 y para concreto de reacción en 25,6% y a/c de 0.50.

Alvarez (2017), en su tesis **“Eficiencia de barrera horizontal impermeabilizante frente a la ascensión capilar en muros no portantes conformados por ladrillos tipo V”**. Cuya finalidad fue determinar la eficiencia de barreras impermeabilizantes frente a la ascensión capilar en muros no portantes conformados por ladrillos tipo V. La investigación es de tipo experimental, verdadero, de posprueba únicamente y grupo control. El resultado de la ascensión capilar promedio del grupo al que le aplicamos el producto fue de 0.3 cm y la ascensión capilar promedio del grupo que permaneció bajo condiciones normales fue de 26.6 cm; lo que nos permite concluir que logramos una aplicación eficiente del producto que asciende a 98.85% y consecuentemente expresamos una comprobada recomendación para el control de la humedad capilar, y evitar el deterioro estético y mecánico de las edificaciones.

Barreda y Cahuata (2018), en su tesis **“Evaluación de la permeabilidad del concreto utilizando aditivos impermeabilizantes por cristalización aplicado en las estructuras hidráulicas de concreto armado”**, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, para el cual se confeccionaron concretos de diferentes tipos: concreto (concreto sin impermeabilizante – CSI, concreto con impermeabilizante sella poros – CISP y concreto con impermeabilizante por cristalización – CIC), y a su vez cada tipo de concreto con relación a/c 0.35, 0.40, 0.45 y 0.50. Se desarrollaron conceptos relacionados con la permeabilidad del concreto como: relación agua/cemento, porosidad del concreto y curado del concreto. Asimismo para determinar las propiedades de los materiales y la dosificación para los diferentes tipos de concreto.

Sudario (2018), en su tesis **“Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en el concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  elaborado con cemento de tipo I, Ventanilla 2018”**, su objetivo es evaluar la influencia en la incorporación del aditivo sikacem impermeable en la propiedad del concreto como resistencia a la compresión y permeabilidad, cuyo agregado es de la cantera Trapiche, cemento Sol tipo I y el aditivo sikacem impermeable de densidad 1.02 kg/l., dentro de la clasificación este tipo es una investigación Aplicada – cuasi experimental – explicativa. Para cada porcentaje de aditivo



se tuvieron 12 probetas. En conclusión, la adición del aditivo Sikacem impermeable en un concreto diseñado para  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , influye de manera efectiva en la propiedad del concreto, en estado fresco así como en estado endurecido, ya que la adición 2% y 3% influyeron propiedades como: asentamiento (slump), peso unitario, fraguado, trabajabilidad, resistencia a la compresión, permeabilidad del concreto.

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

Previo al desarrollo teórico es preciso tener conocimiento de los aspectos relacionados con la impermeabilización.

#### **1.3.1 Impermeabilizantes por cristalización**

##### **1.3.1.1 Definición**

Plopez (2017), considera que: “las construcciones en contacto constante e intermitente con el agua, utilizan aditivos impermeabilizantes para proteger y conservar las distintas infraestructuras, al añadir el compuesto químico directamente a la mezcla, resulta un proceso llamado “Cristalización”, este método de impermeabilización es diferente al resto.

##### **1.3.1.2 Ventajas de impermeabilizantes por cristalización**

Al respecto Plopez (2017), establece:

Su principal característica del impermeabilizante por cristalización está en la incorporación al material de construcción. El cual cubre de forma efectiva en caso de riesgos que hubiese filtración y por consecuencia la humedad. Al “cristalizar” el concreto, produce que la superficie mejore la cubierta y no solamente donde existe el problema de la zona.

La duración del tiempo de vida de los impermeabilizantes por cristalización es evidentemente mayor a otros impermeabilizantes, aplicado de forma distinta. Por lo tanto se puede obtener el material que va ser más duradero, ya que no va requerir colocar más material impermeable, porque ya lo tiene. Cabe decir que se menciona porque es de importancia que el material de construcción debe ser protegido, así se extenderá la vida útil, y la edificación estará libre de filtraciones y será más duradero.

Un material protector se debe que un impermeabilizante por cristalización está dentro de un material de construcción, puede desempeñar a perfección en evitar filtraciones, esto es si se incluye técnicas en realizar infraestructuras, estas estarán protegidas, en el momento

de presentarse humedad, no será necesario investigar alguna forma de corregir, porque el impermeabilizante va a conservar en la infraestructura y no habrá riesgo en la estructura.

Esta aplicación permite que sea de forma efectiva y rápida, sin contar con mucho costo en procedimientos y maquinarias.

Carece de agentes tóxicos: Este tipo de impermeabilizante por cristalización no constituye ningún tipo de tóxico, por lo que hace perfecto si se busca proteger un tanque de almacenamiento de agua, un estanque, una piscina o cualquier infraestructura donde no debe existir factores tóxicos.

Auto curación: Estos químicos del Impermeabilizante por cristalización, permiten curar la estructura como grietas que puedan haber por diferentes motivos. El límite de grosor de grietas a curar es de 0,4 mm/ 1,64"

Las variedades de superficies en la que son aplicados: Esta impermeabilización se aplica en estructuras; por ejemplo túneles, piscinas, paredes, suelos, estanques, fosas de ascensor, tanques de agua potable, y otros.

### **1.3.1.3 Características de los materiales impermeables**

Montiel (2014), considera las siguientes características:

Elasticidad: No solo impiden el paso de agua, sino también deben tener buena flexibilidad para no deteriorarse con los movimientos frecuentes de las estructuras que protegen.

Permeabilidad: Es preciso que los impermeabilizantes permitan que el vapor y humedad atrapados bajo ellos salgan a la superficie.

Resistencia a la radiación solar: Estos deben descomponer poco por efecto de la radiación y al mismo tiempo deben tener una capa protectora de material para que su tiempo de vida no sea corta.

### **1.3.1.4. Aditivos**

Los aditivos se usan con el fin de modificar favorablemente el comportamiento del concreto en estado fresco y mejorar a determinadas propiedades deseables en el concreto endurecido.

Mozo (2014), considera que “La práctica que se recomienda para el uso de aditivos en el concreto, consiste en considerar como medio complementario y no como un sustituto de otras medidas primordiales, tales como la utilización de un cemento apropiado, un buen diseño de mezcla de concreto, prácticas constructivas satisfactorias”. (p. 4)

También Mozo (2014), resalta hay razones por lo que se usan aditivos:

El concreto fresco: Incrementa la trabajabilidad sin aumentar agua, disminuye el contenido de agua sin modificar su trabajabilidad, extiende una ligera expansión, modifica velocidad y volumen de la exudación.

En el concreto endurecido: Se disminuye el calor de hidratación en el proceso inicial de la resistencia, se incrementa la durabilidad del concreto, disminuye el flujo capilar de agua, también disminuye la permeabilidad de los líquidos.

### **Aditivo Aquafín:**

“Estos químicos van a reaccionar con la humedad y la cal libre del concreto creando millones de partículas cristalinas que son llenados dentro de los poros y vías capilares de las grietas del concreto, bloqueando permanentemente el paso del agua por el lado positivo o negativo, asimismo es protegido de la corrosión del refuerzo. Estos químicos forman parte integral al ser integrado al concreto para impermeabilizar. Los químicos se mantienen activo así sea años después, teniendo un permanente sellado contra la penetración del agua” (Aquafín).

Aquafín plantea que tiene los siguientes beneficios:

- Resiste la presión hidrostática fuerte en el lado negativo o positivo.
- Sella grietas de hasta 1/64" de pulgada (0.4 mm).
- Se convierte en parte integral del concreto.
- No es toxico. No contiene cloruros.
- Permanentemente activo.
- Protege el refuerzo

### **Aplicación**

Aquafín puede ser aplicado a cualquier mezcla de concreto, que necesite impermeabilización como ejemplo tenemos: los túneles y sistemas de metro, estructuras de estacionamiento, tanques de agua y tanques de aguas negras, etc.

Aquafín, plantea su funcionamiento:

- Durante su endurecimiento se va formando millones de fibras cristalinas dentro de los poros capilares.
- Las fibras cristalinas van a reducir el diámetro de poros, bloqueando el flujo de agua a través de los huecos capilares.

- El concreto tratado se mantendrá sellado permanentemente.
- Bajo condiciones secas los químicos permanecen inactivo, sin embargo se reactivan cuando son expuestos a la humedad, así sea después de años.
- Aquafin puede sellar 1/64” de pulgada (0.4 mm), que ocurren meses o años después de que el concreto ha sido curado o endurecido.
- Estos químicos impermeabilizantes reaccionan rápidamente. Sin embargo puede pasar varias semanas para que pueda alcanzar su máxima capacidad impermeabilizante.
- Los factores ambientales como la temperatura, densidad del concreto, humedad y condiciones del clima van a afectar el tiempo del proceso de sellado.
- El concreto con impermeabilizante protege contra la corrosión del acero de refuerzo el congelamiento y daños que puedan causar el clima.

### **1.3.2 Concreto**

Sánchez (2001), consideró que:

El concreto es una mezcla de material aglomerante (Cemento Portland Hidráulico), más un material de relleno (agregados o áridos), agua y si fuese necesario los aditivos, que luego de fraguar forma un compacto (piedra artificial) y después de un tiempo de curado, tiene la capacidad de resistir grandes esfuerzos” (p. 19).

Al respecto el concreto constituye una mezcla de un aglomerante o aglutinante, agregados, agua y si es necesario aditivos. Por ello el cemento actúa como aglomerante, al actuar químicamente con el agua, por lo cual el valor de relación de agua/cemento es vital en el diseño de los concretos.

#### **1.3.2.1 Componentes del concreto**

**a) Cemento:** “Es un material pulverizado, el cual tiene la propiedad de aglomerar, cuando se pone en contacto con cierta cantidad de agua (dosificación), se genera una pasta aglomerante capaz de endurecer, ya sea debajo del agua, en contacto con el aire y lograr formar compuestos estables” (SENCICO, 2014, p. 9).

En la construcción se necesitan distintos tipos de cemento que garanticen la durabilidad del concreto.

En relación a los tipos de cemento en la construcción según SENCICO (2016, p.10) indica:  
 Tipo I: Es el cemento de uso general, empleado para cualquier obra donde se utilice el concreto.

Tipo II: Este cemento tiene resistencia moderada a sulfatos y a un mediano calor de hidratación.

Tipo III: Este cemento presenta una mayor resistencia a temprana edad, se utiliza cuando se requiere grandes resistencias iniciales, pero originando que el calor de hidratación sea mayor.

Tipo IV: Este cemento es usado cuando se requiere en la mezcla un bajo calor de hidratación, que minimice la expansión en el fraguado del concreto.

Tipo V: Este se utiliza en obras que exista un gran contacto con los sulfatos, es decir cuando se requiera una mayor resistencia a los sulfatos.

## **b) Agregados**

**Agregado fino:** Según la NTP 400.037, señala que:

“Con respecto a la granulometría esta deberá ser continua, en otras palabras que en los tamices el total de retenidos de agregados deben ser similares, además el retenido en dos mallas consecutivas no debe superar el 45%. De acuerdo al módulo de fineza, se calcula que debe ser mayor de 2.3 pero no menor a 3.1 el agregado fino, ello genera concretos de una adecuada manejabilidad y menor segregación”. (2014, p.8).

**Agregado grueso:** Según la NTP 400.037, señala que:

“Es considerado cuando éste no pasa del tamiz N° 4, lo pueden conformar la grava, piedra chancada, concreto reciclado o la combinación de ellos. Este agregado está constituido por las partículas de forma angulares o semiangulares que se encuentren limpias, compactas y preferiblemente ásperas” (2017, p.12).

**Módulo de Finura:** Según la NTP 400.012, señala que:

“Es un número que no tiene dimensión, este representa a las partículas del agregado de una magnitud promedio, son utilizados para el control de homogeneidad de los agregados. El módulo de finura son obtenidos mediante el adición de los porcentajes que no pasan en los siguientes tamices 1 ½, ¾, ⅜, N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 y dividido entre 100”.

**Peso Unitario:** (NTP 400.017)

Se le conoce como peso unitario del agregado o volumétrico aparte se conoce si se encuentra compactado o suelto.

El peso unitario es el cociente del peso de las partículas entre el volumen total, se considera los vacíos. El método para el resultado está normado por el NTP. 400.017 y ASTM C29. Siendo utilizado en la transformación de pesos a volumen y viceversa. Consta de dos tipos:

#### **Peso Unitario Suelto (P.U.S.)**

Para el peso unitario suelto, es necesario obtener el peso del agregado que debe ocupar un envase de volumen unitario “peso volumétrico unitario” por lo que se trata de volúmenes que son ocupados por el agregado. El peso se utiliza para convertir la cantidad de peso a cantidad en volumen. En el proceso del ensayo se deja caer suavemente el agregado, dentro de la vasija hasta llenarlo.

#### **Peso Unitario Compactado (P.U.C.)**

Es el nexo del peso del material compactado y el volumen del envase que lo contiene. Es la valoración del peso unitario compactado son utilizados para conocer el volumen absoluto del agregado grueso en la mezcla.

#### **Peso específico (NTP. 400.022)**

Consiste en la interacción de su peso entre el peso del volumen equivalente de agua, son utilizados para el cálculo en el control y diseño de la mezcla.

#### **Porcentaje de absorción**

Se conoce como porcentaje de absorción a la capacidad del agregado en el llenado de los vacíos con agua dentro de las partículas. Esto es producido por capilaridad no siendo llenado los poros puestos que es constante que se produzca aire atrapado. Influye cuando se evapora el agua de la mezcla.

**c) Agua:** Es un componente principal del concreto donde depende de la resistencia y trabajabilidad, asimismo el agua con el cemento actúa para poder ocasionar el endurecimiento.

Uno de los requisitos del agua es que debe ser potable para la mezcla, y se debe verificar que el agua debe ser libre de sustancias que sean dañinos para el concreto.

### **1.3.2.2 Propiedades del concreto fresco**

#### **a) Consistencia**

“Es una propiedad de la mezcla de concreto, por el cual define su humedad por medio del grado de fluidez, con lo cual se comprende que cuanto sea más húmeda la mezcla será

mejor la facilidad de la fluidez del concreto al momento de su colocación” ( Rivva, 2000, p.208).

La consistencia determina el grado de fluidez de la mezcla, abarcando desde la más seca a la más fluida, para ello se realizará la prueba de consistencia conocido como el cono de Abrams, esta prueba es importante antes de su colocación.

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento</b>
Seca	0” - 2”
Plástica	3” - 4”
Fluida	$\geq 5$ ”

### **b) Trabajabilidad**

“Es una propiedad del concreto fresco, que consiste en la capacidad del concreto para ser colocado y compactado en forma adecuada, para reducir la segregación y exudación al finalizar el fraguado inicial; esta propiedad está ligada a su plasticidad, ya que se define como la capacidad del concreto fresco para moldearse a cualquier superficie de encofrado y tomar su forma al momento de quitar el molde”. (Gutierrez 2003, p. 55).

La trabajabilidad influye en el elemento terminado, ya que depende también la compactación y por esta la densidad del concreto, a mayor compactación se tendrá mayor densidad y por consiguiente mayor será la resistencia del concreto.

### **c) Exudación**

“Se define exudación como una elevación de un volumen de agua de la mezcla hacia la superficie de este, frecuentemente a causa del sedimento de los sólidos. Este proceso de exudación comienza posteriormente cuando el concreto es colocado y consolidado en los encofrados y es extendido hasta que el fraguado se inicia en la mezcla, se obtenga mayor consolidación de sólidos o se genere la unión entre las partículas” (Rivva, 2000, p. 244).

### **d) Peso Unitario**

“El volumen de sólidos y volumen total de una unidad cúbica. Guardan una correlación. También se entiende como una porción de un volumen determinado. Por lo tanto, el peso unitario será el peso de una muestra, comprende como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido. Por lo tanto, el peso unitario del concreto será el peso de una muestra al cual se le realice el varillado, el cual será una parte representativa del concreto, esta será expresada en  $\text{kg/m}^3$ ” (Rivva, 2000, p. 213).

**e) Contenido de aire:**

“Este proceso de mezclado del concreto se genera una pequeña cantidad de aire de 0.2 a 3%, la cual es aportada por los materiales, por lo cual depende del tamaño máximo nominal del agregado” (Rivva, 2000, p.213).

Los ensayos se efectúan como indica la norma NTP 339.083 y/o ASTM C 231.

La dosificación de las mezclas debe considerarse el aire atrapado, según el cuadro

**Tabla 1.- Contenido de aire atrapado en la mezcla**

<b>TMN Agregado Grueso</b>	<b>Aire atrapado (%)</b>
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: ACI comité 221.1

**f) Prueba de consistencia:**

Para la consistencia de una mezcla donde se determina el máximo tamaño de agregado menor o inferior a 2" existen diferentes métodos, como el ensayo de cono de abrams, lo cual verifica que el mezclado sea fluida. Para este procedimiento se basa en la NTP 339.035 en la que se detalla.

“Primero el molde se humedece y se despues se pone sobre una superficie plana y rígida. Luego llenar el molde y el concreto se coloca en tres capas de forma que cada capa sea un aproximado una tercera parte del volumen total de la vasija El concreto se pone y se mueve el cucharón en todo el perímetro de la boca del molde, para conseguir una distribución adecuada y se genere una mínima segregación. Cada capa se aplicará 25 golpes con una barra que compacte, estos se aplica de forma uniforme en toda la sección de la capa. El molde se tendra que llenar en exceso antes de compactar la capa última, con la finalidad de enrasar con la varilla para luego desmoldar e inmediatamente medir el asentamiento”. (2014, p.9).

**1.3.2.3 Propiedades del concreto endurecido**

**a) Relación agua-cemento**

Según Gutiérrez (2003), “La relación agua cemento es el factor más importante en la resistencia del concreto, ya que de dicho factor depende tener mayor resistencia. Por lo tanto



la relación entre ambos generan distintas resistencias, además dependerá del agregado utilizado y el tipo de cemento” (p. 53).

#### **b) Contenido de aire del concreto**

Romero (2011), indicó:

En caso de bajas temperaturas donde se producen fenómenos de hielo y deshielo, las burbujas de aire que están dentro de la mezcla actuarán como las cámaras de expansión ante el incremento de volumen del agua al transformarse de líquido a sólido. Estas burbujas ayudan a reducir las tensiones internas que son causadas por el congelamiento o minimizar el deterioro y pérdida de la impermeabilidad, que se originaría en un concreto sin aditivo. (p. 86)

#### **c) Resistencia a la compresión**

“Es un elemento estructural, el cual se diseña para que adquiera cierta resistencia a la compresión. Con respecto a la resistencia a la compresión simple es una característica mecánica muy importante del concreto, ya que se emplea con normalidad para medir su calidad. Por otro lado, cuando se realizan diseños de pavimentos rígidos y otros elementos que están apoyados en terreno como son las losas, se diseñan concretos que son capaces de resistir esfuerzos de flexión” (Gutiérrez, 2003, p. 53).

#### **1.3.2.4 Ensayo de Permeabilidad**

“Respecto a la permeabilidad del concreto se puede decir que se refiere a la cantidad de líquidos que puede atravesar un cuerpo sólido poroso en un tiempo determinado, pues será la resultante de la composición de la porosidad en el concreto, la hidratación o lo ligado a la liberación del calor en el hormigón, y aparición de grietas por contracción plástica cuando este fragüe” (Choque y Ccana, 2016, p. 54).

La permeabilidad se refiere a la entrada de cualquier sustancia líquida por los poros por un lapso de tiempo, este ingreso es por la porosidad del concreto afectando la duración de la vida útil de la estructura, por lo que produce la corrosión del esfuerzo.

#### **Factores que influyen en la permeabilidad**

Existen diversos factores que influyen en la permeabilidad que ocurre desde la producción, en el proceso y en la colocación. Los factores que afectan son los siguientes:

Relación agua/cemento, Porosidad, Curado de concreto.

### **Relación de la durabilidad de un concreto**

La durabilidad está ligada a no perder las propiedades y características de las cuales fueron diseñadas ya sea debido a los ataques químicos o cualquier acción que deteriore el concreto, la permeabilidad tiene relevancia cuando se dice de durabilidad, por lo que si un concreto contiene una permeabilidad alta es vulnerable y propensa a que la durabilidad se disminuya por los daños ocurrido dentro de su estructura como ataques químicos, distinto a un concreto con baja permeabilidad que puede tener mayor durabilidad ya que no permite el paso de líquido que dañe el concreto.

### **Porosidad del concreto**

En el transcurso del proceso del fraguado del concreto, se produce la exudación, asentamiento e hidratación del cemento es cuando se forma las redes de poros en el concreto. La porosidad del concreto está de manera directa involucrado con la resistencia y con la permeabilidad, ya que es el responsable del ingreso de agentes externos del concreto.

#### **1.3.2.5.- Ensayo de Densidad, Absorción y Vacío en concreto endurecido.**

PNTP 339.187 Hormigón (Concreto) Método de ensayo normalizado para establecer la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el hormigón (concreto) endurecido.

Se detalla el siguiente procedimiento:

**Peso seco:** Se pesan las porciones y se seca en un horno, no menor de 24 horas a una temperatura de 100°C a 110°C. Se saca los especímenes y dejar que enfríe al aire (de preferencia en un desecador) a temperatura de 20°C a 25°C y se procede a pesar.

Si el espécimen estaba comparativamente seco cuando se realizó el primer peso y el segundo peso está muy cerca con el primero, se considera seco.

Si el espécimen estaba húmedo cuando se realizó el primer peso, colóquelo en el horno para un segundo tratamiento de secado por 24 horas y se vuelve a pesar.

Si la tercera pesada verifica a la segunda, considérela seca. Cualquier duda que hubiese, volver a secar el espécimen por un tiempo de 24 horas, verificando los pesos obtenidos. Si los distintos valores obtenidos entre dos pesadas sucesivas exceden en 0,5% del menor valor, retornar los especímenes al horno por un período adicional de 24 horas de secado, y se tendrá que repetir el procedimiento hasta que la diferencia entre dos pesadas sucesivas cualesquiera, sea menos que 0,5% del menor peso obtenido. Se designa a este último como A.

**Peso saturado después de la inmersión:** Luego de secar y enfriar en la totalidad el espécimen, sumergirlo y determinar su peso en agua un aproximado a 21 °C, no menos de 48 horas y hasta que dos pesadas sucesivas de la muestra con superficie seca a intervalos de 24 horas, se muestre un aumento en peso de menos de 0,5% del mayor valor.

Secar la superficie el espécimen removiendo esta humedad superficial con toalla y pesarlo. Se designa, este peso final superficialmente seco después de la inmersión, como B.

**Peso saturado después del hervido:** Se coloca el espécimen procesado de acuerdo con el apartado 5.2 en un contenedor adecuado, cubrir con agua potable y hervir durante 5 horas. Dejar enfriar por pérdida natural de calor, no menos de 14 h y a una temperatura final de 20 °C a 25 °C. Remover la humedad superficial con una toalla y pesar el espécimen. Se designa el peso saturado, hervido, superficialmente seco, como C.

**Peso aparente sumergido:** Después de la inmersión y el hervido, se suspende el espécimen con un alambre y pesarlo en el agua. Se designa a este peso aparente como D.

Donde:

A = Masa de la muestra seca, g

B = Masa de la muestra saturada superficialmente seca, después de la inmersión, g

C = Masa de la muestra superficialmente seca, después de la inmersión y hervido, g

D = Masa aparente de la muestra en agua, después de la inmersión y hervido, g

#### **1.3.2.6.- Ensayo de Absorción**

El concreto es un material con un cierto índice de porosidad y al contar el material con una red de poros en su interior, podemos decir que a medida que el material se va saturando, la velocidad del ingreso del agua por absorción capilar se disminuye hasta que se detiene una vez que éste totalmente saturado.

El agua al tocar una superficie de un concreto convencional tendrá un efecto de atracción semejante al producido por una esponja.

## FORMULA

Absorción después de inmersión ( $A_i$ )

$$A_i = \left( \frac{B - A}{A} \right) \times 100 \quad \text{en (\%)}$$

Absorción después de Inmersión y Ebullición ( $A_e$ )

$$A_e = \left( \frac{C - A}{A} \right) \times 100 \quad \text{en (\%)}$$

Densidad Global Seca ( $\rho_s$ )

$$\rho_s = \left( \frac{A}{C - D} \right) \times \rho_{agua} \quad \text{en (g/cm}^3\text{)}$$

Densidad Después de Inmersión ( $\rho_i$ )

$$\rho_i = \left( \frac{B}{C - D} \right) \times \rho_{agua} \quad \text{en (g/cm}^3\text{)}$$

Densidad Después de Inmersión y ebullición ( $\rho_e$ )

$$\rho_e = \left( \frac{C}{C - D} \right) \times \rho_{agua} \quad \text{en (g/cm}^3\text{)}$$

Densidad Aparente ( $\rho_a$ )

$$\rho_a = \left( \frac{A}{A - D} \right) \times \rho_{agua} \quad \text{en (g/cm}^3\text{)}$$

Volumen de Vacíos ( $V_v$ )

$$V_v = \left( \frac{C - A}{C - D} \right) \times 100 \quad \text{en (\%)}$$

### 1.3.3 Diseño de Mezcla

La norma ACI 211, lo define como un proceso, mediante el cual se calcula la cantidad de materiales que serán necesarios para elaborar  $1\text{m}^3$  de concreto. Para hacer el cálculo utilizamos los conocimientos adquiridos en la técnica y practica sobre los materiales y que reacciones se producen al ser unidos mediante la mezcla. Por ello al elaborar el diseño de mezcla es necesario conocer las propiedades físicas y químicas de los materiales, su forma y tamaño; además se debe saber las estructuras que se quieran realizar y a las situaciones que esta estructura estará expuesta.

Según Laura (2006, p.4), plantea: es necesario desarrollar distintos tipos de ensayos físicos tanto agregados gruesos y finos, que son traídos de canteras, tales como: análisis granulométrico, peso unitario suelto y compactado, peso específico, contenido de humedad, módulo de fineza, tamaño máximo, tamaño máximo nominal, etc.

### 1.3.3.1.- Pasos para realizar un diseño de mezcla

#### a) Determinar la resistencia requerida

Según Torres (2004), la resistencia requerida estará en el criterio y la lógica que aplique el diseñador, ya que tendrá que tener un adecuado conocimiento científico, práctico y teórico relacionado al diseño de concreto. Por otro lado se debe tener en cuenta que siempre existe dispersión a pesar de tener un control riguroso tipo laboratorio, por ende se tendrá en consideración la dosificación de la mezcla las distintas dispersiones que genera en las obras, así se tenga un control riguroso o no en la dosificación. Por lo que, se debe diseñar para obtener valores superiores a la resistencia especificada ( $f^c$ ), es decir una resistencia requerida ( $f^{cr}$ ). Con respecto a lo indicado debemos considerar una resistencia a la compresión promedio, teniendo consideración un aumento en la resistencia a la compresión el cual se quiere obtener. El diseño de la mezcla de la presente tesis se basa en tablas de norma ACI 211.1, de donde se obtiene la información como la relación agua/cemento, cantidad de agua requerida en la mezcla, el contenido de aire, la cantidad de cemento y el volumen de agregado grueso, para luego calcular el volumen del agregado fino por el método de volúmenes absolutos.

#### Criterios para la determinación de la resistencia del concreto.

REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS					
Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua ( $SO_4$ ) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato ( $SO_4$ ) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	$f^c$ mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	$0,0 \leq SO_4 < 0,1$	$0 \leq SO_4 < 150$	—	—	—
Moderada**	$0,1 \leq SO_4 < 0,2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq SO_4 < 2,0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < SO_4$	$10000 < SO_4$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009, p.38.

Se determinó utilizar una resistencia de  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , y la norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones el cual sugiere, que las cimentaciones que son expuestas a sulfatos moderado, de acuerdo a la realidad problemática del sector en estudio.

#### **b) Seleccionar el tamaño máximo del agregado**

La Norma Técnica Peruana, referidas a la parte estructural se recomienda el mayor tamaño del agregado grueso a usar dependa de lo económico que se cuente, no obstante deberán cumplir con características y dimensiones requeridas estructuralmente.

De acuerdo a la N.T.P. E. 060 plantea lo siguiente: el agregado grueso no debe ser mayor a:  $1/5$  de la menor dimensión entre las caras de encofrados; o  $1/3$  del peralte de la losa; o  $3/4$  del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo”.

De acuerdo a la norma, el primer punto se entiende que entre las caras del encofrado debemos guiarnos de la menor dimensión y de acuerdo ello el agregado tendrá  $1/5$  de dicha dimensión, con respecto al segundo punto se sacara la medida del peralte de la losa en caso se esté realizando el vaciado de una losa, el agregado tendrá  $1/3$  de dicha medida, finalmente cuando se refiere al tercer punto, se entiende que se guiaran con la medida entre barra y barra de refuerzo, es decir el agregado tendrá  $3 / 4$  de esta medida.

#### **c) Selección de asentamiento**

La norma ACI 211-99, plantea que: si el valor está en las especificaciones entonces se deberá basar el valor de acuerdo a la tabla de la Norma ACI comité 211, donde por medio de tablas se selecciona un adecuado asentamiento, se debe tener en cuenta el tipo de estructura que se va ejecutar, por lo tanto se determinó un asentamiento de 3” a 4”.

#### **d) Determinación del contenido de aire y volumen de agua**

De acuerdo con el ACI comité 211, existen distintas tablas que sirven para determinar una proporción sobre el porcentaje del contenido de aire, en la cual se realiza en una mezcla, que es relacionado con el máximo tamaño nominal que se calcula al agregado grueso. En referencia al volumen de agua necesario y formar un asentamiento, esto dependerá en especial de los tamaños máximos de agregado grueso.

#### **e) Elección de relación agua/cemento**

De acuerdo a Laura (2006, p.9), la relación a/c se calcula en dos formas, una es por la resistencia y otra por la durabilidad, sin embargo para seleccionar el valor indicado, se deberá elegir el menor valor, lo que lograra cumplir con lo establecido como requisito en las especificaciones técnicas. Ahora para considerar la relación a/c mediante la resistencia, es necesario cumplir con el requerimiento de durabilidad.

#### **f) Calcular el contenido de cemento**

Después de obtener el volumen de agua necesaria y la relación a/c, se calcula el contenido de cemento, dividiendo el volumen del agua entre la relación a/c. Este volumen del cemento está en referencia a 1 metro cúbico de concreto.

#### **g) Determinación del contenido de agregado grueso**

Luego de obtener el contenido de cemento, procedemos a calcular el volumen del agregado grueso para lo cual nos apoyamos. Luego de ello se procede a determinar pesando el material, usando el peso unitario compactado.

#### **h) Determinación del contenido de agregado Fino**

Luego de alcanzar el volumen del agregado grueso, se calcula el volumen de agregado fino luego se pesa del agregado fino para hacer el cálculo, esto se efectúa multiplicando por el peso específico. Para calcular el volumen de agregado fino se realizó en base al método volúmenes absolutos. Este método es un procedimiento más exacto para determinar volúmenes del agregado fino, el cual consiste en desplazar los volúmenes de los componentes (usando las gravedades específicas). Por lo cual se suma todos los volúmenes de los componentes ya determinados (agua, cemento, aire y agregado grueso), luego se descuenta el volumen unitario de concreto que sería 1 metro cúbico, el resultado es su volumen de agregado fino que ocupa el componente del concreto será similar a su peso dividido con la densidad del componente (el cálculo consiste en multiplicar el peso unitario por peso específico).

#### **i) Corrección por humedad**

Se sabe que los materiales se presentan en el ambiente natural con un porcentaje de humedad, por lo cual se debe corregir por humedad, dando como resultado nuevos pesos de los materiales, pues de lo contrario se tendrá un exceso en cuanto al volumen de agua, ello conllevaría a que el concreto producido obtenga una reducción en sus distintos tipos de resistencia. Al respecto Torres (2004, p. 95) plantea que: “Se debe tomar en cuenta la humedad que posee los agregados y después ser pesados de acuerdo a la norma indicada. Habitualmente poseen un cierto porcentaje de humedad los agregados, por lo cual es necesario que el peso seco del material se debe sumar el peso del agua que está en dichos agregados, ya se ha en la parte interna como en la superficial”. Con respecto a lo planteado

por el anterior autor, se puede mencionar que según norma debemos de tener en cuenta el contenido de humedad del agregado, ya que tanto interna como externamente poseen algún volumen de agua que al momento del diseño se deberá tener en cuenta, para evitar futuras fallas en las propiedades del concreto.

#### **1.4. Formulación del problema**

##### **1.4.1 Problema general**

¿Cómo contribuye la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la permeabilidad del concreto y como incrementa en la resistencia a la compresión en el concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ?

##### **1.4.2 Problemas específicos**

PE1: ¿Qué efecto produce el uso del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en el asentamiento del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ?

PE2: ¿Qué efecto produce el uso del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ ?

PE3: ¿De qué manera contribuye el aditivo del impermeabilizante por cristalización aquafin en la permeabilidad del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ?

#### **1.5 Justificación de estudio**

##### **1.5.1 Teórica**

Con respecto del plan del problema y del avance de la tecnología que permitan mejorar la capacidad del concreto, específicamente la impermeabilidad, el propósito de esta investigación es desarrollar conocimientos nuevos sobre el uso del aditivo impermeabilizante aquafin en concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ .

##### **1.5.2 Práctica**

La presente investigación consiste en buscar solución al determinado problema de la corrosión del concreto que son ocasionados por la constante humedad, ya que estos causan daños a las estructuras de una edificación. Por lo que se plantea adicionar los aditivos impermeabilizantes por cristalización, para determinar los resultados si es beneficioso o no a las propiedades del concreto, donde se está investigando el mejoramiento con respecto a la permeabilidad, resistencia y durabilidad.



Valderrama (2013) indicó: “En una justificación de una investigación, que se expone el motivo por el cual se desarrolla dicho estudio. La justificación es la presentación y debemos tratar y hacer lo mejor y “vender” conseguir argumentos para el lector” (p.140).

El uso de concreto es importante, debido a que estas estructuras almacenan y/o transportan en gran volumen a una velocidad determinada de agua; por ello, es necesario impermeabilizar el concreto utilizando aditivos de última tecnología de esta manera aumenta la vida útil del concreto reforzado, disminuyendo el costo y mantenimiento en la construcción. En tal sentido se busca una solución a la problemática de la corrosión del concreto que son causados por la humedad del ambiente o del suelo, pues son daños causados a las estructuras de una vivienda que causan daños y al mismo tiempo tienen un impacto en la vida útil de la vivienda, por lo que se busca impedir el ingreso de algún fluido que dañe la estructura.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

La evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin reduce la permeabilidad del concreto e incrementa en la resistencia a la compresión en el concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

HE1: Mejora favorablemente el uso del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en el asentamiento del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

HE2: Se incrementa significativamente la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

HE3: Se reduce favorablemente con la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la permeabilidad del concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  .

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Evaluar la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin para la reducción de la permeabilidad del concreto y como incrementa en la resistencia a la compresión en el concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

### **1.7.2 Objetivos específicos**

OE1: Conocer el efecto que produce el uso de aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en el asentamiento del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

OE2: Identificar el efecto que produce el uso de aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

OE3: Determinar de qué manera contribuye el aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la permeabilidad del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

## **II.- MÉTODO**

## **2.1. Tipo y Diseño de investigación.**

### **2.1.1. Tipo de investigación.**

La tesis es de tipo aplicada, porque busca en reducir la permeabilidad mediante el uso de impermeabilizantes para así realizar cambios frente a una situación problemática.

Carrasco (2007) indicó: “Esta investigación se diferencia porque tiene propósitos prácticos inmediatos y son definidos, quiere decir investiga para luego actuar, modificar y producir cambios en una determinada parte del entorno” (p. 43).

El autor explicó que este tipo de investigación se realiza para situaciones problemáticas de realidades en las empresas, en la sociedad para buscar la aplicación y la solución ante éstos problemas.

### **2.1.2 Nivel de investigación.**

La investigación es de nivel correlacional y explicativo, porque se detalló los hechos sucedidos en la realidad problemática y explicó cuáles son las causas principales que dieron origen a esta situación problemática de estudio.

Hernández (2003) indicó: “La investigación correlacional es una investigación que tiene el propósito de evaluar la relación que consta entre dos o más variables (en un contexto en particular). Los estudios correlacionales miden el grado de relación entre dos o más variables (cuantifican relaciones). Quiere decir miden cada variable presuntamente relacionadas y luego miden y analizan la correlación. Estas correlaciones se expresan en hipótesis que son sometidas a prueba”. (p. 121).

Bernal (2010) indicó: “La investigación explicativa se basa como principal fundamento la prueba de hipótesis y busca como conclusión a la formulación de leyes o principios científicos” (p.115).

El autor explicó que las investigaciones explicativas buscan cuáles son las causas principales que dieron origen a la situación problemática, ya sea en un aspecto productivo, social, tecnológico, etc.

### **2.1.3 Enfoque de la investigación**

Tiene un enfoque cuantitativo mediante el uso de técnicas e instrumentos, la recolección de datos es medible numéricamente y posteriormente probadas mediante la hipótesis.

Ñaupas (2013) indicó: “Se caracteriza por utilizar métodos y técnicas cuantitativas y por ende tiene que ver con la medición, el uso de magnitudes, la observación y la medición de la unidad de análisis, el muestreo, el tratamiento estadístico” (p.73).

El autor explicó que los datos son cuantitativos y que se recolecta mediante la técnica observación.

### **2.1.4 Alcance de la investigación**

La investigación es realizada en Carapongo distrito de Lurigancho.

Supo (2012) indicó: “La variable de estudio es medida en dos o más ocasiones por ello, de realizar comparaciones (antes o después) son entre muestras relacionadas”. (p. 2)

El autor argumentó que la investigación se realiza la recolección de los datos de las variables en estudio en un periodo de tiempo, durante un (antes y después) de la muestra seleccionada y realizar comparaciones.

### **2.1.5 Diseño de investigación**

La tesis tiene un diseño experimental de tipo cuasi- experimental, porque la variable independiente es manipulada para ver su efecto en la variable dependiente.

Hernández, Fernández & Baptista (2014) indicaron: “El diseño experimental es una situación de control que se manipula, de forma intencional de una o más variables independientes (causas) para considerar como efecto de la manipulación de una o más variables dependientes (efectos)”. Los autores explicaron que el diseño experimental porque manipula las variables independientes para analizar los efectos en las variables dependientes (p.130).

Hernández, Fernández & Baptista (2014) indicaron:

“El diseño cuasi experimentales se manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar cuál es su efecto sobre una o más variables dependientes, los sujetos no se determinan al azar a los grupos ni se emparejan dichos grupos ya están

formados antes del experimento: son grupos intactos”. Los autores explicaron que el diseño es cuasi experimental porque manipula la variable independiente para ver los efectos en la variable dependiente. (p.151).

## 2.2. Operacionalización de Variables

### 2.2.1 Variable independiente: Aditivo impermeabilizante

Plopez (2017), considera que: “Los impermeabilizantes por cristalización, se utilizan para construcciones grandes y poder mantener las diferentes infraestructuras que son protegidas del agua, consiste en adicionar compuestos químicos directamente al material de construcción. Se le conoce a este proceso como “Cristalización”.

### 2.2.2 Variable dependiente: Concreto

Sánchez (2001), consideró que “Es una mezcla de material aglomerante (Cemento Portland Hidráulico), más un material de relleno (agregados o áridos), agua y si fuese necesario los aditivos, que luego de fraguar hasta formar un todo compacto y después de un periodo, tiene la capacidad de resistir o soportar grandes esfuerzos” (p. 19).

## 2.3. Población y muestra y muestreo (incluir criterios de selección)

### 2.3.1. Población

Levin & Rubin (2004), considera que “Una población es un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones. Debemos definir esa población de modo que quede claro cuándo cierto elemento pertenece o no a la población” (p. 10).

La población será conformado por probetas de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

La población será de: 40 probetas  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### 2.3.2. Muestra

Tabla 2: Cálculo tamaño de muestra finita

Parametro	Insertar Valor	Nivel de confianza	Z <sub>nifia</sub>
N	40	99.7%	3
Z	2.330	99%	2,58
P	50.00%	98%	2,33
Q	50.00%	96%	2,05
e	3.00%	95%	1,96
		90%	1,645
		80%	1,28
		50%	0,674

Fuente: Elaboración propia, 2019.

n = Tamaño de muestra

N = Tamaño de Población

Z = Nivel de confianza (98%)

p = Probabilidad que ocurra el evento estudiado

q = (1-p)= Probabilidad que no ocurra el evento estudiado

e = Error de muestra

$$n = \frac{40 * 2.33^2 * 0.5 * 0.5}{0.03^2 * (40-1) + 2.33^2 * 0.5 * 0.5} \quad n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

**n = 38.96**

El total del número de muestras que se van a ensayar será la población total, cada uno contiene un porcentaje de aditivo y otros sin aditivos y serán sometidos al ensayo con el objetivo de determinar la resistencia y la permeabilidad.

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista, (2014),

“La muestra es la esencia de un subgrupo de la población. Asimismo es un subconjunto de elementos que pertenecen a un conjunto, de características al que se conoce como población. A veces es posible medir a una población, obtener y seleccionar una muestra asimismo se busca que el subconjunto sea reflejo del conjunto de la población” (p. 175).

La Norma Técnica de Edificación E060 de Concreto Armado, se muestra en la presente investigación, se define de la manera siguiente:

“En cada relación de agua/cemento se deben elaborar y curar por lo menos tres probetas cilíndricas por cada edad de ensayo del concreto de acuerdo - Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory (ASTM C 192M). Los especímenes deben ensayarse a los 28 días o a la edad de ensayo planteadas para determinar f'c” (2009, p. 42).

Al respecto con lo planteado en la Norma E.060, para realizar ensayos de probetas se deben realizar 3 probetas por cada edad de ensayo, por lo cual se elaboran para 7, 14 y 28 días. Además se deberá diseñar para un f'c determinado, para luego comprobar si se llegó o no al

objetivo. Según la Norma ASTM C192-02 plantea que: “a menudo se utilizan para el ensayo edades de 7 y 28 días para ensayos de resistencia.

Los especímenes se hicieron en función a la Norma Técnica Peruana E060, donde muestra que la cifra mínima de muestras elaboradas es de tres (03) muestras para cada tiempo de ensayo. En la investigación se utilizaron 36 especímenes, elaborados con adición de aditivo impermeabilizante en porcentajes de 1%, 2% y 3% con respecto al peso del cemento, como se indica en la tabla:

TABLA 3: Cuadro de muestra

TIPO DE ENSAYO	TIEMPO DE ANÁLISIS (días)	CONCRETO PATRÓN	Con aditivo AQUAFIN % de aditivos			PARCIAL
			1%	2%	3%	
Resistencia a la Compresión	7	3	3	3	3	12
	14	3	3	3	3	12
	28	3	3	3	3	12
Permeabilidad	28	1	1	1	1	4
Muestra total						40

### 2.3.3. Muestreo

Se realiza distintos ensayos a todos los materiales que se va a utilizar, así también a los concretos sin aditivo y con aditivos, para evaluar el uso del aditivo en la propiedad del concreto.

El método para el muestreo de la investigación se utilizó el método no probabilístico por lo que se va a evaluar a la población completa.

De acuerdo (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, Pg. 160) El muestreo no probabilístico “es un diseño de estudio, consiste no en una representación sino en elección de sujetos con características específicas”.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1. Técnicas

“Es una investigación científica existen varias técnicas como recolección de información en una determinada investigación, es depende de lo que se desarrolla la investigación sea método y tipo” (Bernal, 2010).

Las técnicas de ésta investigación son: los análisis documentales y observación de campo.



#### **2.4.2. Instrumentos**

“Un instrumento de medición es adecuada cuando representa y registra datos de observación efectivamente conceptos o variables que tenga conocimiento el investigador” (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p. 199).

En esta investigación se utiliza los protocolos que resultan formatos estándares de las normas del ASTM tanto para el ensayo de compresión (ASTM C39) y para el ensayo de resistencia a la compresión (ASTM 334 ), así también en el diseño de mezcla se empleó método del ACI-211.1-91.

El instrumento que se utilizará es:

Guía de recolección de datos

#### **2.4.3. Validez**

Asimismo, Hernández (2014) “La validez está referido al grado de como un instrumento refleja un dominio de un contenido de lo que se mide” (p. 201).

Los instrumentos que se utilizan en la presente investigación están validados por las normas estandarizadas ASTM, para la resistencia a la compresión, adicionalmente algunas fichas están validadas por juicio de 3 expertos.

#### **2.4.4 Confiabilidad del Instrumento**

Por otro lado Hernández (2014) dice “La confiabilidad de un instrumento es, al utilizar se debe repetir al mismo individuo u objeto y debe producir igual los resultados” (p. 200).

#### **2.5. Métodos de análisis de datos**

“Es un conjunto de métodos estadísticos que relaciona el resumen con descripción de datos, ejemplos: tablas, gráficos y análisis por medio de algún cálculo”. (Córdoba, 2003, p.1).

Se realizará el análisis con enfoque en las hipótesis, pues se pretende obtener los resultados por medio de ensayos teniendo en cuenta los protocolos, los cuales son instrumentos confiables que permiten recoger los datos que dan en la realidad sin modificarlos, por lo cual se recogen resultados arrojados para el ensayo de resistencia y la permeabilidad para conocer la influencia de adición de aditivo con respecto al volumen del cemento.

#### **2.6. Aspectos Éticos**

En la investigación, los derechos de los autores se respeta ya sea de tesis, libros y fuentes de informaciones electrónicas por lo que ha sido citado a cada autor.

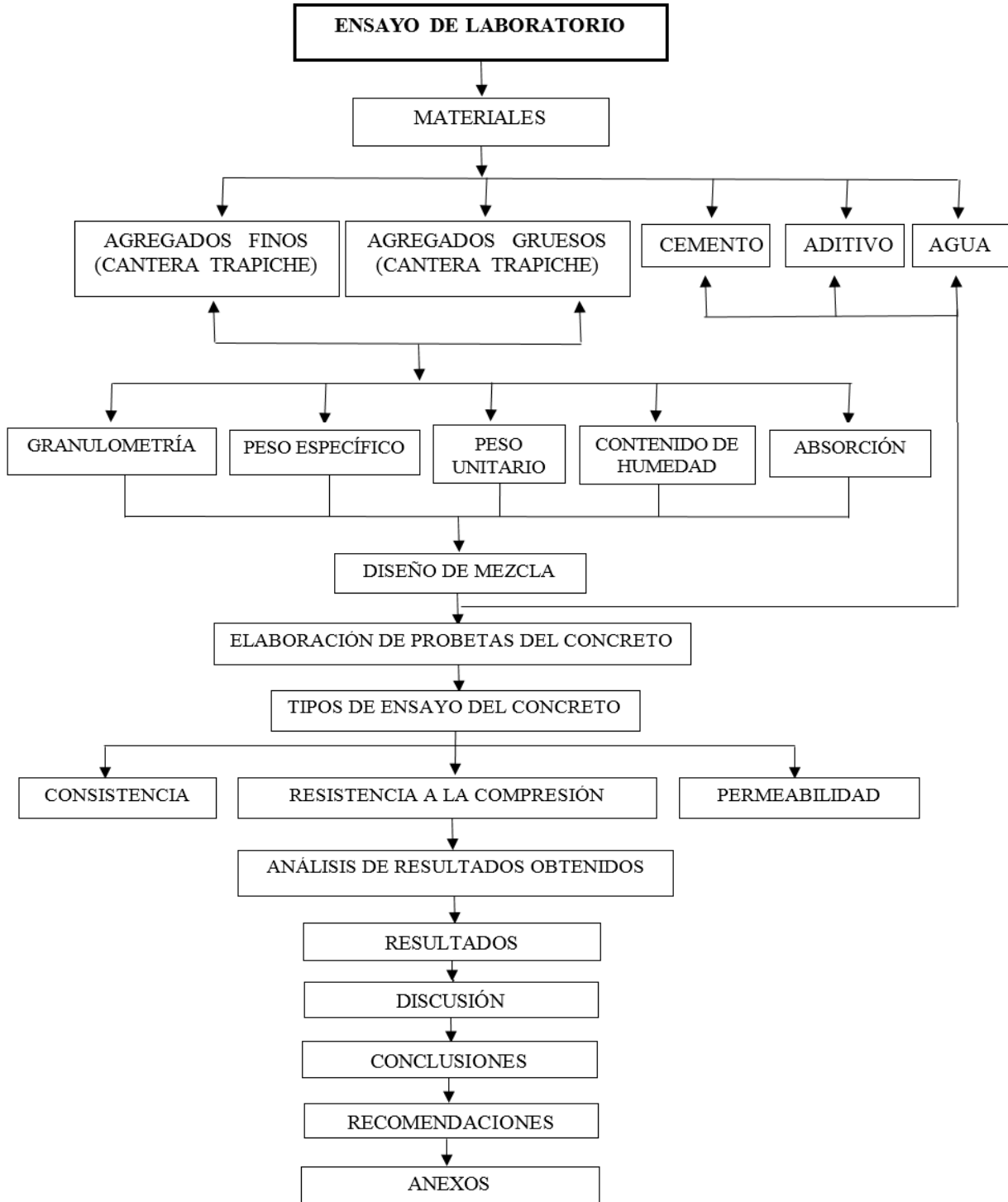
**Tabla 4: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>
V. Independiente  Aditivo Impermeabilizante	“Contiene químicos que reaccionan con la humedad y la cal libre del concreto creando millones de partículas cristalinos que llenan los poros, vías capilares y grietas dentro del concreto, bloqueando el paso del agua del lado positivo o negativo, es permanentemente bloqueado y el refuerzo es protegido contra la corrosión. Estos químicos penetran para hacerse una parte integral del concreto para impermeabilizar. Los químicos se mantienen activo así sea años después, permanentemente es sellado” (Aquafin).	Los impermeabilizantes protegen a las construcciones de los daños que son ocasionados por el agua. En el presente proyecto de investigación se adicionará aditivos de impermeabilizante por cristalización en un porcentaje de 1%, 2% y 3% con la finalidad de determinar el efecto en el concreto, haciendo los ensayos de probetas de permeabilidad y la resistencia a la compresión.	Cantidad de aditivos	Porcentaje del aditivo (%)	Ficha de recolección de datos
V. Dependiente  Concreto	Sánchez (2001), consideró que “Es una mezcla de material aglomerante, más un material de relleno (agregados o áridos), agua y si fuese necesario los aditivos, que luego de fraguar forma un compacto (piedra artificial) y después de un tiempo de curado, tiene la capacidad de resistir grandes esfuerzos de compresión” (p. 19).	El concreto, será elaborado con cemento de tipo I, y con respecto a los agregados deberán cumplir con los requerimientos granulométricos, la elaboración es de 40 probetas de las cuales se harán con concreto sin aditivo (patrón) y con aditivo adicionando porcentajes con ensayo de tiempos de 7, 14 y 28 días.	Asentamiento del concreto (mezcla en estado fresco)	- Slum del concreto - Relación agua/cemento	Ficha de recolección de datos
			Resistencia a la compresión (mezcla en estado endurecido)	Resistencia a la compresión (f'c)	Ficha de recolección de datos
			Permeabilidad	- Densidad - Absorción - Contenido de vacíos	Ficha de recolección de datos

### **III.- RESULTADOS**

3.1.- EVALUACIÓN DEL USO DEL ADITIVO IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD Y MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, CARAPONGO, LURIGANCHO, LIMA 2019.

**SECUENCIA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**



## 3.2.- ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS

### 3.2.1.- PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO FINO

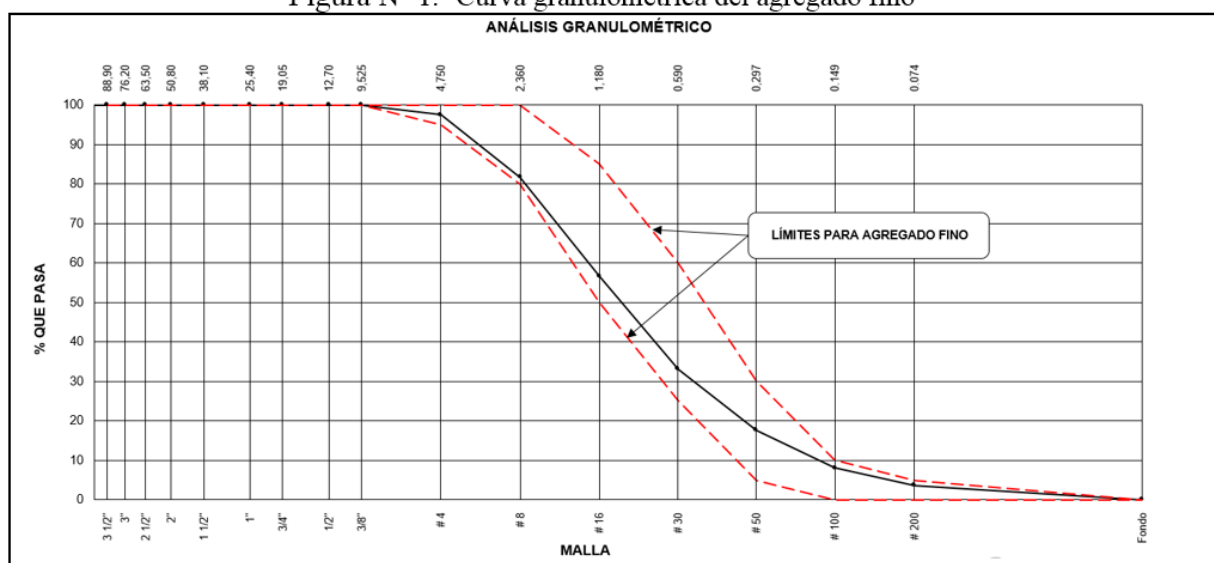
#### 3.2.1.1.- Análisis Granulométrico – NTP 400.012

En la tabla se menciona los análisis de los agregados de la cantera de trapiche, ubicado en Carabayllo.

AGREGADO FINO ASTM C33 – ARENA GRUESA							
MALLA		PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (%)	PESO RETENIDO ACUM (gr)	% PASA ACUMULADO	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.6 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.9 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	25.8	2.52	2.52	97.48	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	161.6	15.81	18.34	81.66	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	255.6	25.01	43.35	56.65	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	240.9	23.57	66.92	33.08	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	158.1	15.47	82.39	17.61	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	97.7	9.56	91.95	8.05	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	44.8	4.36	96.31	3.69	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	37.7	3.69	100.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL		1,022.20	100.00				

Fuente: Adaptación del Laboratorio INGEOCONTROL, 2019.

Figura N° 1.- Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Adaptación del Laboratorio INGEOCONTROL, 2019.

En la tabla 5 se observa el mayor peso retenido de la granulometría de agregado fino está en la malla N° 16 con 255.6 gr., y en la figura N° 1 de la curva granulométrica del agregado fino se puede evaluar que se encuentra dentro del parámetro establecido por el ASTM C33, tanto por el límite inferior y superior.

### 3.2.1.2.- Módulo de finura del agregado fino – NTP 400.012

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

$$MF = \frac{0 + 0 + 0 + 2.52 + 18.34 + 43.35 + 66.92 + 82.39 + 91.95}{100}$$

$$MF = \frac{305}{100} = 3.05$$

Tabla N° 6.- Módulo de finura del agregado fino

PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	305
MÓDULO DE FINURA	3.05

### 3.2.1.3.- Contenido de humedad del agregado fino – NTP 339.185

Consiste en pesar una muestra representativa, colocarlo en recipiente y luego pesarlo, se seca durante 24 horas en el horno a temperatura de 110 C° y luego pesarlo, para calcular el contenido de humedad y representar en porcentaje.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(H - S)}{S} * 100$$

Tabla 7: Contenido de humedad del agregado fino

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Peso del recipiente	36.00
Peso del recipiente + la muestra húmeda (gr)	348.4
Peso del recipiente + la muestra secada al horno (gr)	338.5
<b>Porcentaje de humedad (%)</b>	<b>2.9%</b>

Se observa en la tabla 7, el contenido de humedad del agregado fino es de 2.9%

### 3.2.1.4.- Peso específico y absorción del agregado fino – NTP 400.021

Tabla N° 8.- Peso específico del agregado fino

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Peso de la muestra secada en el horno SSS + peso balón + peso agua (gr)	978.1
Peso de la arena SSS + peso balón	673.7
Peso del agua (W=1-2)	304.4
Peso de la arena secada al horno + peso balón	656.9
Peso balón	173.7
Peso de la arena secada al horno (A=4-5)	483.2
Volumen del balón (V=500)	500
Peso específico de masa (gr).	<b>2.470</b>
Peso específico de masa saturado con superficie seca (gr).	<b>2.556</b>
Peso específico aparente (gr)	<b>2.702</b>
<b>Absorción (Ab) %</b>	<b>3.50%</b>

En la tabla N° 8 se observa, el peso específico es 2.470 gr. y la absorción es 3.5%.

### 3.2.1.5.- Peso unitario suelto del agregado fino – NTP 400.017

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

M = Peso unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup>  
 G = Peso del recipiente y peso del material.  
 T = Peso el recipiente en kg.  
 V = Volumen del recipiente de medida en m<sup>3</sup>

Tabla N° 9.- Peso unitario suelto del agregado fino

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Peso del recipiente (kg)	6.282
Volumen del recipiente (m3)	0.002127
Peso del recipiente con muestra suelta (kg/m3)	9.578
Peso unitario suelto promedio (kg/m3)	<b>1550</b>

Se observa en la tabla 9, el peso unitario suelto del agregado fino es de 1550 kg/m3.

### 3.2.1.6.- Peso unitario compactado del agregado fino – NTP 400.017

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

M = Peso unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup>  
G = Peso del recipiente y peso del material.  
T = Peso el recipiente en kg.  
V= Volumen del recipiente de medida en m<sup>3</sup>

Tabla N° 10.- Peso unitario compactado del agregado fino

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Peso del recipiente (kg)	6.282
Volumen del recipiente (m3)	0.002127
Peso del recipiente con muestra compactada (kg/m3)	10.039
Peso unitario compactada promedio (kg/m3)	<b>1766</b>

Se observa en la tabla 10, el peso unitario compactado del agregado fino es de 1766 kg/m3.

### 3.2.1.7.- Pasante malla # 200 – NTP 400.018

Tabla N° 11.- Porcentaje del material más fino que pasan la malla # 200

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Peso de la muestra original (gr)	2500
Peso seco de la muestra ensayada (gr)	2448
Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz normalizado de 0.75 μm (# 200) por vía húmeda (%)	<b>6.80</b>



### 3.2.2.- PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO

#### 3.2.2.1- Análisis Granulométrico – NTP 400.012

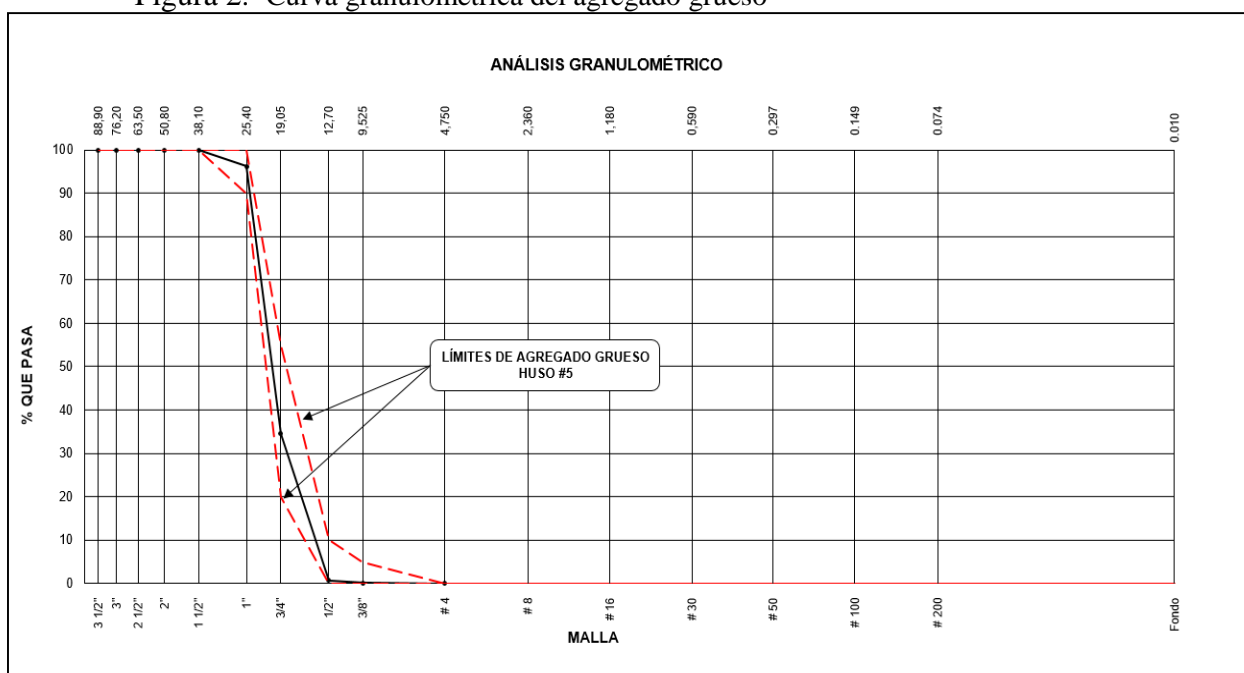
Se indica en la tabla los análisis de los agregados de la cantera de trapiche, ubicado en Carabayllo.

Tabla N° 12.- Resultados de la granulometría del Agregado Grueso

AGREGADO GRUESO ASTM C33 – HUSO # 5							
MALLA		PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (%)	PESO RETENIDO ACUM (gr)	% PASA ACUMULADO	ASTM “LIM SUP”	ASTM “LIM INF”
4”	101.6 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2”	88.9 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3”	76.20 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2”	63.50 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2”	50.80 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2”	38.10 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1”	25.40 mm	124	3.85	3.85	96.15	90.00	100.00
3/4”	19.05 mm	1986	61.64	65.49	34.51	40.00	85.00
1/2”	12.70 mm	1089	33.80	99.29	0.71	10.00	40.00
3/8”	9.53 mm	20	0.62	99.91	0.09	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	2	0.06	99.97	0.03	0.00	5.00
# 8	2.36 mm		0.00	99.97	0.03	0.00	0.00
# 16	1.18 mm		0.00	99.97	0.03	0.00	0.00
# 30	0.59 mm		0.00	99.97	0.03	0.00	0.00
# 50	0.30 mm		0.00	99.97	0.03	0.00	0.00
# 100	0.15 mm		0.00	99.97	0.03	0.00	0.00
# 200	0.07 mm		0.00	99.97	0.03	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm		0.03	100.00	0.03	0.00	0.00
TOTAL			100.00				

Fuente: Adaptación del Laboratorio INGEOCONTROL, 2019.

Figura 2.- Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Adaptación del Laboratorio INGEOCONTROL, 2019.

Como se puede observar en la tabla N° 12 el mayor peso retenido del agregado grueso se encuentra en la malla N° 3/4" con 1,986 gr. y en el figura N° 2 de la curva granulométrica del agregado grueso se aprecia que el tamaño máximo nominal es de 3/4", de acuerdo a la figura granulométrica no cuenta con una distribución ideal, pero es apta para preparar la mezcla del concreto ya que la mayor parte si se encuentra dentro del límite superior y del límite inferior del parámetros establecidos por el ASTM C33.

### 3.2.2.2.- Módulo de finura del agregado grueso – NTP 400.012

$$MF = \frac{\% \text{retenido\_acumulado} (1 \frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{3}{8}'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$MF = \frac{0 + 65.49 + 99.91 + 99.97 + 99.97 + 99.97 + 99.97 + 99.97 + 99.97}{100}$$

$$MF = \frac{765}{100} = 7.65$$

Tabla N° 13.- Módulo de finura del agregado grueso

Porcentaje Retenido Acumulado	765
Módulo de Finura	7.65

### 3.2.2.3.- Contenido de humedad del agregado grueso – NTP 339.185

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(H - S)}{S} * 100$$

Tabla N° 14.- Contenido de humedad del agregado grueso

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Peso del recipiente	36.00
Peso del recipiente + la muestra húmeda (gr)	965.5
Peso del recipiente + la muestra secada al horno (gr)	961.9
<b>Porcentaje de humedad (%)</b>	<b>0.40%</b>

### 3.2.2.4.- Tamaño Máximo y Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso

Tabla N° 15.- Tamaño Máximo y Tamaño Máximo Nominal

Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"

### 3.2.2.5.- Peso específico de masa y absorción del agregado grueso – NTP 400.022

Tabla N° 16.- Peso específico del agregado grueso

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Peso de la muestra seca al horno (gr)	3098
Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr)	3121
Peso de la muestra saturada dentro del agua (gr)	1970
Peso específico de masa seco (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.692</b>
Peso específico de masa SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.712</b>
Peso específico aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.746</b>
<b>Absorción (Ab) %</b>	<b>0.74</b>

### 3.2.2.6.- Peso unitario suelto del agregado grueso – NTP 400.017

Tabla N° 17.- Peso unitario suelto del agregado grueso

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Peso del recipiente (kg)	5.282
Volumen del recipiente (m <sup>3</sup> )	0.007058
Peso del recipiente con muestra suelto (kg/m <sup>3</sup> )	13.715
Peso unitario suelto promedio (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1444</b>

### 3.2.2.7.- Peso unitario compactado del agregado grueso – NTP 400.017

Tabla N° 18.- Peso unitario compactado del agregado grueso

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Peso del recipiente (kg)	5.282
Volumen del recipiente (m <sup>3</sup> )	0.007058
Peso del recipiente con muestra compactada (kg/m <sup>3</sup> )	14.584
Peso unitario compactada promedio (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1567</b>

### 3.2.2.8.- Pasante malla # 200 – NTP 400.018

Tabla N° 19.- Porcentaje del material más fino que pasan la malla # 200

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Peso de la muestra original (gr)	2500
Peso seco de la muestra ensayada (gr)	2448
Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz normalizado de 0.75 $\mu\text{m}$ (# 200) por vía húmeda (%)	<b>0.32</b>

### 3.2.3.- DISEÑO DE MEZCLA

Para hacer el diseño se basa en la Norma (ACI) y se determina los requisitos mínimos para la elaboración del concreto. Para el diseño de mezcla es importante la relación a/c.

- **Parámetros.**- El diseño se determina con el requerimiento siguiente:

Tabla 20.- Parámetros de diseño

Parámetros	Valor específico
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	280
Piedra	Huso 5
T.M.N. (pulgada)	3/4
Slump (pulg)	3" – 4"
Sin aire incorporado	✓

### 3.2.3.1.- Datos Obtenidos de los componentes del concreto

#### 3.2.3.1.1.- Agregado Fino

Tabla 21.- Propiedades de agregado fino – cantera trapiche

DATOS DEL AGREGADO FINO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso Específico de masa	2.47	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa SSS	2.556	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente	2.702	gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad	2.90	%
Absorción (Ab)%	3.50	%

Peso unitario suelto	1550	gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1766	gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de fineza	3.05	
% < Malla N° 200 (0.75 um)	5.80	%

### 3.2.3.1.2.- Agregado Grueso

Tabla 22.- Propiedades de agregado grueso – cantera trapiche

<b>DATOS DEL AGREGADO FINO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Peso Específico de masa	2.692	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa SSS	2.712	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente	2.746	gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad	0.40	%
Absorción (Ab)%	0.74	%
Peso unitario suelto	1444	gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1567	gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de fineza	7.65	
% < Malla N° 200 (0.75 um)	0.32	%

### 3.2.3.1.3.- Cemento

Cemento Sol - tipo I

Peso Específico 3110 kg/m<sup>3</sup>

### 3.2.3.1.4.- Agua

Agua potable, lo rige la norma NTP 339.088

### **A.- Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia a la compresión especificada.**

Luego de obtener resultados sobre los ensayos del agregado fino y agregado grueso procedemos a obtener la resistencia promedio de diseño.

**RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA**

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7,0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8,5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1,1 f'c + 5,0$

Fuente: R.N.E. E-060.

El método a emplear para el diseño de mezcla es el método A.C.I. 211,2-98

Tabla 23: Esfuerzo promedio requerido a compresión  $f'cr$  (kg/cm<sup>2</sup>)

- Se considera cuando no contamos con registro de resistencia de probetas que corresponde a una anterior obra.

<u><math>f'c</math></u> especificado	<u><math>F'cr</math></u> (kg/cm <sup>2</sup> )
<210	<u><math>f'c</math></u> + 70
210 a 350	<u><math>f'c</math></u> + 84
>350	<u><math>f'c</math></u> + 50

Fuente: Método ACI

$$\underline{f'cr} = 280 + 84 = 364 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

**B.- Selección del tamaño máximo nominal (Norma E0.60)**

Como resultado realizado del ensayo del agregado grueso tenemos:

- Tamaño máximo: 1"
- Tamaño máximo nominal (TMN): 3/4"

**C.- Selección del asentamiento**

Tabla 24: Asentamiento para diferentes estructuras

Tipo de construcción	Máxima	Mínima
Zapatas y muros de cimentación	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y Pavimentos	3"	1"

Fuente: Norma ACI comité 211

- SLUMP = 3" – 4"

### D.- Selección volumen unitario de agua

Tabla 25: Cuadro de asentamiento para determinar pulgadas

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
% Aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
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	-
% de Aire incorporado en función del grado de exposición								
Normal	207	199	190	179	166	154	130	113
Moderado	228	216	205	193	181	169	145	124
Extrema	243	228	216	202	190	178	160	-

Fuente: Norma ACI comité 211

- Slump : 3" a 4"
- Tamaño Máximo Nominal : 3/4"
- Sin aire incorporado

En la tabla 25, el volumen de agua requerido del concreto, se toma en consideración de los datos indicados de la cual resulta 205 L/m<sup>3</sup> por tema de ajuste se tomó 220 L/m<sup>3</sup>.

### E.- Selección de la relación de agua/cemento

Tabla 26: Cuadro de relación a/c por resistencia

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

Fuente: Norma ACI comité 211

Se consideró un  $f'_{cr} = 364 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$

{	{	$F'_{cr}$	→	$a/c$	}
		350		0.48	
		364		X	
		400		0.43	
	}				

Interpolando obtenemos

$$(350-400) \longrightarrow (0.48-0.43)$$

$$(364-400) \longrightarrow (X - 0.43)$$

$$-50 \longrightarrow 0.05$$

$$-36 \longrightarrow (X-0.43)$$

$$X - 0.43 = \frac{-36 * (0.05)}{-50}$$

$$X = 0.036 + 0.43$$

$$X = 0.466$$

**Relación agua – cemento: X = 0.47**

#### F.- Determinación del factor cemento

$$FC = \frac{\text{Vol de agua de mezcla}}{a/c}$$

$$FC = \frac{220}{0.47} = FC = 468 \text{ Kg/m}^3$$

#### G.- Determinación del contenido del agregado grueso

Contenido del agregado grueso con relación al módulo de fineza del agregado fino.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Norma ACI comité 211



Se calculó el volumen absoluto de los componentes:

$$\text{Volumen absoluto cemento} = \frac{\text{Peso del cemento (kg)}}{\text{Peso esp. del cemento } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = \frac{468}{3110} = 0.150 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto agua} = \frac{\text{Peso del agua (kg)}}{\text{Peso esp. del agua } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = \frac{227}{1000} = 0.227 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto agregado grueso} = \frac{\text{Peso del A.G. (kg)}}{\text{Peso esp. del A.G. } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = \frac{841}{2592} = 0.324 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de aire} = 20\% = 0.020 \text{ m}^3$$

La sumatoria total = 0.721 m<sup>3</sup>

### H.- Pesos húmedos por m<sup>3</sup>

Tabla 27: Cuadro de pesos de materiales por m<sup>3</sup>

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
Agua	220 Lt
Cemento	468 Kg
Agregado grueso	841 Kg
Agregado fino	728 Kg

Fuente: Elaboración propia

### I.- Peso por tanda de preparación

Según NTP. 339.033, señala la “práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes del concreto en campo”, nos plantea que:

Para calcular la resistencia a la compresión o a la tracción por compresión diametral, los especímenes deben ser cilindros llenados y fraguados en posición vertical. Con respecto al número y tamaño de las probetas estarán planteadas en las especificaciones de los ensayos. Además la longitud de la probeta debe ser doble de su diámetro, ahora con referencia al diámetro esta deberá ser mínimo tres veces el tamaño máximo nominal. Cuando se realice los ensayos para aceptar la resistencia especificada, las briquetas serán de la siguiente medida: de 150 mm x 300 mm o 100 mm x 200 mm. (2015, p.20).

De acuerdo a lo indicado, se planteó realizar probetas de 10 cm x 20 cm, asimismo la norma E060 indica que hay parámetros para el tamaño de las probetas. Por lo tanto el volumen a preparar es de 12 probetas, esta cantidad de probeta genera un volumen determinado de concreto como se indica en el siguiente cuadro:

Tabla 28: Volumen por tanda de preparación

Diámetro	área	altura	volumen	cantidad	Total (m3)
0.1	0.00785	0.2	0.0015708	12	0.018850

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber obtenido como resultado el volumen necesario para preparar la tanda del concreto para 12 probetas, pero en base del volumen debemos calcular la cantidad en peso del material, por ello en base a los pesos de los materiales indicados en la tabla 27, se obtiene la tabla señalado a continuación:

Tabla 29: Pesos de los materiales por tanda de preparación del concreto patrón

MATERIAL	CANTIDAD
Cemento	14.04 Kg.
Agua	6.81 L.
Agregado grueso	25.2 Kg
Agregado fino	21.8 Kg
Aditivo impermeabilizante por cristalización Aquafin	0.00

### **3.2.3.1.5.- Diseño para concreto con adición de 1% de aditivo impermeabilizante aquafin**

De acuerdo a las especificaciones, la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin no influye en el diseño del concreto es decir no modifica los pesos de los materiales utilizados en la mezcla, por lo cual se procede a calcular el aditivo en un 1% con relación al peso del cemento.

El peso del cemento es: 14.04 Kg. para una tanda de 12 probetas

Calculamos el 1% :  $14.04 \times 1\% = 0.1404 \text{ kg.} \dots\dots 140.4 \text{ mml}$

Tabla 30: Pesos de los materiales por tanda de preparación de concreto con 1% de aditivo

MATERIAL	CANTIDAD
Cemento	14.04 Kg.
Agua	6.81 L.
Agregado grueso	25.1 Kg
Agregado fino	21.8 Kg
Aditivo impermeabilizante por cristalización Aquafin	140.4 gr

### 3.2.3.1.6.- Diseño para concreto con adición de 2% de aditivo impermeabilizante aquafin

De la misma manera al cálculo anterior, se procede a calcular el peso del aditivo en un 2% con relación al peso del cemento.

El peso del cemento es: 14.04 Kg. para una tanda de 12 probetas

Calculamos el 2% :  $14.04 \times 2\% = 0.2809 \text{ kg.} \dots\dots 280.9 \text{ mml}$

Tabla 31: Pesos de los materiales por tanda de preparación de concreto con 2% de aditivo

MATERIAL	CANTIDAD
Cemento	14.04 Kg.
Agua	6.81 L.
Agregado grueso	25.1 Kg
Agregado fino	21.7 Kg
Aditivo impermeabilizante por cristalización Aquafin	280.9 gr

### 3.2.3.1.7.- Diseño para concreto con adición de 3% de aditivo impermeabilizante aquafin

Igual al cálculo anterior, se procede a calcular el peso del aditivo en un 3% con relación al peso del cemento.

El peso del cemento es: 14.04 Kg. para una tanda de 12 probetas

Calculamos el 3% :  $14.04 \times 3\% = 0.4213 \text{ kg.} \dots\dots 421.3 \text{ mml}$

Tabla 32: Pesos de los materiales por tanda de preparación de concreto con 3% de aditivo

MATERIAL	CANTIDAD
Cemento	14.04 Kg.
Agua	6.81 L.
Agregado grueso	25.0 Kg
Agregado fino	21.6 Kg
Aditivo impermeabilizante por cristalización Aquafin	421.3 gr

### 3.2.4.- CONCRETO EN ESTADO FRESCO

#### Prueba de Asentamiento o Slump – NTP 339.035

##### ENSAYO DE ASENTAMIENTO:

Este ensayo se realiza al hormigón en su estado fresco para medir su consistencia y por lo tanto su trabajabilidad, los equipos empleados para el ensayo es un cono con dimensiones normalizadas de 20 cm. de diámetro en la parte inferior y 10 cm. de diámetro en la parte superior y 30 cm de altura y se utilizará una varilla de acero de 60 cm. de largo y 16 mm. de diámetro con punta semiesférica, antes de empezar con el ensayo primero se debe humedecer el cono y los equipos que se utilizará, para evitar que se reste agua a la mezcla; se coloca el cono sobre una plancha metálica plana el operador debe pisar las paletas inferiores para evitar que se mueva el molde durante su llenado, se llena el molde en 3 capas que tenga iguales volumen, en cada capa al terminar se debe compactar con 25 golpes con varilla de acero introduciendo una pulgada en la capa inferior distribuidos uniformemente, al colocar la varilla se deberá hacer en diferentes sitios del área, con el fin que la compactación sea homogénea.

El ensayo no debe durar más de 2.5 minutos, desde que la mezcla entre al cono hasta que se nivele la superficie, con la última capa se nivela la superficie del cono haciendo rotar sobre ella la varilla, se limpia el hormigón derramada cerca al molde, después se levanta el cono pasado de 5 segundos +/- 2 segundos., luego se coloca en forma invertido el cono al costado de la muestra y se coloca la varilla encima del cono en forma horizontal, para finalizar se mide con una regla la diferencia que existe de la parte superior de la mezcla con altura de la sección inferior de la varilla.



Figura 3.- Ensayo de asentamiento o Slump / Fuente: Elaboración propia, 2019.

El resultado del ensayo permite establecer si el hormigón contiene la cantidad de agua considerada en el diseño. Si se produjera resultados fuera de lo común en el slump del concreto como inclinación hacia un lado, segregaciones, etc, se procederá a volver hacer un nuevo ensayo.

Se realizó el ensayo tres veces uno para el concreto patrón, para concreto de 1% de aditivo, para concreto de 2% de aditivo y concreto de 3% de aditivo, obteniendo como resultado tres medidas distintas para cada tipo de ensayo, luego se procede a promediar cada uno.

Tabla 33.- Asentamiento del concreto

TIPO DE CONCRETO	CANTIDAD DE ADITIVO	SLUMP		VALOR PROMEDIO	
		CENTÍMETRO	PULGADAS	CENTÍMETRO	PULGADAS
CONCRETO PATRÓN	0 %	5.03	1.98	5.09	2.00
		5.05	1.99		
		5.21	2.05		
CONCRETO CON ADITIVO	1 %	5.00	1.97	5.08	2.00
		5.08	2.00		
		5.16	2.03		
CONCRETO CON ADITIVO	2 %	4.52	1.78	4.44	1.75
		4.34	1.71		
		4.47	1.76		
CONCRETO CON ADITIVO	3 %	3.89	1.53	3.81	1.50
		3.78	1.49		
		3.76	1.48		

Fuente: Elaboración propia, 2019.

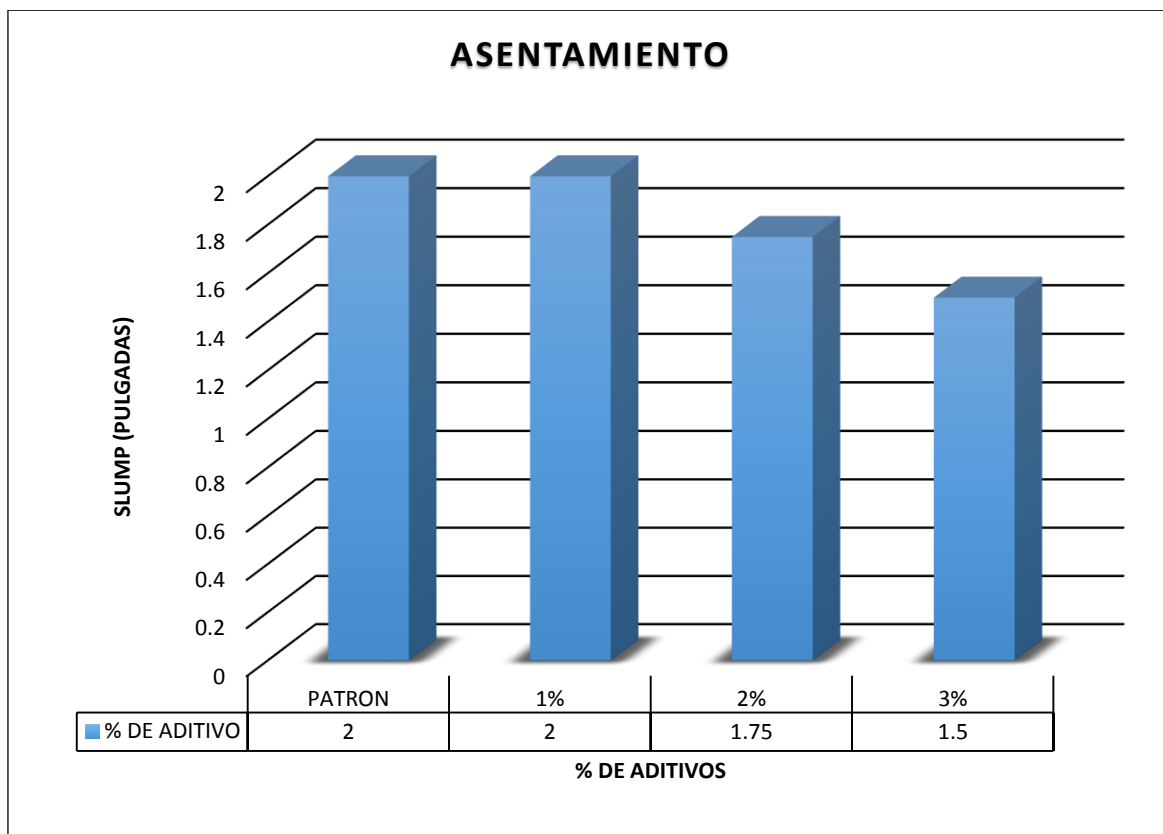


Figura 4: Valores de Asentamiento del concreto con y sin aditivo.

De acuerdo a la presente figura 4 y a la tabla 33, se observa los valores del asentamiento del concreto fresco que se encuentran indicadas en pulgadas como en centímetro, estos valores varían de acuerdo al tipo de concreto, pues el concreto sin aditivo, concreto con 1% con aditivo, concreto con 2% de aditivo y concreto con 3% con aditivo. Por lo cual tenemos para concreto patrón un asentamiento de 2.00” para 1% de adición 2.00”, para 2% de adición 1.75” y para 3% de adición 1.50”

Tabla 34.- Valores con porcentaje de asentamiento del concreto

TIPO DE CONCRETO	CANTIDAD DE ADITIVO	SLUMP		VALOR PROMEDIO	
		CENTÍMETRO	PULGADAS	CENTÍMETRO	PULGADAS
CONCRETO PATRÓN	0 %	5.03	1.98	2.00	100%
		5.05	1.99		
		5.21	2.05		
CONCRETO CON ADITIVO	1 %	5.00	1.97	2.00	100%
		5.08	2.00		
		5.16	2.03		

CONCRETO CON ADITIVO	2 %	4.52	1.78	1.75	87.5%
		4.34	1.71		
		4.47	1.76		
CONCRETO CON ADITIVO	3 %	3.89	1.53	1.50	75%
		3.78	1.49		
		3.76	1.48		

Fuente: Elaboración propia, 2019.

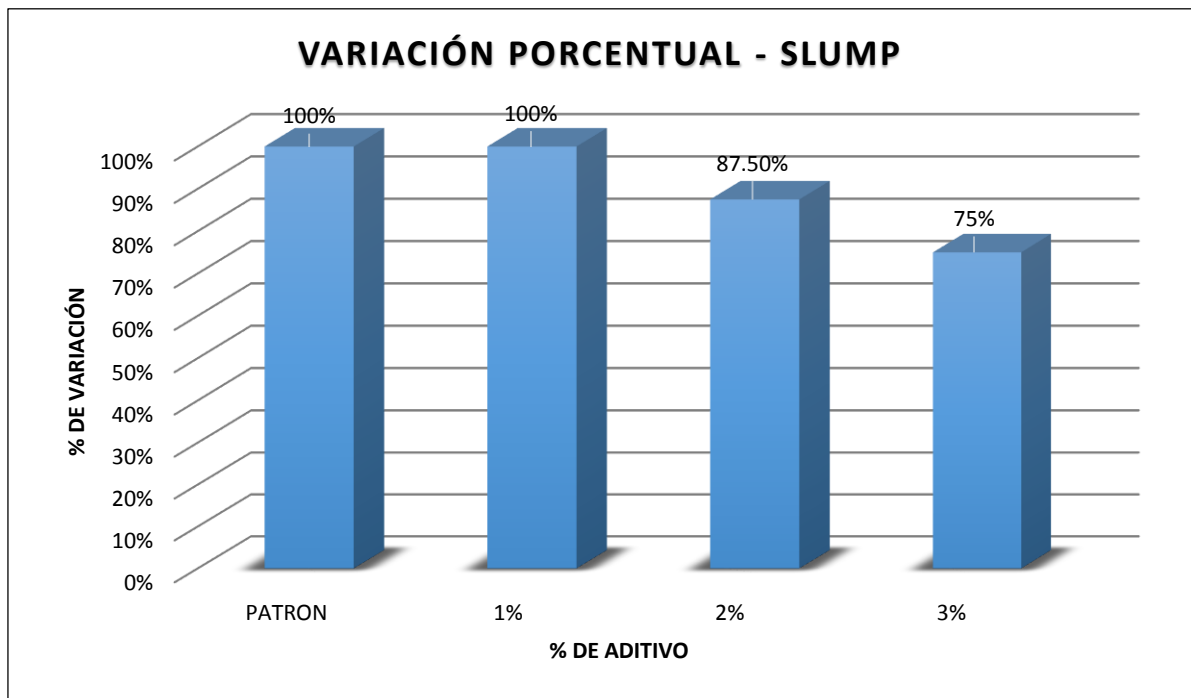


Figura 5: Variación porcentual del asentamiento del concreto con y sin aditivo

De acuerdo a la presente figura 5 y a la tabla 34, se representa los porcentajes de la variación del slump de los concretos con adición del aditivo en relación al concreto patrón, asimismo podemos observar la reducción del slump es proporcional a la adición del aditivo, por lo cual el concreto con 1% de aditivo (2.00'') se mantiene en el 100%, el concreto con 2% de aditivo (2.00'') se reduce en 12.5% y para el concreto con 3% de aditivo (1.50''), tiene una reducción del 25% ambos con respecto al concreto patrón (2.00'').

### **3.2.5.- CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO**

#### **3.2.5.1.-Ensayo de Resistencia a la Compresión (NTP 339.034 Norma ASTM C39)**

El método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto.

La resistencia a la compresión es una propiedad del concreto que determina la maduración que alcanza a una determinada edad, en esta presente investigación se ha realizado el ensayo de resistencia en 3 distintas edades de: 7, 14 y 28 días, ensayándose 3 probetas para cada edad, de acuerdo a la Norma E.060 indica que se necesita al menos tres probetas para después sacar un promedio.

El procedimiento se realizó de acuerdo a la NTP 339.034, donde indica cómo realizar el procedimiento del ensayo normalizado, que determine la resistencia.

Se llegó anotar las informaciones proporcionadas del ensayo de la resistencia realizado a cada probeta como el ancho, el largo, la carga máxima que soporta que resulta del ensayo, todo lo realizado se tomó en consideración para obtener un resultado de los distintos ensayos de las 3 edades.



Figura 6: Prensa de ensayo de resistencia a la compresión. Fuente: Elaboración propia, 2019.



### 3.2.5.1.1.- Ensayo de resistencia a la compresión de concreto – 7 días

Tabla 35: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días

DESCRIP PROBETA	TIPO DE CONCRETO	CANT. DE ADITIVO	EDAD DE ENSAYO	TIPO DE FRACT.	RELACIÓN ALTURA/ DIÁMETRO	ESFUERZO OBTENIDO	% F'c	ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	CONCRETO PATRÓN	0 %	7 días	Tipo 3	1.97	297 kg/cm <sup>2</sup>	106.1	313.67
2			7 días	Tipo 2	1.98	306 kg/cm <sup>2</sup>	109.4	
3			7 días	Tipo 2	2.02	338 kg/cm <sup>2</sup>	120.7	
4	CONCRETO CON ADITIVO	1 %	7 días	Tipo 6	1.95	341 kg/cm <sup>2</sup>	121.8	353.67
5			7 días	Tipo 4	2.03	351 kg/cm <sup>2</sup>	125.4	
6			7 días	Tipo 3	2.02	369 kg/cm <sup>2</sup>	131.8	
7	CONCRETO CON ADITIVO	2 %	7 días	Tipo 3	1.97	349 kg/cm <sup>2</sup>	124.5	350.30
8			7 días	Tipo 5	1.96	356 kg/cm <sup>2</sup>	127.2	
9			7 días	Tipo 5	1.96	346 kg/cm <sup>2</sup>	123.6	
10	CONCRETO CON ADITIVO	3 %	7 días	Tipo 5	2.01	327 kg/cm <sup>2</sup>	116.9	346.00
11			7 días	Tipo 3	2.19	385 kg/cm <sup>2</sup>	137.3	
12			7 días	Tipo 3	1.98	326 kg/cm <sup>2</sup>	116.5	

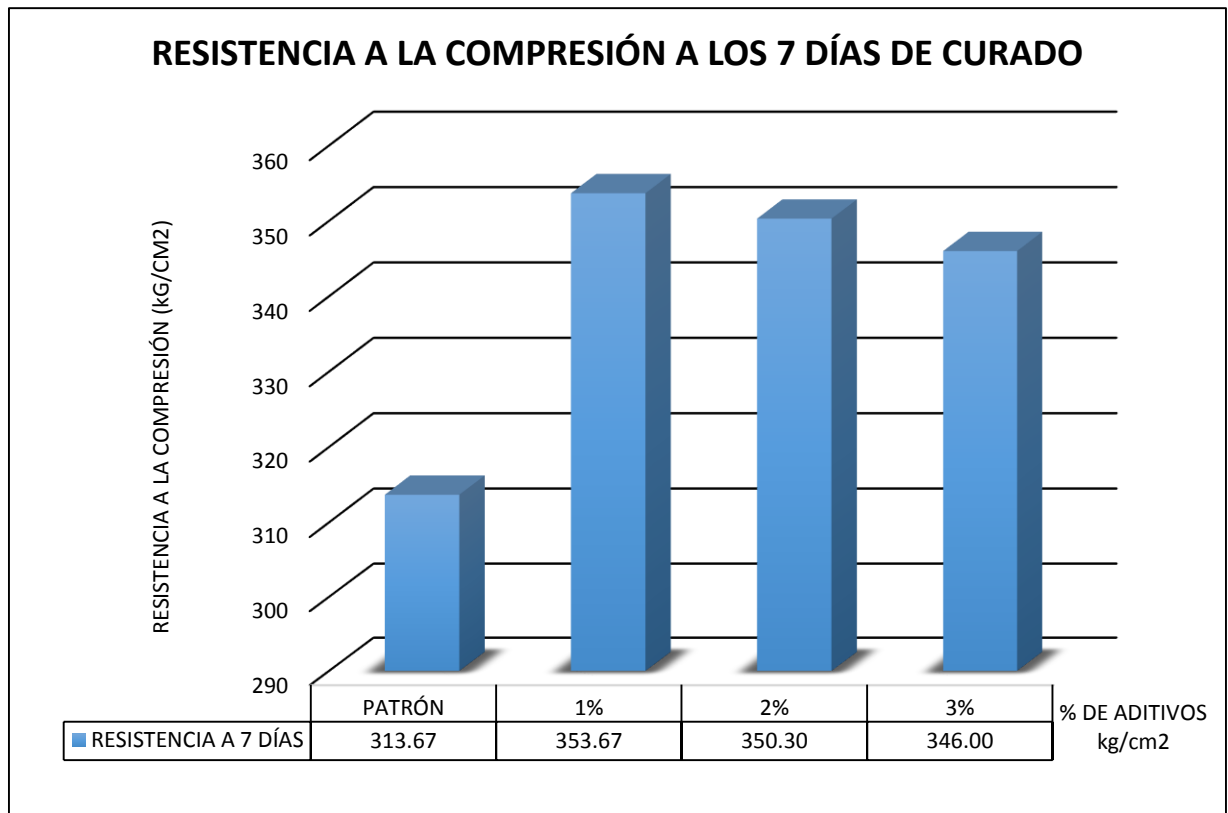


Figura 7: Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días

La tabla 35 y la figura 7, muestra que la resistencia del ensayo a los 7 días, disminuye en relación al porcentajes de aditivos, se puede observar que a los 7 días el concreto sin aditivo logra la resistencia promedio de  $f'_{cr}$ : 313.67 kg/cm<sup>2</sup>, con el 1% de aditivo logra aumentar y alcanzar un  $f'_{cr}$ : 353.67 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo con el 2% de aditivo disminuye levemente a una  $f'_{cr}$ : 350.30 kg/cm<sup>2</sup> y con el 3% de aditivo continua disminuyendo a una  $f'_{cr}$ : 346.00 kg/cm<sup>2</sup>.

Con respecto a la figura 7, se puede apreciar que la resistencia aumenta al adicionar el 1% de aditivo con relación al concreto sin aditivo, y que con adición de 2% de aditivo empieza a disminuir, lo mismo sucede con la adición del 3% de aditivo, con relación al 1% de aditivo.

Motivo por el cual se deduce que para 7 días el concreto patrón alcanza un 86% de la resistencia requerida, para el 1% alcanza 97% de la resistencia requerida, sin embargo para el 2% disminuye con un 96% de la resistencia requerida y para el 3% continua disminuyendo a 95% de la resistencia requerida. La muestra de la resistencia a los 7 días no llega al 100%, ya que este diseño se realizó para un  $f'_{cr}$ : 364.00 kg/cm<sup>2</sup>, que quiere decir que se consideró la desviación estándar de 280 kg/cm<sup>2</sup> más el 84 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Comparación de la resistencia a la compresión a los 7 días**

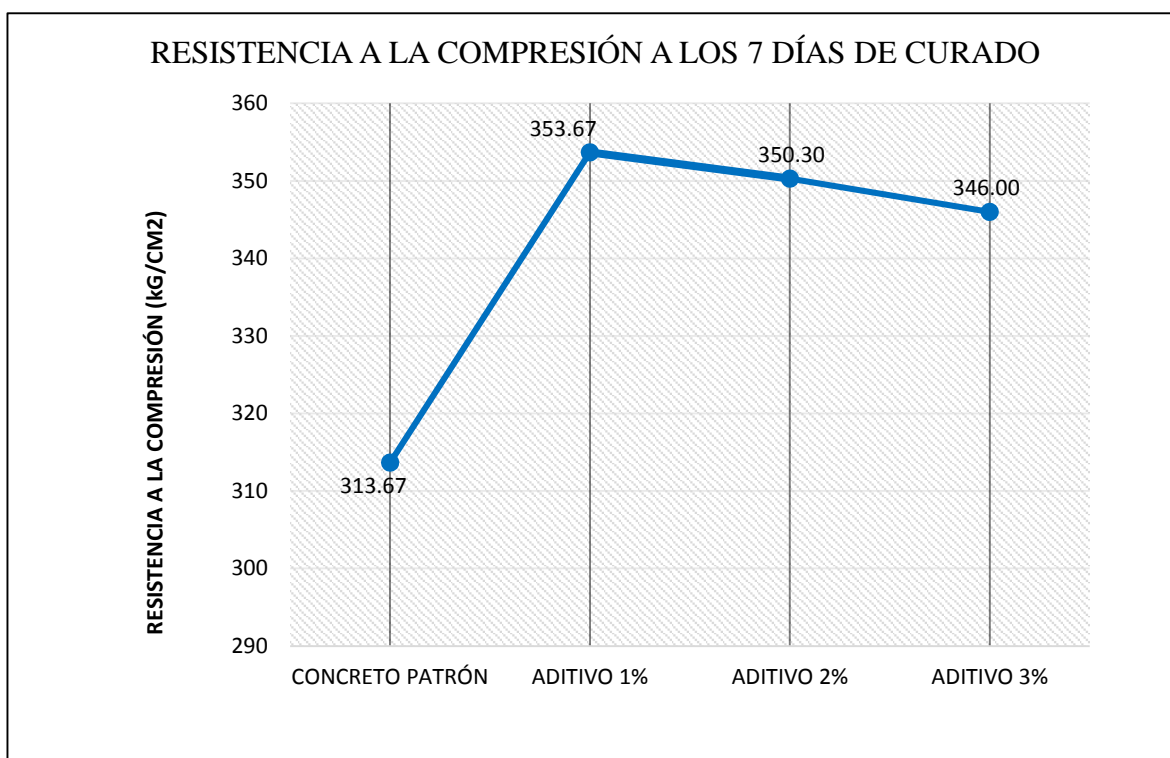
Tabla 36: Resultados finales de la resistencia a los 7 días de curado

<b>TIPO DE CONCRETO</b>	<b>RESIST. PROM. (Kg/cm2)</b>
CONCRETO PATRÓN	313.67
ADITIVO 1%	353.67
ADITIVO 2%	350.30
ADITIVO 3%	346.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

## Resultado de resistencia a la Compresión – 7 días

Figura 8: Resultado de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días



Fuente: Elaboración propia, 2019.

De acuerdo a ASOCEM, a los 7 días de resistencia del concreto llega de 60% a 65%; de acuerdo a la figura 8 el concreto patrón alcanza 313.67 kg/cm<sup>2</sup>, significa que alcanzo 86% de la resistencia requerida (364 kg/cm<sup>2</sup>) y cuando se adiciona 1% de aditivo alcanza a 97% siendo un porcentaje más de lo normado y el más representativo de la figura.

Tabla 37: Valores porcentuales de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.

TIPO DE CONCRETO	RESIST. PROM. (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE RESIST. PROMEDIO
CONCRETO PATRÓN	313.67	100%
ADITIVO 1%	353.67	113%
ADITIVO 2%	350.30	112%
ADITIVO 3%	346.00	110%

De acuerdo a la tabla 37 y figura 8, muestra que con 1% de aditivo varía en un 13% en comparación al concreto patrón, asimismo con 2% de aditivo varia en un 12%, y con el 3% de adición de aditivo varia en un 10% con respecto al concreto patrón, observando que va disminuyendo ligeramente de acuerdo al aumento de los porcentajes de la adición de aditivos del concreto.

### 3.2.5.1.2.- Ensayo de resistencia a la compresión de concreto – 14 días

Tabla 38: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días

DESCRIP PROBETA	TIPO DE CONCRETO	CANT. DE ADITIVO	EDAD DE ENSAYO	RELACIÓN ALTURA/ DIÁMETRO	ESFUERZO OBTENIDO	% F'C	ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	CONCRETO PATRÓN	0 %	14 días	1.97	333 kg/cm <sup>2</sup>	119.0	348.00
2			14 días	2.03	354 kg/cm <sup>2</sup>	126.4	
3			14 días	1.98	357 kg/cm <sup>2</sup>	127.6	
4	CONCRETO CON ADITIVO	1 %	14 días	2.02	364 kg/cm <sup>2</sup>	129.8	382.00
5			14 días	2.01	376 kg/cm <sup>2</sup>	134.3	
6			14 días	2.03	406 kg/cm <sup>2</sup>	145.1	
7	CONCRETO CON ADITIVO	2 %	14 días	1.97	356 kg/cm <sup>2</sup>	127.1	363.33
8			14 días	2.02	368 kg/cm <sup>2</sup>	131.3	
9			14 días	1.97	366 kg/cm <sup>2</sup>	130.6	
10	CONCRETO CON ADITIVO	3 %	14 días	1.97	356 kg/cm <sup>2</sup>	127.3	354.67
11			14 días	2.01	356 kg/cm <sup>2</sup>	127.3	
12			14 días	1.97	352 kg/cm <sup>2</sup>	125.8	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

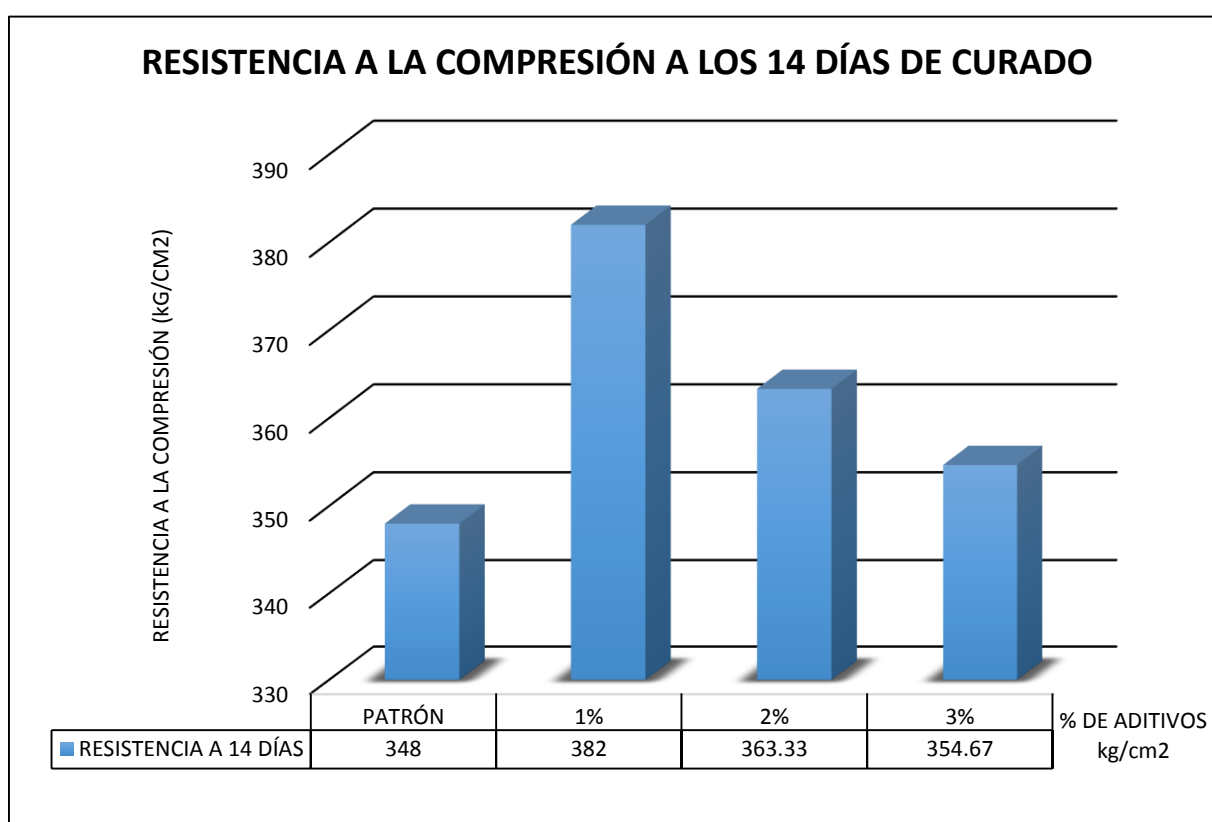


Figura 9: Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días

La tabla 38 y figura 9, se observa a los 14 días el concreto patrón logra resistencia promedio  $f'_{cr}$ : 348 kg/cm<sup>2</sup>, con el 1% de aditivo logra aumentar y logra una  $f'_{cr}$ : 382 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo con el 2% de aditivo disminuye levemente a una  $f'_{cr}$ : 363.33 kg/cm<sup>2</sup> y con el 3% de aditivo continua disminuyendo a una  $f'_{cr}$ : 354.67 kg/cm<sup>2</sup>

Con respecto a la figura 9, la resistencia del concreto aumenta cuando se adiciona 1% de aditivo con respecto al concreto sin aditivo o patrón, también con adición de 2% de aditivo empieza a disminuir, lo mismo sucede con la adición del 3% de aditivo, con relación al 1% de aditivo.

Motivo por el cual se concluye; para los 14 días el concreto patrón logra un 95.6% de la resistencia requerida, para el 1% logra 105% de la resistencia requerida, para el 2% llega a lograr un 99.8% de la resistencia requerida y para el 3% disminuye levemente a 97.5% de la resistencia requerida. La resistencia a 14 días no llega al 100% del concreto patrón, ya que este diseño se realizó para un  $f'_{cr}$ : 364.00 kg/cm<sup>2</sup>, que quiere decir que se consideró la desviación estándar de 280 kg/cm<sup>2</sup> más el 84 kg/cm<sup>2</sup>.

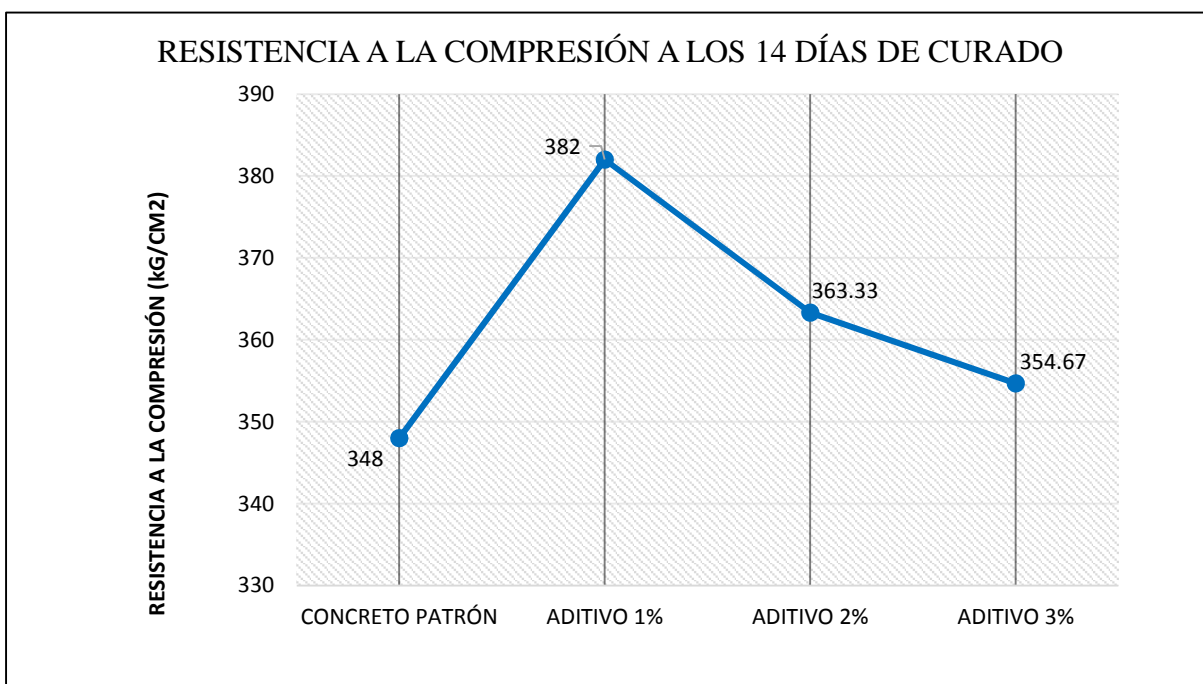
### **Comparación de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días**

Tabla 39: Resultados finales de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días

<b>TIPO DE CONCRETO</b>	<b>RESIST. PROM. (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
CONCRETO PATRÓN	348.00
ADITIVO 1%	382.00
ADITIVO 2%	363.33
ADITIVO 3%	354.67

## Resultado de resistencia a la compresión – 14 días

Figura 10: Resultado de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días



De acuerdo a ASOCEM, a los 14 días de resistencia del concreto llega de 80% a 90%; de acuerdo a la figura 10 el concreto patrón alcanza 348 kg/cm<sup>2</sup>, significa que alcanzo 96% de la resistencia requerida (364 kg/cm<sup>2</sup>) y cuando se adiciona aditivo impermeabilizante por cristalización de 1% de aditivo alcanza a 105%, con 2% de aditivo alcanza a 100%, con 3% de aditivo alcanza a 97.5%, siendo el 1% de aditivo con el mayor porcentaje de lo normado y el más representativo de la figura.

Tabla 40: Valores porcentuales de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días.

TIPO DE CONCRETO	RESIST. PROM. (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE RESIST. PROMEDIO
CONCRETO PATRÓN	348.00	100%
ADITIVO 1%	382.00	110%
ADITIVO 2%	363.33	104%
ADITIVO 3%	354.67	102%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

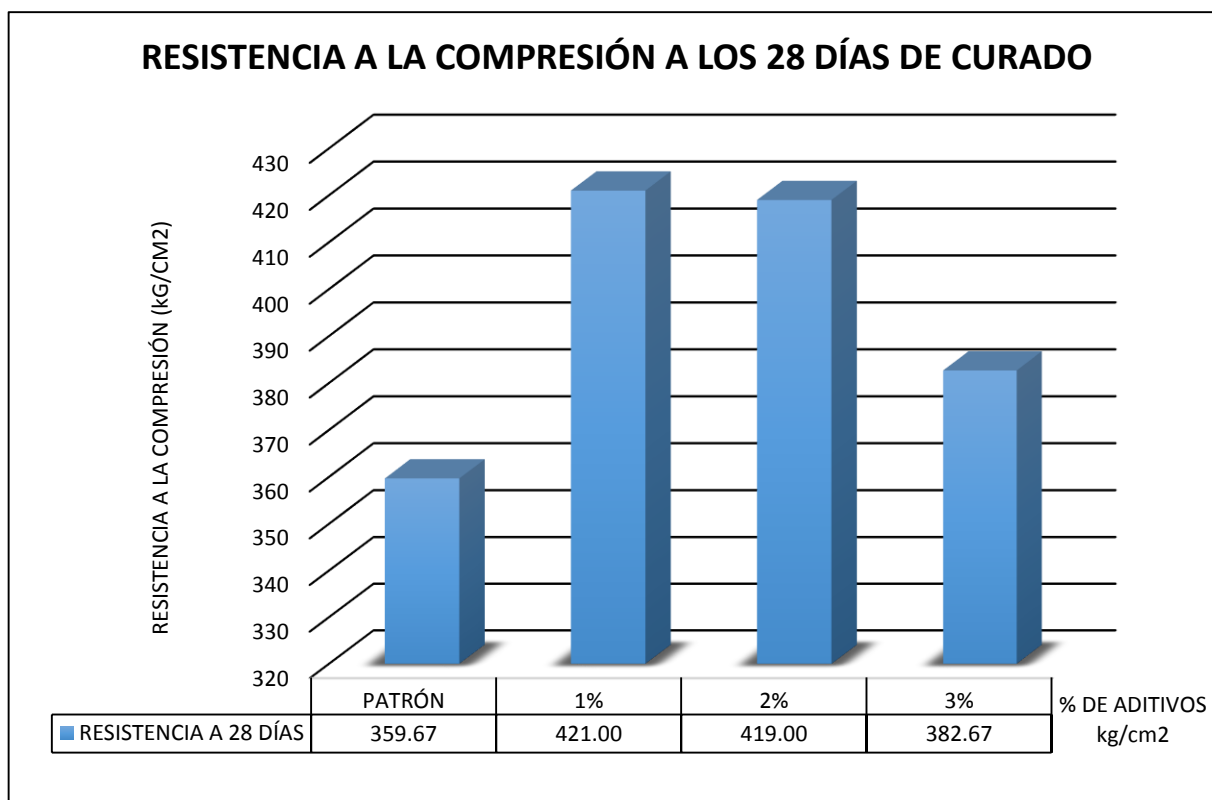
De acuerdo a la tabla 40 y figura 10, muestra que el 1% de aditivo varía en un 10% con respecto al concreto sin aditivo, asimismo el concreto con 2% de aditivo varia con un 4%, y con el 3% de adición de aditivo varia con un 2%, con respecto al concreto patrón, observando que va disminuyendo ligeramente de acuerdo al aumento de los porcentajes de la adición de aditivos del concreto.

### 3.2.5.1.3.- Ensayo de resistencia a la compresión de concreto – 28 días

Tabla 41: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

DESCRIP PROBETA	TIPO DE CONCRETO	CANT. DE ADITIVO	EDAD DE ENSAYO	RELACIÓN ALTURA/DIÁMETRO	ESFUERZO OBTENIDO	% F'c	ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	CONCRETO PATRÓN	0 %	28 días	2.03	356 kg/cm <sup>2</sup>	127.2	359.67
2			28 días	1.98	365 kg/cm <sup>2</sup>	130.4	
3			28 días	1.97	358 kg/cm <sup>2</sup>	127.8	
4	CONCRETO CON ADITIVO	1 %	28 días	2.01	406 kg/cm <sup>2</sup>	144.9	421.00
5			28 días	2.04	439 kg/cm <sup>2</sup>	156.8	
6			28 días	2.04	418 kg/cm <sup>2</sup>	149.3	
7	CONCRETO CON ADITIVO	2 %	28 días	2.03	435 kg/cm <sup>2</sup>	155.2	419.00
8			28 días	2.01	406 kg/cm <sup>2</sup>	145.0	
9			28 días	2.02	416 kg/cm <sup>2</sup>	148.7	
10	CONCRETO CON ADITIVO	3 %	28 días	1.94	369 kg/cm <sup>2</sup>	131.6	382.67
11			28 días	2.03	395 kg/cm <sup>2</sup>	141.0	
12			28 días	1.97	384 kg/cm <sup>2</sup>	137.1	

Figura 11: Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se muestra que la tabla 41 y la figura 11, el concreto patrón a los 28 días logra la resistencia promedio de  $f'_{cr}$ : 359.67 kg/cm<sup>2</sup>, con 1% de aditivo logra aumentar y alcanzar un  $f'_{cr}$ : 421.00 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo con el 2% de aditivo disminuye levemente a una  $f'_{cr}$ : 419 kg/cm<sup>2</sup> y con el 3% de aditivo produce una variación de disminución a una  $f'_{cr}$ : 382.67 kg/cm<sup>2</sup>.

Motivo por el cual se deduce que para 28 días el concreto patrón alcanza un 98.8% de la resistencia requerida, para el 1% alcanza 115.7% de la resistencia requerida, para el 2% llega a alcanzar con un 115.1% de la resistencia requerida y para el 3% disminuye levemente a 105.1% de la resistencia requerida. La resistencia a los 28 días llega casi al 100% del concreto patrón, ya que este diseño se realizó para un  $f'_{cr}$ : 364.00 kg/cm<sup>2</sup> (resistencia requerida), que quiere decir que se consideró la desviación estándar de 280 kg/cm<sup>2</sup> más el 84 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Comparación de la resistencia a la compresión a 28 días**

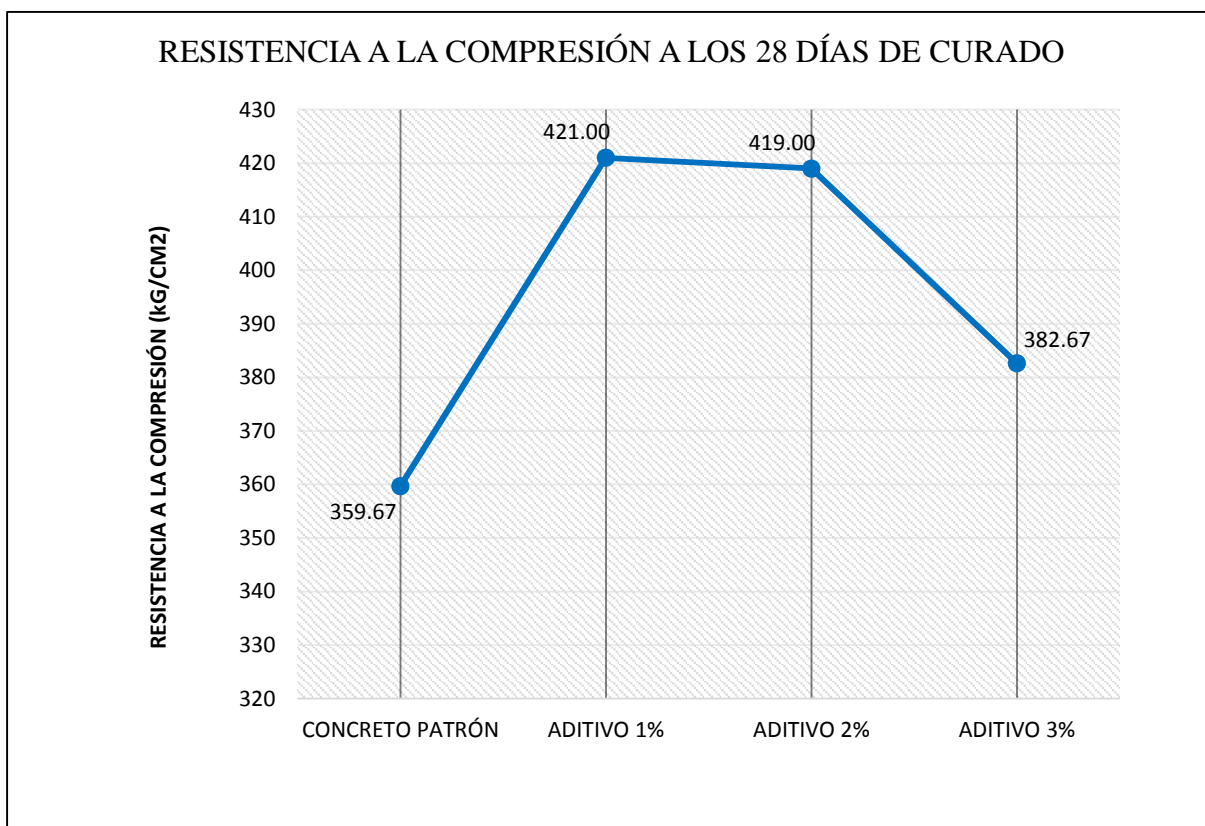
Tabla 42: Resultados finales de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

<b>TIPO DE CONCRETO</b>	<b>RESIST. PROM. (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
CONCRETO PATRÓN	359.67
ADITIVO 1%	421.00
ADITIVO 2%	419.00
ADITIVO 3%	382.67



## Resultado de resistencia a la compresión – 28 días

Figura 12: Resultado de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.



De acuerdo a ASOCEM, a los 28 días de resistencia del concreto llega al 100%; de acuerdo a la figura 12 el concreto patrón alcanza 359.67 kg/cm<sup>2</sup>, significa que alcanzo 99% de la resistencia requerida (364 kg/cm<sup>2</sup>) y cuando se adiciona aditivo impermeabilizante por cristalización de 1% de aditivo alcanza a 115.7%, con 2% de aditivo alcanza a 115.1%, con 3% de aditivo alcanza a 105.1%, en conclusión el porcentaje de 1% de aditivo es el que más sobresale y supera a lo normado.

Tabla 43: Valores porcentuales de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.

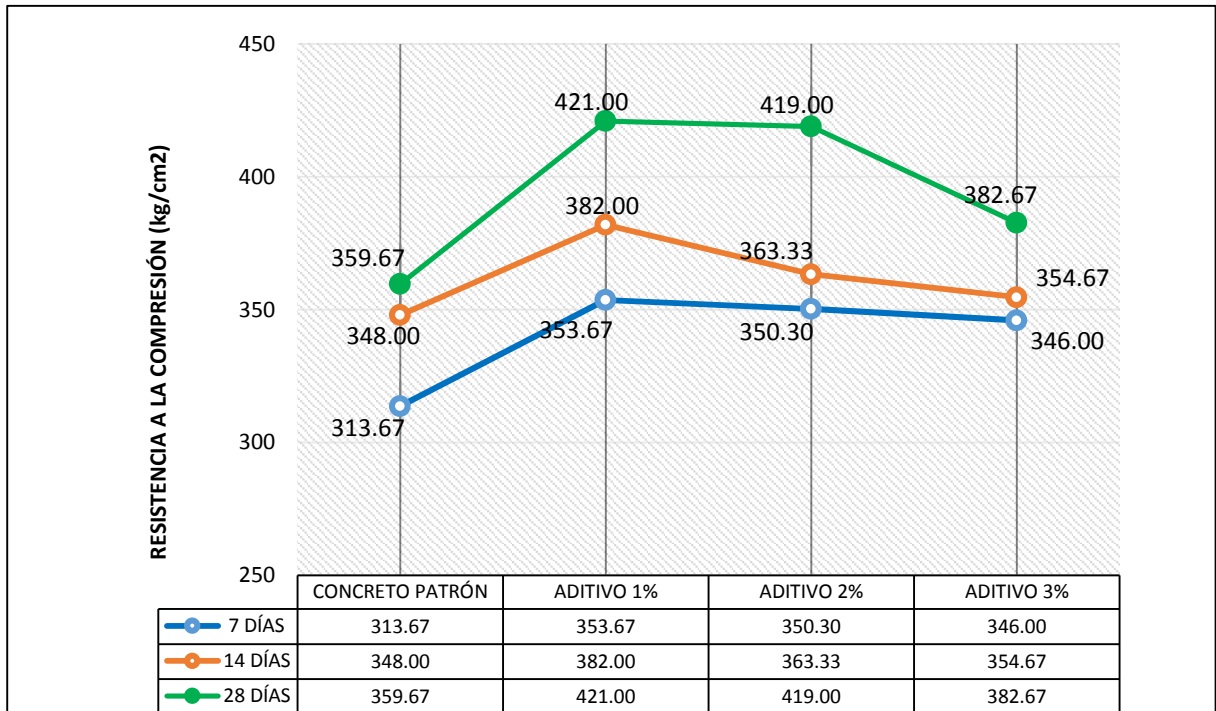
TIPO DE CONCRETO	RESIST. PROM. (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE RESIST. PROMEDIO
CONCRETO PATRÓN	359.67	100%
CONCRETO CON ADITIVO 1%	421.00	117.05%
CONCRETO CON ADITIVO 2%	419.00	116.5%
CONCRETO CON ADITIVO 3%	382.67	106.4%

La tabla 43, representa que con 1% de aditivo varía en un 17.05% con referencia al concreto patrón, asimismo con 2% de aditivo varia con un 16.5%, y con el 3% de adición de aditivo varia con un 6.4% con respecto al concreto patrón, observando que va disminuyendo ligeramente de acuerdo al aumento de los porcentajes de la adición de aditivos del concreto.

Por lo tanto en conclusión la incorporación del aditivo impermeabilizante por cristalización incrementa con el 1% de aditivo con relación al peso del cemento generándose un concreto con mayor resistencia, mejorando así el concreto. Sin embargo sucede lo contrario con respecto al concreto con aditivo 2% que va disminuyendo ligeramente y con el 3% disminuye notoriamente, disminuyendo la resistencia con respecto al aditivo 1%.

### 3.2.5.2.- Comparación General de la Resistencia a la Compresión.

Figura 13: RESUMEN GENERAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



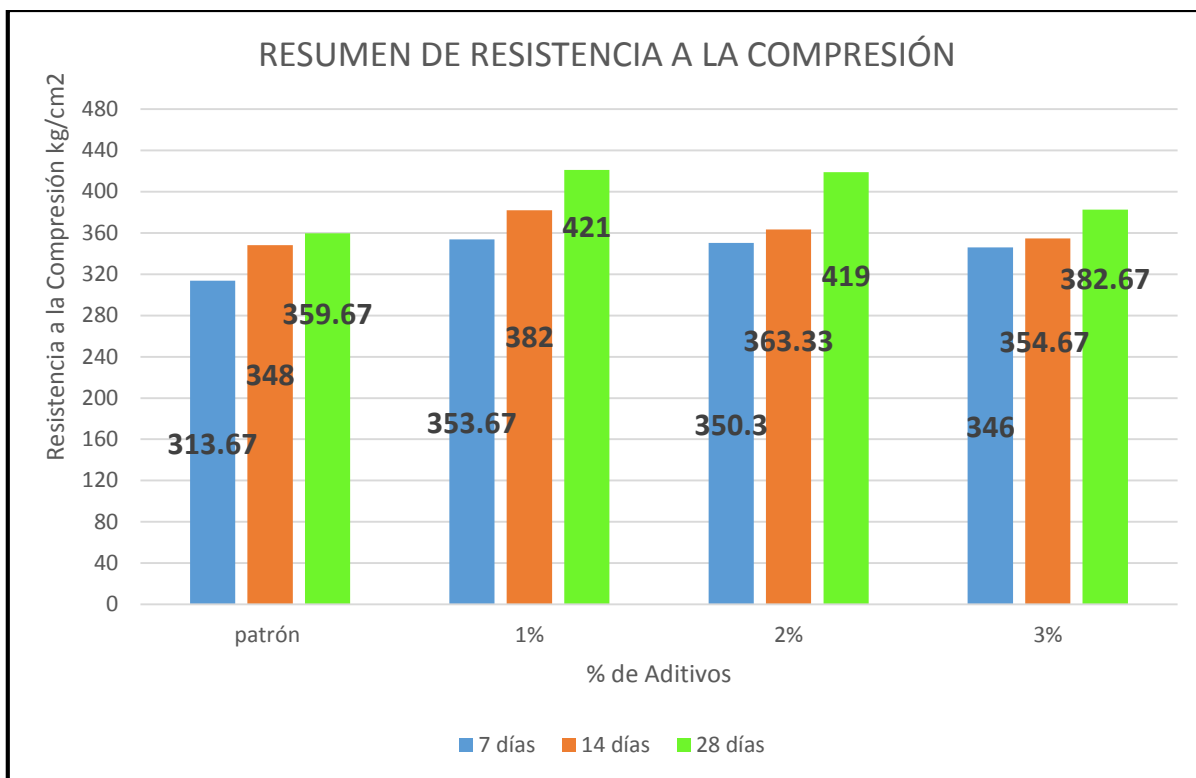


Figura 14: Resumen de resistencia a la compresión.

En la figura 13 y 14, se observa al concreto a los 7, 14 y 28 días de curado, con la adición del aditivo de 1%, es el que produce un concreto de mayor resistencia la cual se incrementa en 17.05% en referencia al concreto sin aditivo.

Se observa a los 28 días que el concreto con adición de aditivo de 1% es el que más incrementa en la resistencia, mejorando el concreto patrón, en comparación a la adición de 2% y 3% de aditivo que va disminuyendo la resistencia con referencia al aditivo de 1%.

### 3.2.6.- ENSAYO DE DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C642)

Para determinar la densidad, el porcentaje de absorción y vacíos en el concreto, se realizó el diseño de mezcla de una relación de a/c de 0.47, elaborados para la edad de 28 días, para concreto sin aditivo y con aditivo impermeabilizante por cristalización adicionando aditivo de 1%, 2% y 3% del peso del cemento.

En este ensayo se elaboraron probetas cilíndricas de un diámetro de 4" por 8" de altura, que consiste en la medición de la tasa de absorción.

## Absorción del Concreto.-

Figura 15: Ensayo de absorción del concreto a los 28 días

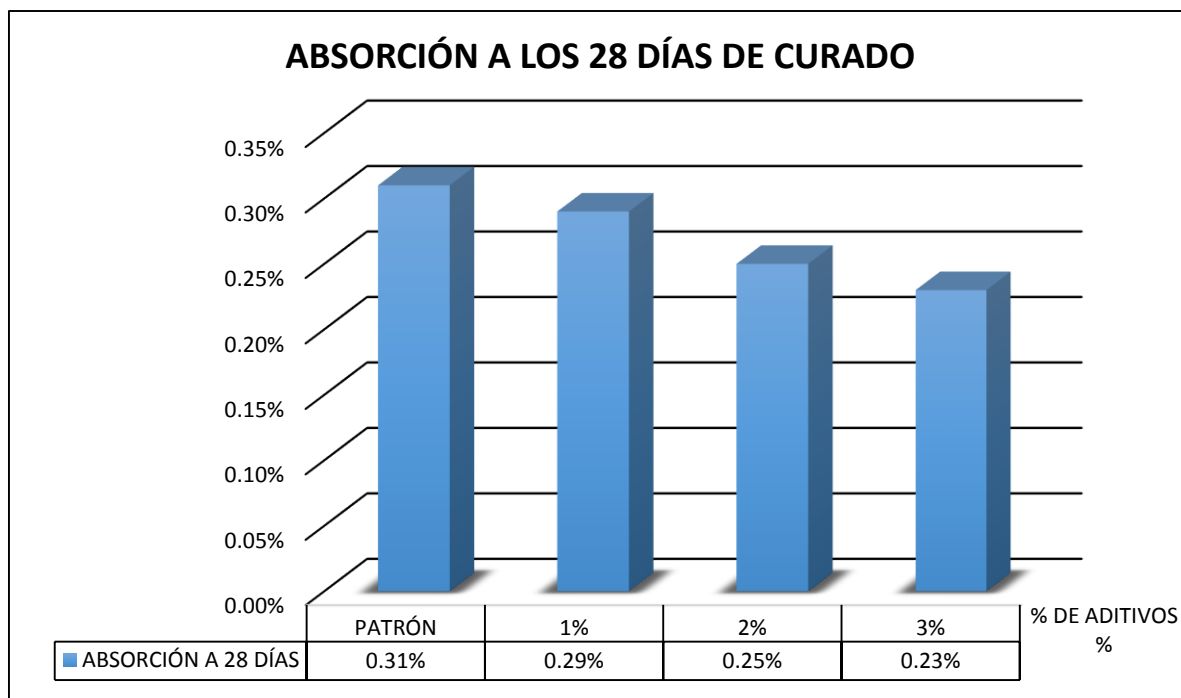


Tabla 44: Resultados porcentuales del ensayo de absorción a los 28 días.

TIPO DE CONCRETO	VALOR PROMEDIO	PORCENTAJE	DIFERENCIA CON RELACIÓN AL PATRÓN
PATRÓN	0.31%	100%	0
Aditivo 1%	0.29%	93.50%	6.90%
Aditivo 2%	0.25%	80.65%	24.00%
Aditivo 3%	0.23%	74.20%	34.78%

De acuerdo a la figura 15 y tabla 44, se observa que el concreto patrón posee un alto porcentaje de absorción capilar y se muestra que con 1%, 2% y 3% de aditivo se disminuye progresivamente cuando se adiciona mayor dosificación al concreto.

Por lo tanto los resultados obtenidos permiten concluir que con la incorporación del aditivo de 3% provoca un sellado parcial de la porosidad del concreto en un 34.78%, en comparación con el concreto patrón. La disminución que tiene progresivamente la absorción capilar del concreto con adición de aditivo, indica que la acción del aditivo hace que sea menos absorbente el concreto.

## **Índice de vacíos**

Este tipo de ensayo consiste en la diferencia de medir la existe entre la masa y la muestra sometida a un secado en horno, saturada de agua y después de ser sometida a un baño en agua hirviendo.

Para lo cual se calculará el peso de las muestras, en condición seca, de inmersión y de ebullición. Se deberá tener en consideración para las tres situaciones el tiempo especificado en el proceso y la variación de masa no debe exceder al 0.5%.

## **Índice de Vacíos**

Los resultados obtenidos del ensayo del índice de vacíos permeables elaborados en el laboratorio a la edad de 28 días, utilizando aditivo impermeabilizante por cristalización con dosificación de 1%, 2% y 3%.

Figura 15: Resultado de Índice de Vacíos del concreto a los 28 días

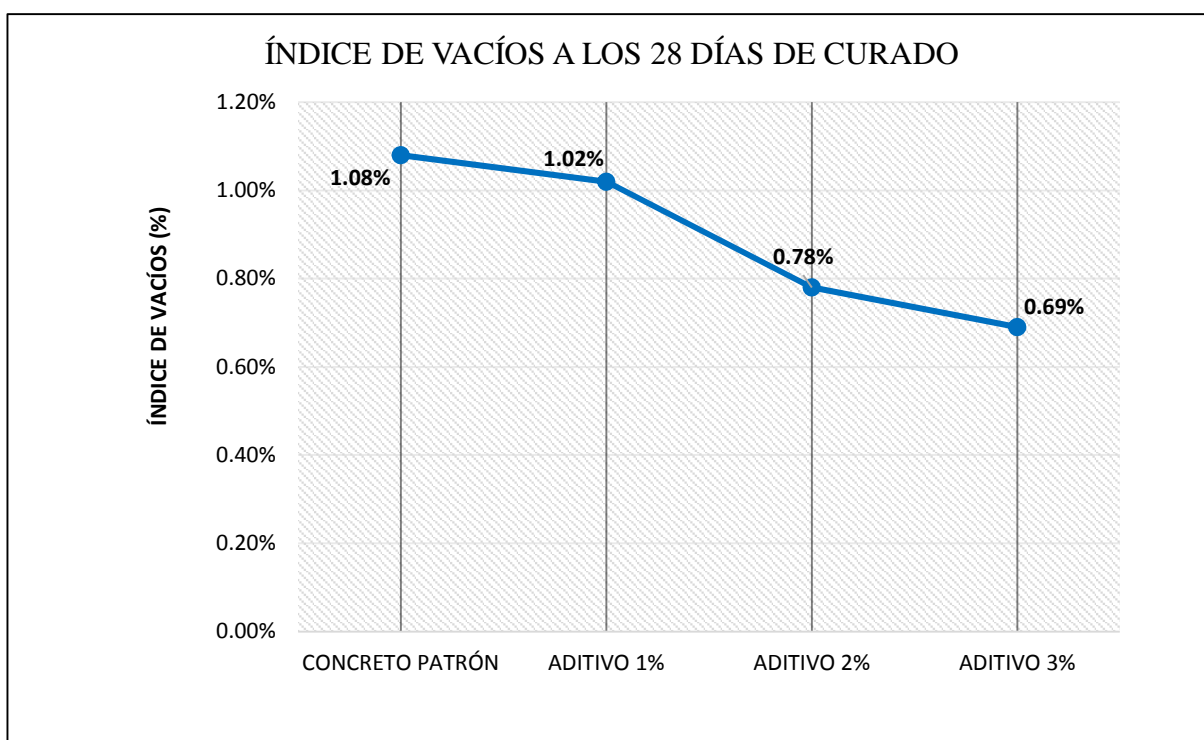


Tabla 45: Resultados porcentuales del ensayo de índice de vacíos a los 28 días

TIPO DE CONCRETO	VALOR PROMEDIO	PORCENTAJE	DIFERENCIA CON RELACIÓN AL PATRÓN
PATRÓN	1.08%	100%	0
1%	1.02%	94.45%	5.88%
2%	0.78%	72.20%	38.46%
3%	0.69%	63.89%	56.52%

De acuerdo a la figura 15 y tabla 45, se observa que el concreto patrón posee un alto porcentaje de índice de vacíos permeables y se muestra que con 1%, 2% y 3% de aditivo se disminuye progresivamente cuando se adiciona mayor dosificación al concreto.

Por lo tanto los resultados obtenidos permiten concluir que con la incorporación del aditivo de 1% disminuye un 5.88%, de 2% disminuye un 38.46% y de 3% disminuye un 56.52% del índice de vacíos permeables del concreto, con relación del concreto sin aditivo. Este ensayo refleja que las probetas elaboradas con aditivo sellan los poros que existe en el concreto, la cual disminuye la penetración del agua con relación al concreto patrón.

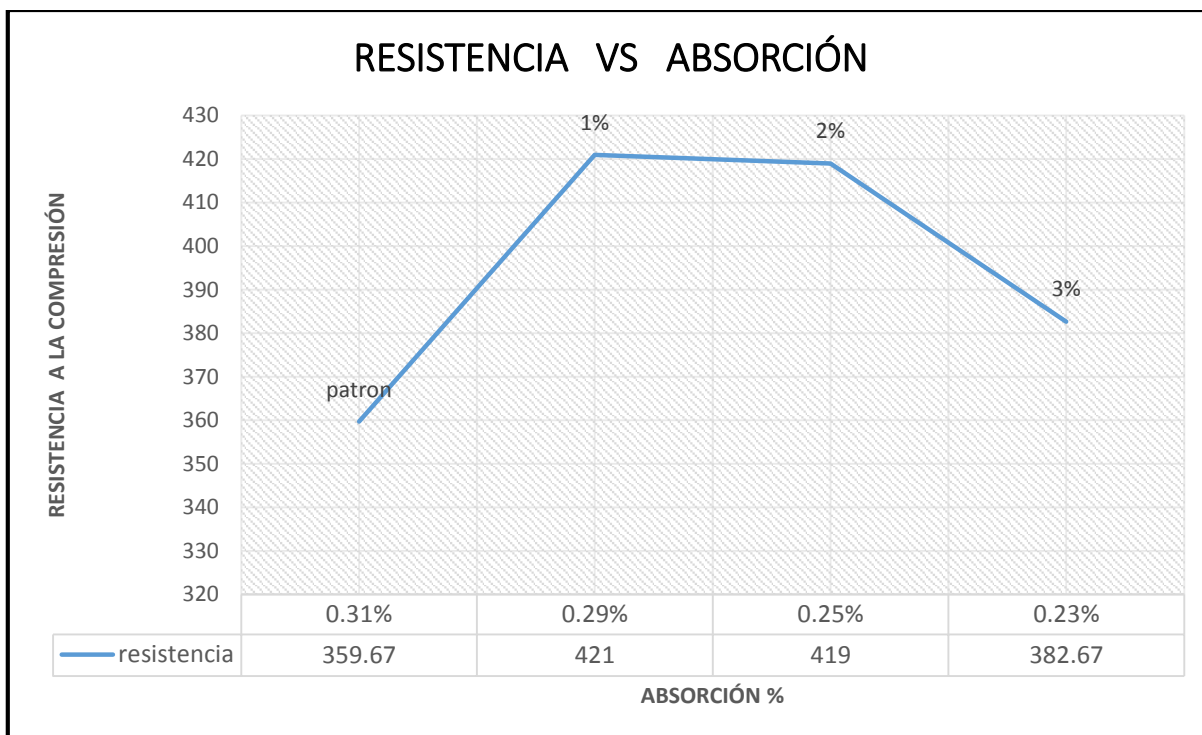


Figura 16: Resistencia vs Absorción

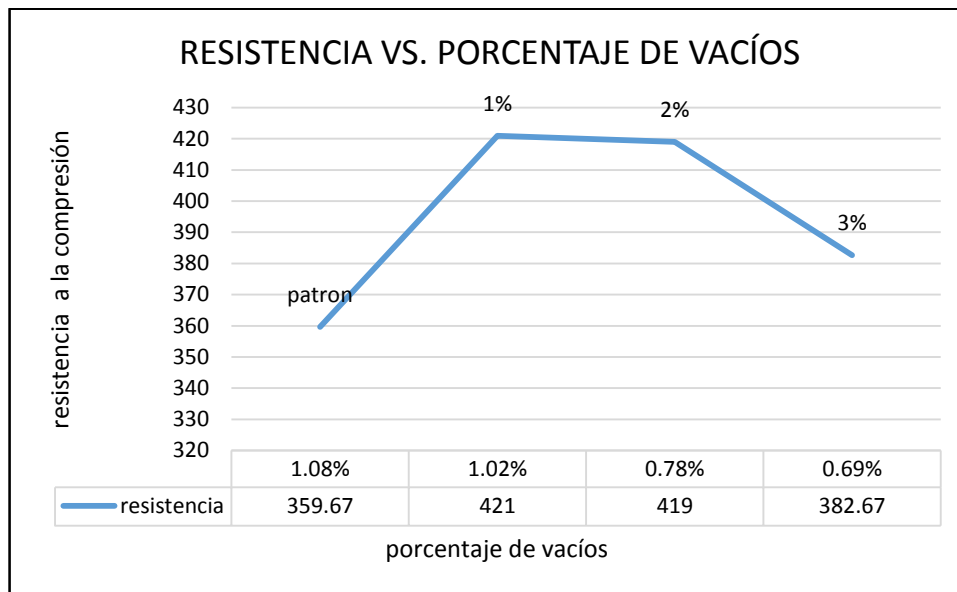
TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA	ABSORCIÓN	INCREMENTO DE LA RESISTENCIA CON RESPECTO AL PATRÓN	REDUCCIÓN DE LA ABSORCIÓN CON RESPECTO AL PATRÓN
PATRÓN	359.67	0.31%	-	-
ADITIVO 1%	421	0.29%	17.05%	6.90%
ADITIVO 2%	419	0.25%	16.50%	24.00%
ADITIVO 3%	382.67	0.23%	6.40%	34.78%

Tabla 46: Resistencia y absorción

En la Figura 16: observamos una línea de color azul, esta línea manifiesta el comportamiento de la resistencia a la compresión vs. la capacidad de absorción.

Podemos observar el concreto patrón que está en el rango de diseño con 359.67 kg/cm<sup>2</sup>, que posee una absorción de 0.31 %, teniendo una relación a/c de 0.47, en comparación las muestras de que contiene 1% de aditivo, que es lo especificado en la ficha técnica, alcanza una resistencia de 421 kg/cm<sup>2</sup>, una absorción de 0.29%, una relación a/c de 0.47, podemos observar como incrementa la resistencia en un 17.05%, y en el caso de la absorción podemos observar que disminuye en un 6.90%, los resultados con los demás % de aditivo nos muestra que a medida que agregamos más aditivo, se reduce la resistencia a la compresión, reduciendo a la vez también la absorción.

## RESISTENCIA VS. PORCENTAJE DE VACÍOS



TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA	ABSORCIÓN	INCREMENTO DE LA RESISTENCIA CON RESPECTO AL PATRÓN	REDUCCIÓN DE PORCENTAJE DE VACÍOS CON RESPECTO AL PATRÓN
PATRÓN	359.67	1.08%	-	-
ADITIVO 1%	421	1.02%	17.05%	5.88%
ADITIVO 2%	419	0.78%	16.50%	38.46%
ADITIVO 3%	382.67	0.69%	6.39%	56.52%

Figura 17: Resistencia y porcentaje de vacíos

En la Figura 17 observamos una línea de color azul, esta línea manifiesta la relación entre la resistencia vs porcentaje de vacíos.

Podemos observar el concreto patrón que está en el rango de diseño con resistencia de 359.67 kg/cm<sup>2</sup>, que posee porcentaje de vacíos de 1.08 %, teniendo una relación a/c de 0.47, en comparación las muestras de que contiene 1% de aditivo, que es lo especificado en la ficha técnica, alcanza una resistencia 421 kg/cm<sup>2</sup>, absorción de 1.02%, y una relación a/c de 0.47, podemos observar que incrementa la resistencia en un 17.05%, y en el caso de la absorción podemos observar que disminuye en un 5.88%, los resultados con los demás % de aditivo nos muestra que a medida que agregamos más aditivo, se reduce la resistencia a la vez el porcentaje de vacíos.



## **IV.- DISCUSIÓN**

Después de obtener el resultado de los ensayos tanto de agregados gruesos y finos, resultados del asentamiento, resistencia y la permeabilidad mediante ensayo de densidad, absorción y contenido de vacíos, dichos ensayos se aplicaron al concreto patrón y concreto con porcentaje de aditivo impermeabilizante por cristalización, por consiguiente se da la discusión de nuestros resultados con los antecedentes, con el fin de contraponer dichos resultados, para lo cual se estructura la discusión por objetivos:

1.- Con respecto al uso del aditivo impermeabilizante por cristalización en el asentamiento del concreto.

Según planteado por Barrera Waldo y Cahuata Franck, con relación a/c de 0,35 y 0.50, el slump se incrementa a medida que se va reduciendo la relación a/c, logrando incrementar la trabajabilidad con relación a/c 0.35.

Luego de observar los resultados de nuestro antecedente se puede contrastar con la presente investigación se puede verificar la adición de aditivo Impermeabilizante por cristalización Aquafin Ic Admix como influye con respecto al slump, con adición de 1% de aditivo se obtiene 2", con 2% se obtiene 1.75" y con 3% de aditivo se obtiene un slump de 1.5", en conclusión el concreto se vuelve notablemente menos trabajable.

2.- Con respecto al uso del aditivo impermeabilizante por cristalización en la resistencia a la compresión.

Con respecto la investigación planteada por Rodríguez (2015), nos refiere que, con la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización en esta propiedad, se mantiene de forma prácticamente inalterable el resultado con el 5% de aditivo un incremento de 0% a los 28 días, la reacción no fue significativo.

Luego de observar los resultados de nuestro antecedente se puede contrastar con la presente investigación se puede verificar la adición del aditivo Impermeabilizante por cristalización Aquafin IC, influye en la propiedad del concreto endurecido, incrementando la resistencia significativamente en cada edad de ensayo (7, 14 y 28 días). El concreto con 1% de aditivo aumenta un 17.05%, con 2% de aditivo aumenta 16.5%, y con el 3% de aditivo aumenta un 6.4% con respecto al concreto patrón.

3.- La evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin reduce la permeabilidad del concreto.

Con respecto a la investigación planteada, Rodríguez (2015), en sus resultados la capacidad de absorción del concreto se va disminuyendo gradualmente con la adición del 5% de aditivo, en 2.80% con respecto al concreto patrón.

Con respecto a la permeabilidad de nuestra investigación, podemos observar en la tabla 46, figura 14, que el aditivo reduce el % de vacíos en hasta 56.5% en relación al concreto patrón.

## **V.- CONCLUSIONES**

Luego obtenido los resultados se evalúa la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización.

1.- Con respecto a los resultados del asentamiento, se concluye que la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización, da como resultado que el concreto sea menos trabajable.

En conclusión el aditivo adicionado al concreto tiene una tendencia a disminuir la trabajabilidad.

2.- Con respecto a la resistencia que se obtiene a 28 días se concluye que incrementa significativamente con la dosificación de 1% de aditivo siendo el más óptimo y mejorando su resistencia, tanto a los 7, 14 y 28 días de curado.

3.- De acuerdo a los ensayos de absorción e índice de vacíos, el aditivo impermeabilizante por cristalización reduce la capacidad de absorber en un 6.90% con respecto al concreto patrón y con respecto al índice de vacíos logra reducir los vacíos en un 5.88% para ambos casos se utilizó el 1% de aditivo, estos resultados indican que el concreto elaborado es menos permeable.

## **VI.- RECOMENDACIONES**

- Utilizar otros tipos de cemento, para realizar esta investigación se utilizó un cemento de tipo I, sin embargo se puede utilizar otros tipos de cemento, para poder obtener otros resultados que podrían mejorar la investigación.
- Se recomienda evaluar la dosificación relación agua/cemento, para mejorar la propiedad de la impermeabilización del concreto al adicionar aditivos impermeabilizantes por cristalización, por lo que se propone buscar composiciones óptimas que mejore el desempeño, cuando se quiere reducir la penetración del agua en la estructura ante la exposición de sales solubles y otros agentes.
- Es necesario al utilizar los aditivos, realizar los ensayos en lugares controlados en la que se deberá tomar en cuenta las temperaturas ambientes, para alcanzar los resultados óptimos.
- Realizar pruebas de ensayos que sean mayores a 28 días para lograr resultados que concuerden con las condiciones que están expuestas una estructura, para analizar el proceso del comportamiento en un tiempo determinado.
- Se recomienda cuando el asentamiento disminuye adicionar aditivo plastificante para volverlo trabajable.

## **VII.- REFERENCIAS**



- ALVAREZ, Miguel. Eficiencia de barrera horizontal impermeabilizante frente a la ascensión capilar en muros no portantes conformados por ladrillos tipo V. Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2017.
- AQUAFIN. <http://www.dynal.cl/wp-content/uploads/2017/11/FT-AQUAFIN-IC-INTEGRACOAT-Espa%C3%B1ol.pdf>
- BARRERA, Waldo y CAHUATA Franck. Evaluación de la permeabilidad del concreto utilizando aditivos impermeabilizantes por cristalización aplicado a estructuras hidráulicas de concreto armado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, 2018.
- BERNAL, César. Metodología de la investigación 3ra. ed. Colombia: 2010. Pearson Educación, 106 pp. ISBN: 9789586991285.
- CÓRDOVA, Manuel. Estadística descriptiva e inferencial. 5ta. ed. Perú: 2003. Editorial Moshera SRL. ISBN: 9972-813-05-3.
- GIRÓN, Andrés y RAMÍREZ, Fabián. Impermeabilización de superficies en la construcción de edificios. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá – Colombia, 2016.
- GUTIERREZ, Juan y SALAZAR, Diego. Evaluación de la Permeabilidad en diseños de concreto con el uso de aditivos Sika wt-100 y Sika wt-200 en obras hidráulicas de Lima Metropolitana. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2015.
- GUTIÉRREZ, Libia. El Concreto y Otros Materiales para la Construcción. 2da edición. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2003., 227 pp. ISBN: 958-932282-4.
- HERNANDEZ, FERNANDEZ Y BAPTISTA. Metodologia de la Investigacion. 6ta. edición. México: 2014. Edamsa Impresiones, 634 pp. ISBN 9701057538.  
[http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1249/1/gutierrez\\_jc-salazar\\_jdi.pdf](http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1249/1/gutierrez_jc-salazar_jdi.pdf)
- INACAL NTP 339.034. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima: 2015, p.21.

- INACAL NTP 339.035. Método de ensayo para medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima: 2013, p.13.
- INACAL NTP 400.012. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima: 2013. p.18
- INACAL NTP 339.033-2015. Practica normalizada para la elaboración y curado de los especímenes de concreto en campo. Lima: 2015, p.21.
- INACAL NTP 400.037-2014. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Lima: 2015, p.26.
- INACAL NTP 334.088-2015. Aditivos químicos en pastas, morteros y concreto. Especificaciones. 3° Edición.
- INACAL NTP 339.088. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. Requisitos. Lima. 2006.
- LIMON, Jorge. Estudio sobre tecnologías aplicadas a las mezclas de concreto hidráulico para reducir su permeabilidad al agua e incrementar su durabilidad. Tesis (Título en Ingeniería Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, programa de maestría y doctorado en ingeniería, 2016.
- MONTIEL, José Luis. Impermeabilización de losas, cisternas y cimentación de casa habitación. Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.
- MOZO. Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash. Universidad Cesar Vallejo – Chimbote. 2014.
- Norma E-060 de Concreto Armado. 1era Edición. Lima-Perú, 2009.
- Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez. Metodología de la investigación. Tercera edición, ediciones de la U. Colombia. 2013. ISBN 978-958-762-188-4

- RAMOS Dayam, CRUZ Juan Jose y RODRIGUEZ Carlos. 2015. Utilización del sistema de impermeabilización de cubiertas de enrajonado y soldadura en el municipio de Matanzas. Sistema de Información Científica. Vol. 9, N° 2.
- RIVVA, Enrique. Tecnología del concreto - Diseño de mezclas. 1ra edición. Lima: Editorial Hozlo, 2000., 284 pp. ISBN: 958932234.
- RODRIGUEZ, Santiago. Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante, Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, 2016.
- SENCICO. Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto. 1era Edición. Cartolan Editores. 2014: Lima-Perú, 42 pp.
- SUDARIO, Raúl. Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$  elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018. Lima: Universidad César Vallejo, 2018.
- SUPO, José. Investigación Científica. 2012. ISBN: 1492278904
- TACUSI, Miliciano. Estudio del concreto con aditivo impermeabilizante y cemento portland tipo I. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2016.
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para la elaboración de proyectos de investigación científica. Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. 5° ed. Perú: 2015. Editorial San Marcos E.I.R.L., 250 pp. ISBN: 9786123028787.
- PLOPEZ. Impermeabilizantes para concretos. Impermeabilizantes por Cristalización. 2017. Disponible:  
<https://impermeabilizaciondelconcreto.wordpress.com/2017/04/25/impermeabilizantes-por-cristalizacion-cuales-son-sus-ventajas/>

## **VIII.- ANEXOS**


## ANEXO N° 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DEL USO DEL ADITIVO IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD Y MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, CARAPONGO, LURIGANCHO, LIMA 2019.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cómo contribuye la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la permeabilidad del concreto y como se incrementa en la resistencia a la compresión en el concreto <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup>?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Evaluar la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin para la reducción de la permeabilidad del concreto y como se incrementa en la resistencia a la compresión en el concreto <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>La evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin reduce la permeabilidad del concreto e incrementa en la resistencia a la compresión en el concreto <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p>	<p><b>VARIABLES INDEPENDIENTE</b></p> <p>Aditivo Impermeabilizante</p>	<p>Cantidad del aditivo</p>	<p>Porcentaje del aditivo</p>	<p>Ficha de recolección de datos</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>PE1: ¿Qué efecto produce el uso del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en el asentamiento del concreto <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup>?</p> <p>PE2: ¿Qué efecto produce el uso el aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup>?</p> <p>PE3: ¿De qué manera contribuye el aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la permeabilidad del concreto <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup>?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>OE1: Conocer el efecto que produce el uso de aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en el asentamiento del concreto <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p>OE2: Identificar el efecto que produce el uso de aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p>OE3: Determinar de qué manera contribuye el aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la permeabilidad del concreto <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b></p> <p>HE1: Mejora favorablemente el uso de aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en el asentamiento del concreto <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p>HE2: Se incrementa significativamente la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p>HE3: Se reduce favorablemente con la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización aquafin en la permeabilidad del concreto <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Concreto <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup></p>	<p>Asentamiento del concreto (mezcla en estado fresco)</p> <p>Resistencia a la compresión (mezcla en estado endurecido)</p> <p>Permeabilidad</p>	<p>- Slum del concreto - Relación agua/cemento</p> <p>Ensayo de resistencia</p> <p>- Densidad - Absorción - Contenido de vacíos</p>	<p>Ficha de recolección de datos</p> <p>Ficha de recolección de datos</p> <p>Ficha de recolección de datos</p>

## ANEXO 2.- RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADO FINO

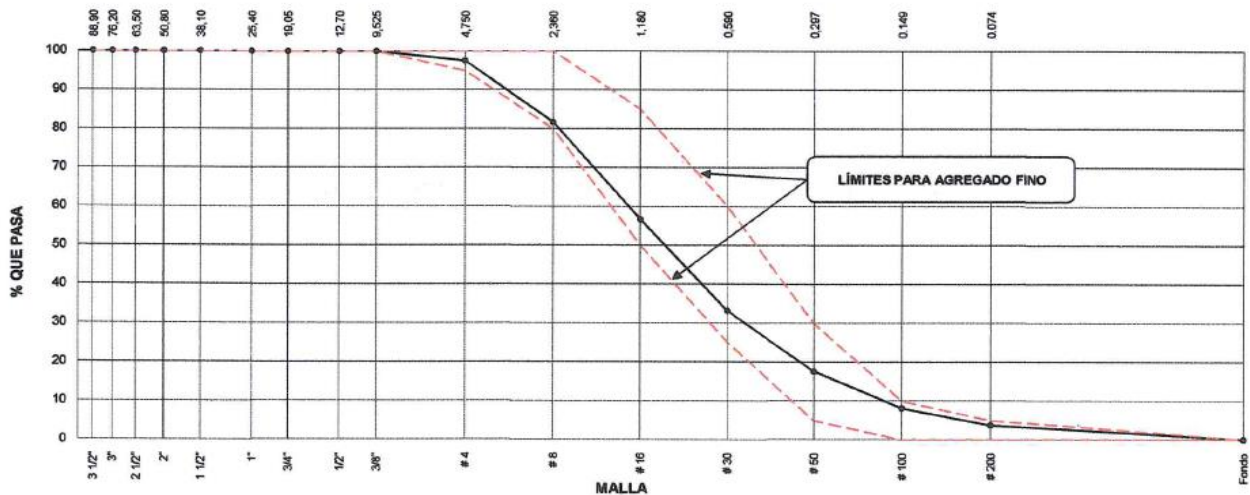
 <p><b>INGEOCONTROL</b> INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-150
	<b>ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	Registro N°:	IGC19-LEM-396-01
Solicitante	: Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	: Carapongo, Lurigancho, Lima 2019	Fecha de Ensayo:	04/10/19
Material	: Agregado fino (Arena gruesa)	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Lote	: Cantera Trapiche		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	25.8	2.52	2.52	97.48	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	161.6	15.81	18.34	81.86	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	255.6	25.01	43.35	56.65	50.00	85.00
# 30	0.60 mm	240.9	23.57	66.92	33.08	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	158.1	15.47	82.39	17.61	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	97.7	9.56	91.95	8.05	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	44.6	4.36	96.31	3.69	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	37.7	3.69	100.00	0.00	0.00	0.00

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Mesa Seco ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.470
P. Especif. de Masa SSS ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.556
P. Especif. de Masa Aparente ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.702
P. Unitario Compactado ( $\text{kg/m}^3$ )	1766
P. Unitario Suelto ( $\text{kg/m}^3$ )	1550
Humedad de absorción (%)	3.5
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	3.05
% < Malla N° 200 (0.75 $\mu\text{m}$ )	5.80


### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



# ANEXO 3.- RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADO GRUESO

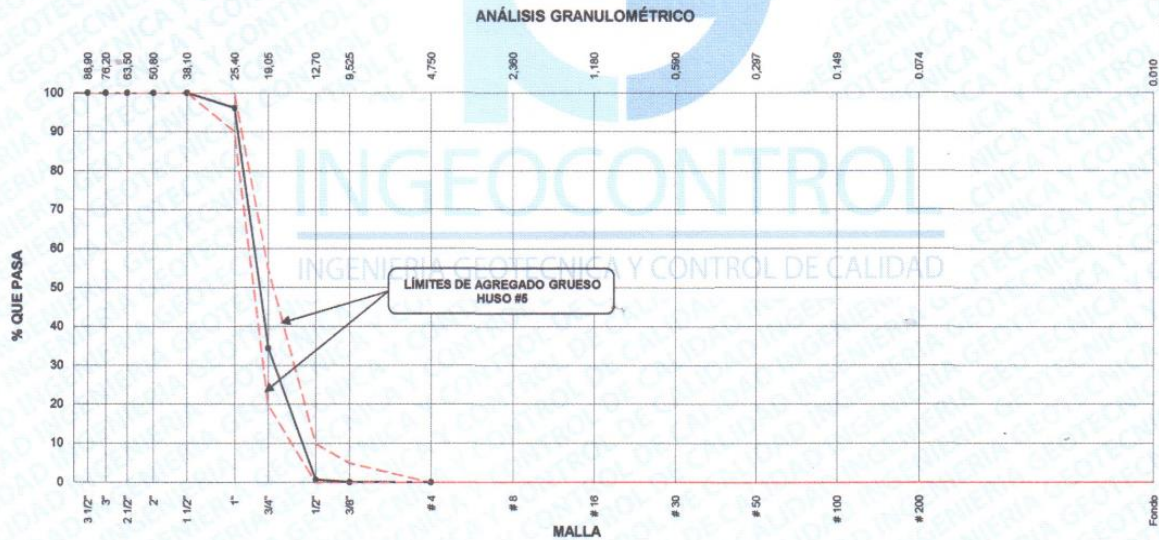
	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-160
	<b>ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-06-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto** : Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  Registro N°: IGC19-LEM-396-02  
**Solicitante** : Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello Muestreado por : R. Leyva  
**Código del Proyecto** : --- Ensayado por : R. Leyva  
**Ubicación de Proyecto** : Carapongo, Lurigancho, Lima 2019 Fecha de Ensayo: 04/10/19  
**Material** : Agregado grueso Turno: Diurno

**Código de Muestra** : ---  
**Lote** : Cantera Trapiche  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	124	3.85	96.15	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1986	61.84	95.49	34.51	20.00
1/2"	12.70 mm	1089	33.80	98.29	0.71	0.00
3/8"	9.53 mm	20	0.62	99.91	0.09	0.00
# 4	4.75 mm	2	0.06	99.97	0.03	0.00
# 8	2.36 mm		0.00	99.97	0.03	0.00
# 16	1.18 mm		0.00	99.97	0.03	0.00
# 30	0.59 mm		0.00	99.97	0.03	0.00
# 50	0.30 mm		0.00	99.97	0.03	0.00
# 100	0.15 mm		0.00	99.97	0.03	0.00
# 200	0.07 mm		0.00	99.97	0.03	0.00
Fondo	0.01 mm	1	0.03	100.00	0.00	0.00

P. Especif. de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.692
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.712
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.746
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1587
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1444
Humedad de absorción (%)	0.74
Tamaño Máximo	1 "
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.65
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.32




INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres  
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com



# ANEXO 4.- RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-93
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO</b> REFERENCIA ACI 211		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-396-03
SOLICITANTE	: Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Carapongo, Lurigancho, Lima 2019		FECHA DE VACIADO :	10/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 10/10/2019		TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino		$f_c$ de diseño:	280 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: Cantera Trapiche		Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento Sol tipo 1		Código de mezcla:	PATRON

- |  |  |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA<br>$F_{cr} = 364$ | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO<br>Cemento = 468 kg       |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO<br>$R_{a/c} = 0.47$               | 6. FACTOR CEMENTO<br>Bolsas x m <sup>3</sup> = 11.0 Bolsas     |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 220 L       | 7. CÁLCULO DE ADITIVO<br>0.00 kg x m <sup>3</sup> = 0.0% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 2.0%                |  |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento Sol tipo 1	3110 kg/m <sup>3</sup>	0.1505 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2200 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0.0200 m <sup>3</sup>					
Aquaflin - IC Admix	2556 kg/m <sup>3</sup>	0.0000 m <sup>3</sup>	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Agregado grueso	2592 kg/m <sup>3</sup>	---	0.40%	0.74%	7.65	1444	1567
Agregado fino	2470 kg/m <sup>3</sup>	---	2.90%	3.50%	3.05	1550	1766
Volumen de pasta		0.3905 m <sup>3</sup>					
Volumen de agregados		0.6095 m <sup>3</sup>					

- |   |                                      |                      |
|---|--------------------------------------|----------------------|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS                          | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA       | 0.030 m <sup>3</sup> |
| Agregado grueso 53.0% = 0.3230 m <sup>3</sup> = 837 kg    | Cemento Cemento tipo I               | 14.04 kg             |
| Agregado fino 47.0% = 0.2865 m <sup>3</sup> = 708 kg      | Agua                                 | 6.81 L               |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD | Aquaflin - IC Admix                  | 0.0 g = 0 mL         |
| Agregado grueso 841 kg                                    | Agregado grueso                      | 25.2 kg              |
| Agregado fino 728 kg                                      | Agregado fino                        | 21.8 kg              |
| 11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD       | Slump Obtenido                       | 2"                   |
| Agua 227 L  | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA    |                      |
|   | CEM A.F. A.G. ADIT AGUA              |                      |
|   | 1 : 1.5 : 1.87 : 0. : 20.6 L / bolsa |                      |

OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM Nombre y firma:	D:	JEFE LEM Nombre y firma:	D:	CQC - LEM Nombre y firma:	D:
	M:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:		A:		A:



	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-93
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO</b> <b>REFERENCIA ACI 211</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

<b>PROYECTO</b>	: Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	<b>REGISTRO N°:</b>	IGC18-LEM-396-04
<b>SOLICITANTE</b>	: Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello	<b>REALIZADO POR :</b>	R. Leiva
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	: ---	<b>REVISADO POR :</b>	N. Sánchez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: Carapongo, Lurigancho, Lima 2019	<b>FECHA DE VACIADO :</b>	10/10/19
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 10/10/2019	<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Procedencia</b>	: Cantera Trapiche	<b>Asentamiento:</b>	3" - 4"
<b>Cemento</b>	: Cemento Sol tipo 1	<b>Código de mezcla:</b>	<b>ADITIVO 1%</b>

<b>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA</b>	<b>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO</b>
$F'_{cr} = 364$	Cemento = 468 kg
<b>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO</b>	<b>6. FACTOR CEMENTO</b>
$R_{a/c} = 0.47$	Bolsas x m <sup>3</sup> = 11.0 Bolsas
<b>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</b>	<b>7. CÁLCULO DE ADITIVO</b>
Agua = 220 L	4.68 kg x m <sup>3</sup> = 1.0% / Cto
<b>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</b>	
Aire = 2.0%	

<b>8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS</b>								
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Sol tipo 1	3110 kg/m <sup>3</sup>	0.1505 m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2200 m <sup>3</sup>						
Aire	---	0.0200 m <sup>3</sup>						
Aquafin - IC Admix	2556 kg/m <sup>3</sup>	0.0018 m <sup>3</sup>	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	
Agregado grueso	2592 kg/m <sup>3</sup>	---	0.40%	0.74%	7.65	1444	1567	
Agregado fino	2470 kg/m <sup>3</sup>	---	2.90%	3.50%	3.05	1550	1786	
Volumen de pasta		0.3923 m <sup>3</sup>						
Volumen de agregados		0.6077 m <sup>3</sup>						

<b>9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</b>	<b>12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA</b>	0.030 m <sup>3</sup>
Agregado grueso 53.0% = 0.3221 m <sup>3</sup> = 835 kg	Cemento Cemento tipo I	14.04 kg
Agregado fino 47.0% = 0.2856 m <sup>3</sup> = 705 kg	Agua	6.81 L
<b>10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>	Aquafin - IC Admix	140.4 g = 55 mL
Agregado grueso 838 kg	Agregado grueso	25.1 kg
Agregado fino 726 kg	Agregado fino	21.8 kg
<b>11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</b>	Slump Obtenido	2"
Agua 227 L	<b>13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</b>	
	CEM A.F. A.G. ADIT. AGUA	
	1 : 1.5 : 1.86 : 0.4 : 20.6 L / bolsa	

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



**PROYECTO** : Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  **REGISTRO N°:** IGC18-LEM-396-05

**SOLICITANTE** : Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello **REALIZADO POR :** R. Leiva

**CÓDIGO DE PROYECTO** : --- **REVISADO POR :** N. Sánchez

**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Carapongo, Lurigancho, Lima 2019 **FECHA DE VACIADO :** 10/10/19

**FECHA DE EMISIÓN** : 10/10/2019 **TURNO :** Diurno

**Agregado** : Ag. Grueso / Ag. Fino **F'c de diseño:** 280 kg/cm2

**Procedencia** : Cantera Trapiche **Asentamiento:** 3" - 4"

**Cemento** : Cemento Sol tipo 1 **Código de mezcla:** ADITIVO 2%

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$F'cr = 364$

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 468 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$Ra/c = 0.47$

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m3 = 11.0 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 220 L

7. CÁLCULO DE ADITIVO

$9.36 \text{ kg} \times m^3 \approx 2.0\% / \text{Cto}$

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.0%

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento Sol tipo 1	3110 kg/m3	0.1505 m3					
Agua	1000 kg/m3	0.2200 m3					
Aire	---	0.0200 m3					
Aquafin - IC Admix	2556 kg/m3	0.0037 m3	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Agregado grueso	2592 kg/m3	---	0.40%	0.74%	7.65	1444	1567
Agregado fino	2470 kg/m3	---	2.90%	3.50%	3.05	1550	1768
Volumen de pasta		0.3942 m3					
Volumen de agregados		0.6058 m3					

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 53.0%  $\approx 0.3211 \text{ m}^3 \approx 832 \text{ kg}$   
Agregado fino 47.0%  $\approx 0.2847 \text{ m}^3 \approx 703 \text{ kg}$

12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.030 m3

Cemento Cemento tipo I 14.04 kg  
Agua 6.81 L  
Aquafin - IC Admix 280.9 g  $\approx 110 \text{ mL}$   
Agregado grueso 25.1 kg  
Agregado fino 21.7 kg  
Slump Obtenido 1 3/4"

10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 836 kg  
Agregado fino 724 kg

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD




Agua 227 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. ADIT AGUA  
1 : 1.5 : 1.86 : 0.9 : 20.6 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:
		 Jony C. Gutiérrez Tabanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	



	<b>FORMATO</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-93</b>
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

<b>PROYECTO</b>	: Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	<b>REGISTRO N°:</b>	<b>IGC18-LEM-396-06</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello	<b>REALIZADO POR :</b>	<b>R. Leiva</b>
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	: ---	<b>REVISADO POR :</b>	<b>N. Sánchez</b>
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: Carapongo, Lurigancho, Lima 2019	<b>FECHA DE VACIADO :</b>	<b>10/10/19</b>
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 10/10/2019	<b>TURNO :</b>	<b>Diurno</b>
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b>	<b>280 kg/cm2</b>
<b>Procedencia</b>	: Cantera Trapiche	<b>Asentamiento:</b>	<b>3" - 4"</b>
<b>Cemento</b>	: Cemento Sol tipo 1	<b>Código de mezcla:</b>	<b>ADITIVO 3%</b>

<b>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA</b>	<b>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO</b>
$F'_{cr} = 364$	Cemento = 468 kg
<b>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO</b>	<b>6. FACTOR CEMENTO</b>
$R_{a/c} = 0.47$	Bolsas x m3 = 11.0 Bolsas
<b>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</b>	<b>7. CÁLCULO DE ADITIVO</b>
Agua = 220 L	14.04 kg x m3 = 3.0% / Cto

<b>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</b>
Aire = 2.0%

<b>8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS</b>								
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Sol tipo 1	3110 kg/m3	0.1505 m3						
Agua	1000 kg/m3	0.2200 m3						
Aire	---	0.0200 m3						
Aquafin - IC Admix	2556 kg/m3	0.0055 m3	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	
Agregado grueso	2592 kg/m3	---	0.40%	0.74%	7.65	1444	1567	
Agregado fino	2470 kg/m3	---	2.90%	3.50%	3.05	1550	1766	
Volumen de pasta		0.3960 m3						
Volumen de agregados		0.6040 m3						

<b>9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</b>	<b>12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA</b>	0.030 m3
Agregado grueso 53.0% = 0.3201 m3 = 830 kg	Cemento Cemento tipo I	14.04 kg
Agregado fino 47.0% = 0.2839 m3 = 701 kg	Agua	6.81 L
	Aquafin - IC Admix	421.3 g = 165 mL
<b>10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>	Agregado grueso	25.0 kg
Agregado grueso 833 kg	Agregado fino	21.6 kg
Agregado fino 722 kg	Slump Obtenido	1 1/2"

<b>11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</b>	<b>13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</b>
Agua 227 L	CEM A.F. A.G. ADIT AGUA
	1 : 1.5 : 1.85 : 1.3 : 20.6 L / bolsa

**OBSERVACIONES:**

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

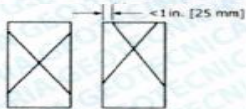


# ANEXO 5.- RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS

	<b>FORMATO</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-101</b>
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>
			<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
			<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>
<b>PROYECTO</b>	: Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$		<b>REGISTRO N°:</b> IGC18-LEM-396-07	
<b>SOLICITANTE</b>	: Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello		<b>REALIZADO POR :</b>	C. Amaringo
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	: ---		<b>REVISADO POR :</b>	J. Gutiérrez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	17/10/19
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 17/10/2019		<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido			
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
<b>F<sub>c</sub> de diseño</b>	: 280 kg/cm <sup>2</sup>			

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F <sub>c</sub>
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	17/10/19	7 días	1.97	297 kg/cm <sup>2</sup>	106.1
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	17/10/19	7 días	1.98	306 kg/cm <sup>2</sup>	109.4
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	17/10/19	7 días	2.02	338 kg/cm <sup>2</sup>	120.7
PROBETA N° 01 DISEÑO 1% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	17/10/19	7 días	1.95	341 kg/cm <sup>2</sup>	121.8
PROBETA N° 02 DISEÑO 1% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	17/10/19	7 días	2.03	351 kg/cm <sup>2</sup>	125.4
PROBETA N° 03 DISEÑO 1% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	17/10/19	7 días	2.02	369 kg/cm <sup>2</sup>	131.8
PROBETA N° 01 DISEÑO 2% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	17/10/19	7 días	1.97	349 kg/cm <sup>2</sup>	124.5
PROBETA N° 02 DISEÑO 2% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	17/10/19	7 días	1.96	356 kg/cm <sup>2</sup>	127.2
PROBETA N° 03 DISEÑO 2% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	17/10/19	7 días	1.96	346 kg/cm <sup>2</sup>	123.6
PROBETA N° 01 DISEÑO 3% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	17/10/19	7 días	2.01	327 kg/cm <sup>2</sup>	116.9
PROBETA N° 01 DISEÑO 3% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	17/10/19	7 días	2.19	385 kg/cm <sup>2</sup>	137.3
PROBETA N° 01 DISEÑO 3% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	17/10/19	7 días	1.98	326 kg/cm <sup>2</sup>	116.5



Type 1  
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. [25 mm] of cracking through caps



Type 2  
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



Type 3  
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



Type 4  
Diagonal fracture with no cracking through ends; tap with hammer to distinguish from Type 1



Type 5  
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)



Type 6  
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

Fuente: ASTM C39

150 by 300 mm  
[6 by 12 in.]  
Laboratory conditions  
Field conditions  
100 by 200 mm  
[4 by 8 in.]  
Laboratory conditions

Coefficient of Variation<sup>a</sup>

2.4 %  
2.9 %  
3.2 %

Acceptable Range<sup>a</sup> of Individual Cylinder Strengths  
2 cylinders  
3 cylinders

6.6 %  
8.0 %  
9.0 %  
7.8 %  
9.5 %  
10.6 %

Fuente: ASTM C39

### OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	COC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



## ANEXO 6.- RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

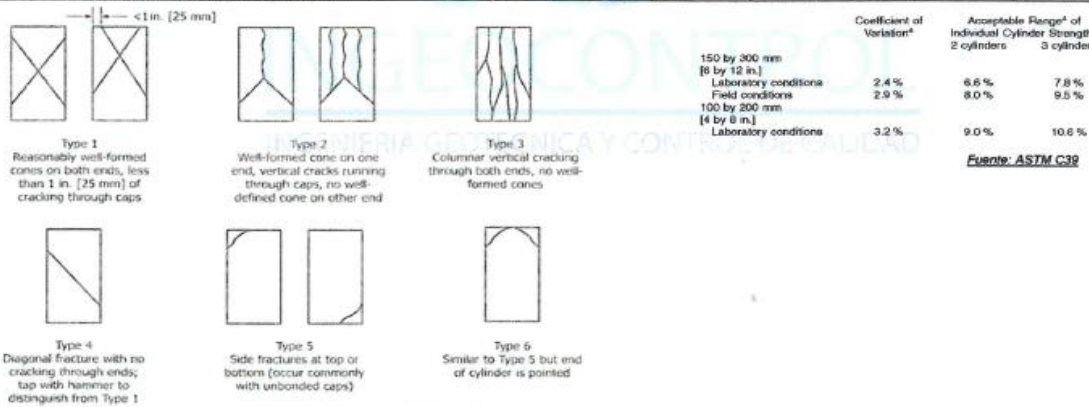
<b>PROYECTO</b> : Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	<b>REGISTRO N°:</b> IGC18-LEM-396-08
<b>SOLICITANTE</b> : Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello	<b>REALIZADO POR</b> : C. Amaringo
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : ---	<b>REVISADO POR</b> : J. Gutiérrez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 24/10/19
<b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 24/10/2019	<b>TURNO</b> : Diurno

<b>Tipo de muestra</b> : Concreto endurecido	
<b>Presentación</b> : Especímenes cilíndricos 4" x 8"	
<b>F<sub>c</sub> de diseño</b> : 280 kg/cm <sup>2</sup>	

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F <sub>c</sub>
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	24/10/19	14 días	1.97	333 kg/cm <sup>2</sup>	119.0
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	24/10/19	14 días	2.03	354 kg/cm <sup>2</sup>	126.4
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	24/10/19	14 días	1.98	357 kg/cm <sup>2</sup>	127.6
PROBETA N° 01 DISEÑO 1% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	24/10/19	14 días	2.02	364 kg/cm <sup>2</sup>	129.8
PROBETA N° 02 DISEÑO 1% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	24/10/19	14 días	2.01	376 kg/cm <sup>2</sup>	134.3
PROBETA N° 03 DISEÑO 1% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	24/10/19	14 días	2.03	406 kg/cm <sup>2</sup>	145.1
PROBETA N° 01 DISEÑO 2% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	24/10/19	14 días	1.97	356 kg/cm <sup>2</sup>	127.1
PROBETA N° 02 DISEÑO 2% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	24/10/19	14 días	2.02	388 kg/cm <sup>2</sup>	131.3
PROBETA N° 03 DISEÑO 2% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	24/10/19	14 días	1.97	366 kg/cm <sup>2</sup>	130.6
PROBETA N° 01 DISEÑO 3% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	24/10/19	14 días	1.97	356 kg/cm <sup>2</sup>	127.3
PROBETA N° 01 DISEÑO 3% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	24/10/19	14 días	2.01	356 kg/cm <sup>2</sup>	127.3
PROBETA N° 01 DISEÑO 3% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	24/10/19	14 días	1.97	352 kg/cm <sup>2</sup>	125.8




**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma: 	M:	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:		A:		A:



## ANEXO 7.- RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS

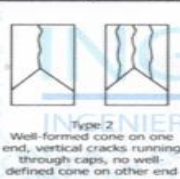
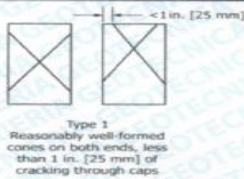
 <p><b>INGEOCONTROL</b> INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO	: Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	REGISTRO N°: IGC18-LEM-396-09
SOLICITANTE	: Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello	REALIZADO POR : C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL	FECHA DE ENSAYO : 07/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 24/10/2019	TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"  
 F'c de diseño : 280 kg/cm<sup>2</sup>

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	07/11/19	28 días	2.03	356 kg/cm <sup>2</sup>	127.2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	07/11/19	28 días	1.98	365 kg/cm <sup>2</sup>	130.4
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	07/11/19	28 días	1.97	358 kg/cm <sup>2</sup>	127.8
PROBETA N° 01 DISEÑO 1% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	07/11/19	28 días	2.01	406 kg/cm <sup>2</sup>	144.9
PROBETA N° 02 DISEÑO 1% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	07/11/19	28 días	2.04	439 kg/cm <sup>2</sup>	156.8
PROBETA N° 03 DISEÑO 1% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	07/11/19	28 días	2.04	418 kg/cm <sup>2</sup>	149.3
PROBETA N° 01 DISEÑO 2% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	07/11/19	28 días	2.03	435 kg/cm <sup>2</sup>	155.2
PROBETA N° 02 DISEÑO 2% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	07/11/19	28 días	2.01	406 kg/cm <sup>2</sup>	145.0
PROBETA N° 03 DISEÑO 2% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	07/11/19	28 días	2.02	416 kg/cm <sup>2</sup>	148.7
PROBETA N° 01 DISEÑO 3% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	07/11/19	28 días	1.94	369 kg/cm <sup>2</sup>	131.8
PROBETA N° 01 DISEÑO 3% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	07/11/19	28 días	2.03	395 kg/cm <sup>2</sup>	141.0
PROBETA N° 01 DISEÑO 3% ADITIVO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10/10/19	07/11/19	28 días	1.97	384 kg/cm <sup>2</sup>	137.1



150 by 300 mm  
[6 by 12 in.]  
Laboratory conditions  
Field conditions  
100 by 200 mm  
[4 by 8 in.]  
Laboratory conditions

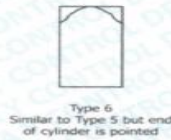
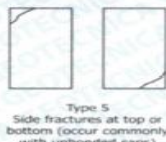
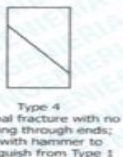
Coefficient of Variation\*

Laboratory conditions	2.4%
Field conditions	2.9%
Laboratory conditions	3.2%

Acceptable Range\* of Individual Cylinder Strengths

2 cylinders	6.6%	7.8%
3 cylinders	8.0%	9.5%
	9.0%	10.6%

Fuente: ASTM C39



Fuente: ASTM C39


**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	



## ANEXO 8.- RESULTADOS DE DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS

 <b>INGEOCONTROL</b> <small>INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD</small>	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-78
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO	: Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	REGISTRO N°: IGC19-LEM-396-10
SOLICITANTE	: Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello	MUESTREADO POR : R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	:---	ENSAYADO POR : C. Amaringo
UBICACIÓN DE PROYECTO	:---	FECHA DE ENSAYO : 12/11/19

---

Tipo de muestra	: Probeta de 4" x 8"
Procedencia	:---
N° de Muestra	: PATRON $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$
Progresiva	:---

RESULTADOS ASTM C642	
ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN	0.31%
ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y EBULLICIÓN	0.47%
DENSIDAD APARENTE SECA	2.290 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN	2.297 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y LA EBULLICIÓN	2.301 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD APARENTE	2.315 g/cm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE ESPACIO POROSO (% VACÍOS)	1.08%


**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL

INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CCQ - LEM	D:
Nombre y firma: 	M:	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:	Nombre y firma:  Jony E. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:		A:		A:

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-78
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto f'c = 280 kg/cm2 REGISTRO N°: IGC19-LEM-396-11

SOLICITANTE : Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello MUESTREADO POR : R. Leyva  
 CÓDIGO DE PROYECTO : --- ENSAYADO POR : C. Amaringo  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : --- FECHA DE ENSAYO : 12/11/19

Tipo de muestra : Probeta de 4" x 8"  
 Procedencia : ---  
 N° de Muestra : ADITIVO IMPERM 1% f'c = 280 kg/cm2  
 Progresiva : ---

RESULTADOS ASTM C842	
ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN	0.29%
ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y EBULLICIÓN	0.44%
DENSIDAD APARENTE SECA	2.320 g/cm3
DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN	2.327 g/cm3
DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y LA EBULLICIÓN	2.331 g/cm3
DENSIDAD APARENTE	2.344 g/cm3
VOLUMEN DE ESPACIO POROSO (% VACÍOS)	1.02%


**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita de INGEOCONTROL



INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.	COC - LEM	D.
Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.
	A.	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.	 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.



	<b>FORMATO</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-78</b>
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

**PROYECTO** : Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  **REGISTRO N°:** IGC19-LEM-396-12

**SOLICITANTE** : Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello  
**CÓDIGO DE PROYECTO** : ---  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : ---

**MUESTREADO POR** : R. Leyva  
**ENSAYADO POR** : C. Amaringo  
**FECHA DE ENSAYO** : 12/11/19

**Tipo de muestra** : Probeta de 4" x 8"  
**Procedencia** : ---  
**N° de Muestra** : ADITIVO IMPERM 2%  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
**Progresiva** : ---


RESULTADOS ASTM C642	
ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN	0.25%
ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y EBULLICIÓN	0.33%
DENSIDAD APARENTE SECA	2.364 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN	2.370 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y LA EBULLICIÓN	2.372 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD APARENTE	2.383 g/cm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE ESPACIO POROSO (% VACÍOS)	0.78%

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita de INGEOCONTROL

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.
	A.	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.
		Nombre y firma:	M.
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.

	<b>FORMATO</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-78</b>
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

PROYECTO : Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  REGISTRO N°: IGC19-LEM-396-13

SOLICITANTE : Juan Carlos Huamán Quispe / Gladys Fernández Bello  
 CÓDIGO DE PROYECTO : —  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : —

MUESTREADO POR : R. Leyva  
 ENSAYADO POR : C. Amaringo  
 FECHA DE ENSAYO : 12/11/19

Tipo de muestra : Probeta de 4" x 8"  
 Procedencia : —  
 N° de Muestra : ADITIVO IMPERM 3%  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 Progresiva : —

RESULTADOS ASTM C642	
ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN	0.23%
ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y EBULLICIÓN	0.29%
DENSIDAD APARENTE SECA	2.394 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN	2.399 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y LA EBULLICIÓN	2.400 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD APARENTE	2.410 g/cm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE ESPACIO POROSO (% VACÍOS)	0.69%

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	COC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

## **FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO**



# IC ADMIX

## Aditivo Cristalino en Polvo Para Impermeabilizar Concreto

- † Capilar/Cristalino
- † Dosis; 0.8% del peso del cemento
- † Reduce la penetración de agua
- † Permanentemente activo
- † No es barrera contra el vapor
- † Protege el Refuerzo

### Descripción del Producto

AQUAFIN IC ADMIX Aditivo en polvo producto de última tecnología formulado con cuarzo fino, arena y una alta concentración de varios químicos patentados inorgánicos e impermeabilizantes. Estos químicos reaccionan con la humedad y la cal libre creando millones de cristales insolubles que llenan los poros, vías capilares y grietas dentro del concreto. Paso del agua ya sea del lado positivo o negativo es permanentemente bloqueado y el refuerzo es protegido contra la corrosión.

ADMIX-AQ100P se agrega a la mezcla de concreto en la planta de concreto o en la obra.

### Funcionamiento

- ◆ Durante el endurecimiento AQUAFIN IC ADMIX forma millones de fibras cristalinas dentro de los poros capilares.
- ◆ Las fibras cristalinas reducen el diámetro de los poros, de esa manera bloqueando el flujo de agua a través de los huecos capilares.
- ◆ El concreto tratado se mantendrá permanentemente sellado.

Bajo condiciones secas los químicos en AQUAFIN IC ADMIX permanecen inactivos, sin embargo se reactivan cuando son expuestos a la humedad, así sea años después.

AQUAFIN IC ADMIX puede sellar grietas estáticas de 1/64" de pulgada (0.4 mm), que ocurren meses o años después de que el concreto se haya curado o endurecido.

Los químicos impermeabilizantes en AQUAFIN IC ADMIX reaccionan inmediatamente. Sin embargo puede tomar varias semanas para que alcance su máxima capacidad impermeabilizante. Factores ambientales como temperatura, densidad del concreto, humedad y condiciones del clima afectan el tiempo del proceso de sellado.

El concreto tratado con AQUAFIN IC ADMIX protege contra la corrosión del acero de refuerzo, el congelamiento y daños causados por el clima.

### Aplicaciones Típicas

Cualquier mezcla de concreto que requiera impermeabilización. (Ejemplos, túneles y sistemas de metro, fundaciones, estructuras de estacionamiento, tanques de agua, tanques de aguas negras, albercas etc.)

### Ventajas

- ◆ Resiste presión hidrostática fuerte en el lado positivo o negativo.
- ◆ Sella grietas estáticas hasta 1/64" de pulgada (0.4 mm).
- ◆ Se convierte en una parte integral del concreto.
- ◆ No es barrera contra el vapor, permite que el concreto respire.
- ◆ Interferencia insignificante con reductores de agua y plastificantes.
- ◆ Insignificante efecto en asentamiento del concreto.
- ◆ Insignificante influencia en la incorporación de aire.
- ◆ No lo afecta el deterioro ni los daños físicos.
- ◆ No es toxico ◆ Inorgánico, cero COV (0%).
- ◆ No contiene cloruros ◆ Permanente
- ◆ Económico en comparación a otros métodos.

### Dosificación

La dosis estándar para concreto con máxima relación de agua/cemento <0.45 (concreto proyectado <0.40), es;

**0.8% del peso del cemento**  
La dosis puede aumentarse para una relación de agua/cemento >0.45 a <0.55 a 1% del peso del cemento. Favor comunicarse con nuestro departamento técnico para consultas mas específicas de su proyecto.

### Procesamiento

- A. Mezclar**
  - ◆ AQUAFIN IC ADMIX se agrega a la mezcla de concreto en el momento de su fabricación o en la obra. Las siguientes recomendaciones para mezclar son solo para usar como guía. Dependiendo de la operación de planta y equipo, la secuencia del procedimiento puede variar.
  - ◆ Cuando se incorpora AQUAFIN IC ADMIX a la mezcla la temperatura mínima debe ser no menos de 40F grados (4C).
  - ◆ **Nunca se debe agregar polvo seco de AQUAFIN IC ADMIX a la mezcla húmeda de concreto. Se tiene que mezclar con agua antes de que se le agregue a una mezcla húmeda de concreto.**
  - ◆ AQUAFIN IC ADMIX puede retardar el tiempo de fraguado de la mezcla de concreto con Cemento Portland tipo I/II. La cantidad de retardo depende del diseño de la mezcla y de la temperatura ambiental durante la colocación y curado. Ajuste los aditivos retardantes según la situación.
  - ◆ En temperatura alta, el uso de un retardante puede ser necesario para controlar el tiempo de fraguado. En

### Datos Técnicos

Estado del agregado:	Polvo
Colores:	Concreto gris
Densidad por bulto:	-62 lbs/fts (-1.0 kg/dms)
Valor pH:	11 - 13.5
COV:	0% (0 g/L)

temperatura baja el uso de un acelerante de fraguado puede ser necesario.

- ◆ Use un retardante para diseños de mezcla que contengan Cemento Portland Tipo III/ V o Tipo III. Consulte con nuestro departamento técnico para el uso de productos aceptables.
- ◆ Se recomienda hacer pruebas bajo las condiciones del proyecto para determinar el tiempo de fraguado, asentamiento, contenido de aire y resistencia a la compresión.
- ◆ Agregados que se ajustan a un tamiz bien gradado es necesario para asegurar sellado contra el agua.
- ◆ Interferencia con acelerantes o retardantes: Hacer pruebas antes de usar.
- ◆ Consulte con nuestro departamento técnico sobre agregados sensitivos al álcali.
- ◆ Si el asentamiento queda más bajo que lo especificado, agregue un reductor de agua de medio o alto rango para llegar a la **asentamiento requerido**. Alternativamente, consulte con un técnico de control de calidad si se desea agregar agua. No exceda la relación de agua a cemento que sea especificada.

### B. Operación central de Mezcla

1. Mezclar AQUAFIN IC ADMIX con agua potable limpia a una consistencia de lechada delgada. Ejemplo: 45lbs (20.41 kg) de IC ADMIX de polvo con 4 galones (15 l de agua).
2. Vaciar la cantidad requerida de IC ADMIX al camión de concreto premezclado.
3. Incorporar el cemento, agregados y aditivos según el diseño de la mezcla. Se debe tomar en cuenta la cantidad de agua ya colocada en el camión (item B.1).
4. Colocar la mezcla del concreto en el camión de concreto.
5. Mezclar por lo menos 5 minutos para asegurarse que el IC ADMIX sea distribuido en el concreto de manera homogénea.

### C. Camión de Cemento – Lugar de Trabajo

1. Mezcla IC ADMIX con agua potable limpia a una consistencia de lechada delgada. Ejemplo: 45lbs (20.41 kg) de IC ADMIX en polvo con 4 galones (15 L) de agua.
2. Vacía la cantidad requerida de IC ADMIX al camión de concreto premezclado.
3. Mezclar por lo menos 5 minutos para asegurarse que el IC ADMIX sea



distribuido en el concreto de manera homogénea.

#### D. Planta de Prefabricados.

1. Llenar el mezclador con la cantidad diseñada de arena y agregados.
2. Agregar la cantidad calculada de IC ADMIX y mezclar por 3-5 minutos.
3. Agregar el cemento y agua; mezclar según los estándares de la planta.

#### COLOCACION

Concreto conteniendo AQUAFIN IC ADMIX debe ser colocado de la misma manera que se coloca el concreto normal.

#### JUNTAS Y PENETRACIONES DE TUBOS

Juntas frías, de control, para controlar grietas y de expansión deben ser diseñadas como si no se fuera usar IC ADMIX usando los waterstops apropiados u otros métodos técnicos. IC ADMIX no previene los defectos del concreto

(ejemplos: comejenes, grietas más allá de los límites especificados, etc.) Favor de consultar con Aquafin para aplicaciones particulares.

Entradas de tubos o penetraciones deben de ser selladas.

#### CURADO

Se debe curar según el manual ACI de prácticas de concreto (edición más actual). Se debe rociar con agua por cinco días también proteger de la lluvia, el viento y el sol. Si se usa un compuesto para curar, debe cumplir las normas de ASTM-C 309.

#### DURABILIDAD

El concreto tratado con IC ADMIX es más duradero que el concreto que no es tratado, esto se debe a que se reduce la permeabilidad.

#### SIN CLORUROS—NO CORROSIVO

IC ADMIX no promueve la corrosión de acero de refuerzo en el concreto. En la producción de AQUAFIN IC ADMIX no se usa cloruro de sodio, cloruro de calcio o ningún otro ingrediente que sea a base de cloruros.

#### ACABADOS

Si los acabados se van aplicar en el lado negativo del IC ADMIX, se debe usar recubrimientos a base de cemento como el AQUAFIN 1K o su equivalente. Se debe preparar la superficie para remover los cristales impermeabilizantes (mínimo 4000 psi de presión de agua) antes de aplicar recubrimientos.

**GARANTIA LIMITADA:** AQUAFIN, INC. garantiza que sus productos son fabricados libres de defectos y que están en acuerdo con sus criterios de alta calidad. Nosotros reponemos o reembolsamos el costo de cualquier producto que se prueba ser defectuoso, si ese producto fuera propiamente instalado. Nuestras recomendaciones de los productos son basados en las criterios y procedimientos de pruebas de la industria. Nosotros no asumimos garantías escritas o dichas o implicadas en respecto a cualquier método de aplicación o uso del producto. AQUAFIN, INC. NO HACE GARANTIAS EN RESPETO AL MERCADEO O PROPIEDAD PARA USO EN PARTICULAR Y ESTA GARANTIA ES EN LUGAR A TODAS OTRAS GARANTIAS DICHAS O IMPLICADAS. AQUAFIN, INC. no es responsable por daños de cualquier tipo incluyendo daños lejano o consiguiente o tiempo perdido o atrasos.

#### Test Data based on a 4000 psi (27.8 MPa) concrete mix

I. Concrete Mix designs	Treated Mix		Control Mix	
	Lbs/ys	Kg/ms	Lbs/ys	Kg/ms
As per ACI-211-1				
<b>Materials:</b>				
Portland Cement, Type I/II	564	256	564	256
Sand, ASTM C-33	1350	614	1320	600
Aggregate, ASTM C-33	1750	795	1750	795
<b>ADMIX-AQ100P, 0.8%</b>	<b>4.51</b>	<b>2.05</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
Water	264	120	301	137
Air Entraining Agent, oz	4.3	127 ml	4.3	127 ml
Superplasticizer, oz	56.4	1668 ml	56.4	1668 ml
Slump, inches (-)	3.0/7.0	76/178 mm	3.0/7.0	76/178 mm
Air content, %	6.0	6.0	6.0	6.0
Water/Cement Ratio	0.48	0.48	0.53	0.53
Plastic Unit Weight, lb/ft <sup>3</sup>	145.4	2.35	145.7	2.35
Initial Set time:	1 hr 50'	1 hr 50'	2 hrs 25'	2 hrs 25'
Final Set Time:	3 hrs 15'	3 hrs 15'	3 hrs 50'	3 hrs 50'

(-) Slumps are before and after the addition of Superplasticizer.

II. TEST RESULTS	Treated Mix		Control Mix	
	Psi	MPa	Psi	MPa
1. Compressive Strength				
3 days (ASTM C-39)	2830	19.5	2210	15.3
7 days	3980	27.5	3280	22.6
28 days	5540	38.2	4750	32.7
2. Tensile Strength				
3 days (ASTM C-496)	407	2.8	330	2.3
7 days	710	4.9	560	3.8
28 days	940	6.5	740	5.1
3. Water Permeability				
3 days (ASTM D-5084)	7.8 x 10 <sup>-9</sup>		4.95 x 10 <sup>-7</sup>	
7 days	1.4 x 10 <sup>-9</sup>		1.05 x 10 <sup>-7</sup>	
28 days	5.6 x 10 <sup>-10</sup>		2.5 x 10 <sup>-8</sup>	
<b>Note:</b> All tests carried out by Independent Laboratory.				

Un agente adherente puede ser requerido cuando se va aplicar un recubrimiento con productos en base agua sobre concreto que ha sido tratado con IC ADMIX.

#### EMPAQUES

Saco de 45 lb (20.41 kg)

#### ALMACENAJE

Producto almacenado apropiadamente debe durar 12 meses para los sacos y 24 meses para las cubetas.

#### SEGURIDAD

Refiera a nuestros datos de seguridad del material (MSDS) Este producto contiene cemento Portland y arena silicia y es muy alcalino. Evite contacto con la piel y ojos. Use guantes de gomas y lentes durante el uso de este producto. Si tiene contacto directo con la piel enjuague bien con agua. Si hay contacto con los ojos enjuáguelos con mucha agua por 15 minutos y consulte con un medico.

**MANTENGA FUERA DEL ALCANCE DE NIÑOS.**

## **CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN**

# ANEXO 10: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA BALANZA ELECTRÓNICA



## PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>800-2019</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGEOCONTROL S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES</b>	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>30000 g</b>	
<b>División de escala (d)</b>	<b>1 g</b>	
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>10 g</b>	
<b>Clase de exactitud</b>	<b>II</b>	
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b>	<b>R21PE30ZH</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>B845372630</b>	
<b>Capacidad mínima</b>	<b>20 g</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2019-02-13</b>	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe





**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente **800-2019**

2. Solicitante **INGEOCONTROL S.A.C.**

3. Dirección **MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES**

4. Equipo de medición **BALANZA ELECTRÓNICA**

Capacidad Máxima **3000 g**

División de escala (d) **0.1 g**

Div. de verificación (e) **1.0 g**

Clase de exactitud **II**

Marca **OHAUS**

Modelo **SE3001F**

Número de Serie **8346750775**

Capacidad mínima **2.0 g**

Procedencia **U.S.A.**

Identificación **NO INDICA**

5. Fecha de Calibración **2019-02-13**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# ANEXO 11: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA PRENSA DE CONCRETO



## PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 038 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Capacidad	120,000 kg.f	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	ADR TOUCH	
Número de Serie	1887-1-00074	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0.1 kg.f	
Ubicación	Laboratorio	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe

## ANEXO 12: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL HORNO



# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**  
**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA**  
**RUC N° 20602182721**

---

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

## PT - LT - 027 - 2019

Página 1 de 5

<b>1. Expediente</b>	<b>800-2019</b>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGEOCONTROL S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
<b>4. Equipo</b>	<b>HORNO</b>	
<b>Alcance Máximo</b>	300 °C	
<b>Marca</b>	PERUTEST	
<b>Modelo</b>	PT-H	
<b>Número de Serie</b>	0105	
<b>Procedencia</b>	PERÚ	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

**5. Fecha de Calibración**      **2019-02-13**

---

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2019-02-15	 <b>MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES</b>	

---

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E- mail : ventas@perutest.com.pe    Web: www.perutest.com.pe



# ANEXO 13: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE VERNIER



## PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**  
**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA**  
**RUC N° 20602182721**

---

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Longitud*

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PT - LL - 035 - 2019

Página 1 de 3

---

<b>1. Expediente</b>	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	INGEOCONTROL S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>3. Dirección</b>	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA	
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>VERNIER</b> (PIE DE REY)	
<b>Alcance de indicación</b>	0 mm a 150 mm / 0 pulg. a 6 pulg.	
<b>División de Escala / Resolución</b>	0.01 mm / 0.0005 pulg.	
<b>Marca</b>	UBERMAN	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA (*)	
<b>Procedencia</b>	NO INDICA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Tipo de Indicación</b>	DIGITAL	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2019-02-13	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

---

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2019-02-15	 <b>MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES</b>	

---

**Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima**  
**Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque**  
**Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224**  
**E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe**

ANEXO 14: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MALLA N° 1”

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	24,04	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	25,08	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,50	mm
MALLA No. MESH No.	1”	
SERIE No. SERIAL No.	61465	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm
FECHA DATE	2017 - 12 - 26	FIRMA SIGNATURE

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72  
www.pinzuar.com.co  
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15  
BUREAU VERIF  
Certification  
BUREAU VERIF  
1885

ACC-114-01 Rev4



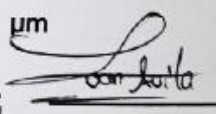
ANEXO 15: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MALLA N° ¾”

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO**  
**TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**


CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	19,07	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	19,20	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,22	mm
MALLA No. MESH No.	¾”	
SERIE No. SERIAL No.	62015	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm
FECHA DATE	2018 - 02 - 02	FIRMA SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7464555  
Calle 18 # 103 B 72  
[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15  
BUREAU VERIF  
Certification  
N° 07503 - 2016



AC-P-11-F-01 Rev 4

ANEXO 16: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MALLA N° 3/8”

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO**  
**TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	12,61 mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	12,85 mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,66 mm
MALLA No. MESH No.	3/8"
SERIE No. SERIAL No.	62027
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55 µm
FECHA DATE	2018 - 02 - 02
FIRMA SGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72  
www.pinzuar.com.co  
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15  
BUREAU VERI  
Certification  
BUREAU VERI  
1875

AD-P-11-F-01 Rev4

ANEXO 17: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MALLA N° 4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO**  
**TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	4,77	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	4,90	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	1,46	mm
MALLA No. MESH No.	4	
SERIE No. SERIAL No.	62646	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA 2018 - 03 - 07  
DATE

FIRMA  
SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72  
www.pinzuar.com.co  
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15  
BUREAU VERIT  
Certification  
N° 071650 - 010 

ANEXO 18: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MALLA N° 100

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO**  
**TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	150,94 $\mu\text{m}$
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	155,71 $\mu\text{m}$
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	100,95 $\mu\text{m}$
MALLA No. MESH No.	100
SERIE No. SERIAL No.	61772
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 2,54 \mu\text{m}$

FECHA DATE 2018-01-22 FIRMA SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72  
[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11-15  
BUREAU VERIF  
CERTIFICATOR  
N° 01528 | 2014



AC-114-041 Rev04



ANEXO 19: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MALLA N° 200

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	74.57 $\mu\text{m}$
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	75.39 $\mu\text{m}$
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	51.55 $\mu\text{m}$
MALLA No. MESH No.	200
SERIE No. SERIAL No.	62281
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 1.69 \mu\text{m}$
FECHA DATE	2018 - 02 - 15
FIRMA SIGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72  
[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15  
BUREAU VERIT  
Certification  
1° 07002 - 2010



AC-P-11-F-01 Rev4

## **ANEXOS FOTOGRÁFICOS**

## ANEXO 20: EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

### BALANZA



Fuente: elaboración propia, 2019

### CARRETILLA



Fuente: elaboración propia, 2019

### CONO DE ABRAMS



Fuente: elaboración propia, 2019

### TAMICES



Fuente: elaboración propia, 2019

### MEZCLADORA



Fuente: elaboración propia, 2019

### MOLDES DE PROBETAS



Fuente: elaboración propia, 2019

## ANEXO 21: MATERIAL FOTOGRÁFICO

FOTO 1: Tamizando el agregado



Fuente: elaboración propia, 2019

FOTO 2: Pesando el agregado



Fuente: elaboración propia, 2019

FOTO 3: Realizando la mezcla del concreto



Fuente: elaboración propia, 2019

FOTO 4: Ensayo del Asentamiento para verificar el slump del concreto



Fuente: elaboración propia, 2019

FOTO 5: Proceso de elaboración de probetas



Fuente: elaboración propia, 2019

FOTO 6: Elaboración de probetas



Fuente: elaboración propia, 2019



## Proceso de roturas de probetas

FOTO 7 : Equipo de compresión



FOTO 8: Colocación de la probeta



FOTO 9: Proceso de rotura



FOTO 10: Rotura de probeta



FOTO 11: Resultado de ensayo



## Ensayo de absorción

FOTO 12: pesado de la probeta



FOTO 13: Colocando al horno



FOTO 14: Secado de probeta



FOTO 15: haciendo hervir



Foto: 16 Sumergir la probeta

