

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor : Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE**

**Asesor : Mg. José German RAMIREZ MEDRANO**

**Cerro de Pasco - Perú - 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en  
el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado  
– Yanahuanca – Pasco – 2019**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**  
**PRESIDENTE**

---

**Ing. Eder Guido ROBLES MORALES**  
**MIEMBRO**

---

**Ing. Pedro YARASCA CORDOVA**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

## **RECONOCIMIENTO**

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en especial a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias y optar el Grado Académico de Ingeniero Civil.

## RESUMEN

El presenté proyecto de tesis intitulada: “*Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019*”, el cual teniendo como importancia, hallar nivel de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , de rápido fraguado el cual se efectuó la investigación en la localidad de Yanahuanca, Daniel Carrión y Región Pasco, mediante el ensayo de probetas cilíndricas curadas por inmersión en agua en condiciones ambientales. Para llevar a cabo este análisis, se determinó una mezcla patrón, con una resistencia característica a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Inicialmente se elabora el diseño de mezcla para nuestra muestra patrón, se realizaron los ensayos correspondientes en los ambientes del laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; donde se determinó cada una de las características de los materiales, y se verificó que cumplan con los requerimientos de las normativas vigentes. Definida la mezcla requerida mediante el método recomendado por el American Concrete Institute, donde se elaboró 27 probetas con un porcentaje de 1%, 2% 3% y 4% de aditivo acelerante (SIKA3 y CHEMA3); el cual se procedió a realizar los ensayos de compresión simple, tracción indirecta, módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson; los ensayos se realizaron a edades de curado de: 7 días, para apreciar su desarrollo y endurecimiento por el desarrollo del fraguado rápido.

**Palabras clave:** Aditivo, Fraguado Rápido, Resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

This draft titled thesis: "Evaluation of the influence of the percentage of additive type accelerant in the design and compressive strength of concrete fast setting - Yanahuanca - Pasco - 2019" which having as important, find level the influence of the percentage of additive in the design type accelerator and the compressive strength of concrete  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Fast I set which She carried out the research in the area of Yanahuanca, Daniel Carrion and Pasco region, by testing cylindrical specimens cured by immersion in water at ambient conditions. To perform this analysis, a standard mixture was determined with a characteristic compressive strength of  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Initially the mix design for our standard sample is prepared, the corresponding tests were conducted in laboratory environments Vocational School of Civil Engineering of the National University Daniel Alcides Carrión; where each of the characteristics of the materials was determined and verified to meet the requirements of the regulations. Defined by the required mixture recommended by the American Concrete Institute method, where 33 samples were prepared with a percentage of 1%, 2% 3% 4% additive accelerant (SIKA3 and CHEMA3); which we proceeded to the unconfined compressive tests, indirect tensile, modulus and Poisson ratio; The tests were conducted at ages of curing: 7 days

**Keywords:** Additive, Fast Setting, compressive strength.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de desarrollo de la siguiente investigación es determinar la influencia del porcentaje de aditivo acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la elaboración de un concreto de rápido fraguado en la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco.

El cual se viene siendo justificada en la necesidad de investigación la influencia en porcentaje de incorporación de aditivo acelerante en el diseño del concreto para la obtención de un rápido fraguado y a si aplicar en una zona de clima tropical y/o en una zona de clima frígido que es precisamente a lo que en este proyecto de tesis se hará mención.

Teniendo como importancia con lleva a hallar nivel de la influencia del porcentaje de aditivo acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la elaboración de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de rápido fraguado en elementos estructurales, el cual se efectuó la investigación en la localidades ubicadas la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco.

# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**RECONOCIMIENTO**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLA**

**ÍNDICE DE GRAFICO**

**ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

**CAPÍTULO I** \_\_\_\_\_ **1**

**PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN** \_\_\_\_\_ **1**

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA \_\_\_\_\_ **1**

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN \_\_\_\_\_ **2**

1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA \_\_\_\_\_ **2**

1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO \_\_\_\_\_ **3**

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA \_\_\_\_\_ **4**

1.3.1. PROBLEMA GENERAL \_\_\_\_\_ **4**

1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS \_\_\_\_\_ **4**

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS \_\_\_\_\_ **4**

1.4.1. OBJETIVOS GENERAL \_\_\_\_\_ **4**

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS \_\_\_\_\_ **4**

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN \_\_\_\_\_ **5**

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN \_\_\_\_\_ **5**

1.6.1. LIMITACIONES DE ESTUDIO \_\_\_\_\_ **5**

1.6.2. LIMITACIONES GEOGRÁFICAS \_\_\_\_\_ **6**

**CAPÍTULO II** \_\_\_\_\_ **7**

**MARCO TEÓRICO** \_\_\_\_\_ **7**

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO \_\_\_\_\_ **7**

2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS \_\_\_\_\_ **15**

2.2.1. CONCRETO \_\_\_\_\_ **15**

2.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO \_\_\_\_\_ **15**

2.2.3. AGUA \_\_\_\_\_ **16**

2.2.4. CEMENTO \_\_\_\_\_ **17**

2.2.4.1. COMPONENTES DEL CEMENTO \_\_\_\_\_ **19**

2.2.4.2. TIPOS DE CEMENTO \_\_\_\_\_ **20**

2.2.4.3. DENSIDAD DEL CEMENTO \_\_\_\_\_ **23**

2.2.5. AGREGADOS \_\_\_\_\_ **24**

2.2.5.1. CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS \_\_\_\_\_ **25**



2.2.5.2.	AGREGADO GRUESO	26
2.2.5.3.	AGREGADO FINA	28
2.2.6.	ELABORACION DE LA MEZCLA DE PATRON	29
2.2.6.1.	METODO ACI 211.1	30
2.2.7.	CONCRETO	31
2.2.7.1.	IMPORTANCIA.	32
2.2.7.2.	CARACTERISTICAS.	32
2.2.7.3.	PROPIEDADES DEL CONCRETO.	33
2.2.7.1.	TIPOS DE CONCRETO.	39
2.2.7.2.	ENSAYO EN CONCRETO FRESCO.	41
2.2.7.3.	ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO.	45
2.2.8.	ADITIVOS PARA EL CONCRETO	48
2.2.8.1.	ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE	49
2.2.8.2.	ADITIVOS PLASTIFICANTES (REDUCTORES DE AGUA)	50
2.2.8.3.	ADITIVOS RETARDADORES	52
2.2.8.4.	ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES	53
2.2.8.5.	ADITIVOS ACELERADORES	53
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	54
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	56
2.4.1.	HIPOTESIS GENERAL	56
2.4.2.	HIPOTESIS ESPECÍFICAS	56
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	57
2.5.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES	57
2.5.2.	VARIABLES DEPENDIENTES	57
2.6.	DEFINICIÓN, OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	57
<b>CAPÍTULO III</b>		<b>58</b>
<b>METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>58</b>
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	58
3.1.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	58
3.1.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	59
3.2.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	60
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	60
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA	61
3.4.1.	POBLACIÓN	61
3.4.2.	MUESTRA	61
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	62
3.5.1.	TÉCNICAS	62
3.5.2.	INSTRUMENTOS	62
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	63
3.6.1.	MUESTREO (NTP 400.010, ASTM D420)	63
3.6.2.	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216, NTP 339.185)	65
3.6.3.	QUE PASA LA MALLA N° 200 (NTP 400.012)	66
3.6.4.	GRANULOMÉTRICO (ASTM D422, NTP400.012)	67
3.6.5.	DESGASTE POR ABRASIÓN (NTP 400.019)	71
3.6.6.	DENSIDAD, RELATIVA Y ABSORCIÓN - AG. FINO (NTP 400.022)	73
3.6.7.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AG. GRUESO (NTP 400.021)	76

3.6.8.	PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS (NTP 400. 017)	78
3.6.9.	ELABORACION Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO	79
3.6.10.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034)	83
3.7.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	85
3.8.	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	88
3.9.	ORIENTACIÓN ÉTICA.	89
<b>CAPÍTULO IV</b>		<b>91</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		<b>91</b>
4.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO	92
4.1.1.	DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL ADITIVO	92
4.1.1.1.	SIKA 3.	92
4.1.1.2.	CHEMA 3.	93
4.1.2.	DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO	94
4.1.2.1.	AGREGADO FINO.	94
4.1.2.2.	AGREGADO GRUESO	100
4.1.3.	CALCULO DE DISEÑO DE MEZCLA	107
4.1.3.1.	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO $F'_{cr}$	107
4.1.3.2.	SELECCIÓN DEL TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO	108
4.1.3.3.	SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO (SLUMP)	108
4.1.3.4.	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA	109
4.1.3.5.	CONTENIDO DE AIRE POR M3	110
4.1.3.6.	RELACIÓN AGUA – CEMENTO	110
4.1.3.7.	PESO DE CEMENTO POR M3 (FACTOR CEMENTO)	112
4.1.3.8.	CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO POR M3	112
4.1.3.9.	AJUSTE POR HUMEDAD DEL AGREGADO	113
4.1.4.	% DE ADITIVO ACELERANTE EN EL DISEÑO DEL CONCRETO	114
4.1.5.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	114
4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	115
4.2.1.	ESTUDIO GENERALES	115
6.2.1.1.	AGREGADO	115
6.2.1.2.	DISEÑO DE MEZCLA	118
6.2.1.3.	ENSAYO CALORIMÉTRICO	120
6.2.1.4.	ENSAYO DE AGUJA VICAT	123
6.2.1.5.	ENSAYO DE ROTURA	125
4.3.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	130
4.3.1.	HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.	130
4.3.2.	PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.	130
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	131
<b>CONCLUSIONES</b>		
<b>RECOMENDACIONES</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

# ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1.</b> Requisitos químicos para el agua de mezclado y curado	17
<b>Tabla 2.</b> Máximos permitidos de sustancias perjudiciales en agregado grueso	27
<b>Tabla 3.</b> % Requerimientos de gradación para agregado grueso	27
<b>Tabla 4.</b> % Máximos permitidos de sustancias perjudiciales en agregado fino	28
<b>Tabla 5.</b> % Comparativo de granulometría del agregado fino para concreto masivo	29
<b>Tabla 6.</b> Requisitos de la barra compactadora	45
<b>Tabla 7.</b> Método de consolidación requisitos de aplicación	45
<b>Tabla 8.</b> Moldeo de especímenes por apisonado	46
<b>Tabla 9.</b> Tolerancias prescritas para los ensayos	48
<b>Tabla 10.</b> Operatividad de las Variables	57
<b>Tabla 11.</b> Numero de Especímenes para ensayos	61
<b>Tabla 12.</b> Parámetros en la Granulometría	69
<b>Tabla 13.</b> Márgenes elaboración de Concreto	83
<b>Tabla 14.</b> % Tolerancia en Ensayo a la Compresión	84
<b>Tabla 15.</b> Información del Producto SIKA 3	92
<b>Tabla 15.</b> Información del Producto CHEMA 3	93
<b>Tabla 17.</b> resistencia a la compresión Promedio	107
<b>Tabla 18.</b> Porcentaje que pasa.	108
<b>Tabla 19.</b> Asentamiento (Slump)	109
<b>Tabla 20.</b> Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción	109
<b>Tabla 21.</b> Volumen Unitario de Agua	110
<b>Tabla 22.</b> Contenido de aire atrapado	110
<b>Tabla 23.</b> Relación agua – cemento	111
<b>Tabla 24.</b> Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto	112
<b>Tabla 25.</b> Porcentaje de Aditivo Acelerante por grupo de estudio	114
<b>Tabla 26.</b> Granulometría de Agregado Fino	115
<b>Tabla 27.</b> Contenido de Humedad - Agregado Fino	116
<b>Tabla 28.</b> Peso Unitario Suelto - Agregado Fino	116
<b>Tabla 29.</b> Granulometría de Agregado Grueso	116
<b>Tabla 30.</b> Contenido de Humedad - Agregado Grueso	117
<b>Tabla 31.</b> Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso	117
<b>Tabla 32.</b> Diseño de Mezcla.	118
<b>Tabla 33.</b> Resultados de Ensayo Colorimétrico – Sika 3	120
<b>Tabla 34.</b> Resultados de Ensayo Colorimétrico – Chema 3	122
<b>Tabla 35.</b> Resultados de Ensayo Aguja Vicat – Sika 3	123
<b>Tabla 36.</b> Resultados de Ensayo Aguja Vicat – Chema 3	124
<b>Tabla 37.</b> Resistencia a la Compresión de Concreto Patrón (7 Días)	126
<b>Tabla 38.</b> Resistencia a la Compresión Concreto 1% de SIKA	126
<b>Tabla 39.</b> Resistencia a la Compresión Concreto 2% de SIKA	127
<b>Tabla 40.</b> Resistencia a la Compresión Concreto 3% de SIKA	127
<b>Tabla 41.</b> Resistencia a la Compresión Concreto 4% de SIKA	127
<b>Tabla 42.</b> Resistencia a la Compresión Concreto 1% de CHEMA	128
<b>Tabla 43.</b> Resistencia a la Compresión Concreto 2% de CHEMA	128
<b>Tabla 44.</b> Resistencia a la Compresión Concreto 3% de CHEMA	128
<b>Tabla 45.</b> Resistencia a la Compresión Concreto 3% de CHEMA	128
<b>Tabla 46.</b> Resistencia a la Compresión de % de Aditivo	129

# ÍNDICE DE GRAFICO

<b>Grafico 1.</b> Número de probetas en función del error máximo e, (ASTM C 823)	89
<b>Grafico 2.</b> Granulometría de Agregado Fino	115
<b>Grafico 3.</b> Granulometría de Agregado Grueso	117
<b>Grafico 4.</b> Resultados de Ensayo Colorimétrico – Sika 3	120
<b>Grafico 5.</b> Resultados de Ensayo Colorimétrico – Chema 3	122
<b>Grafico 6.</b> Curva de Penetración Vs Tiempo – Sika 3	123
<b>Grafico 7.</b> Curva de Penetración Vs Tiempo – Chema 3	124
<b>Grafico 8.</b> Resistencia a la Compresión Concreto Patrón Vs Aditivo %SIKA	127
<b>Grafico 9.</b> Resistencia a la Compresión Concreto Patrón Vs Aditivo %CHEMA	129
<b>Grafico 10.</b> Resistencia a la Compresión Concreto Patrón Vs Aditivo %CHEMA Vs Aditivo %SIKA	130
<b>Grafico 11.</b> Resultados de Ensayo Colorimétrico – Sika 3	132
<b>Grafico 12.</b> Resultados de Ensayo Colorimétrico – Chema 3	132

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Mapa de Localización de Localidad	2
<b>Ilustración 2.</b> Imagen Satelital del Zona a Estudiar	3
<b>Ilustración 3.</b> UNDAC – Yanahuanca.	3
<b>Ilustración 4.</b> Imagen Satelital de la UNDAC- Yanahuanca	6
<b>Ilustración 5.</b> Esfuerzo - Deformación Unitaria	87
<b>Ilustración 6.</b> SIKA 3	92
<b>Ilustración 6.</b> CHEMA 3	93

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

En el Perú, un país con una variedad de climas; muchas veces, se necesitará de un fraguado más rápido del concreto, para la parte Sierra zonas como Yanahuanca donde se llevó a cabo en la ejecución de Proyecto de Inversión, por parte de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, donde se manifiesto en los días de trabajo bajas temperaturas que datan en un rango de 3 a 12 °C, lo que se buscó con los aditivos es que el concreto que se utiliza acelere su fraguado para evitar que las temperaturas extremadamente frías disminuyan e calor

de hidratación y así prolonguen el tiempo de fraguado del concreto, por lo tanto que incremente el desarrollo de resistencias tempranas.

La elaboración de concreto en las temporadas de lluvias en la Provincia de Yanahuanca, Provincia de Daniel Carrión y Región de Pasco, es donde el clima (Lluvia) es demasiado agresivo se requiere un fraguado y curado rápido, donde actual mente se viene ejecutando por parte de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en el proyecto: CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS PARA MEJORAMIENTO GENÉTICO Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS NATIVAS ANDINAS CON FINES DE CONSUMO Y MEDICINALES EN LA SEDE DE LA UNDAC EN LA PROVINCIA DE DANIEL CARRIÓN. Es donde se tiene la necesidad de la elaboración de un concreto de rápido fraguado.

## 1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA



*Ilustración 1. Mapa de Localización de Localidad*  
FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

## 1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO



*Ilustración 2. Imagen Satelital del Zona a Estudiar*  
Fuente: Propio.



*Ilustración 3. UNDAC – Yanahuanca.*  
Fuente: Propio.



### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo influye el porcentaje de aditivo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado en la localidad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco?

#### **1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS**

- ¿Cómo influye el porcentaje de aditivo acelerante en el diseño del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco?
- ¿Cómo influye el porcentaje de aditivo acelerante en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco?

### **1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS**

#### **1.4.1. OBJETIVOS GENERAL**

Determinar la influencia del porcentaje de aditivo acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la elaboración de un concreto de rápido fraguado en la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco.

#### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el cómo influye el porcentaje de aditivo acelerante en el diseño del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,

en la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco

- Analizar el cómo influye el porcentaje de aditivo acelerante en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La temperatura es uno de los factores que influye mucho en cuanto a la elección del material apropiado ya que no es lo mismo construir en una zona de clima tropical que en una zona de clima frígido que es precisamente a lo que en este proyecto de tesis se hará mención.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. LIMITACIONES DE ESTUDIO**

- Resistencia a la compresión en elementos estructurales.
- Se realiza el análisis de costo unitario a nivel de insumo de materiales cotizados en la zona.
- El agua potable.
- Se limita al uso de cemento portland Tipo I.
- Uso de los agregados que cumplan con las normas NTP y ASTM para concreto.
- Método de diseño de mezclas ACI 211.1.
- Medición de la Temperatura con Termómetro.

## 1.6.2. LIMITACIONES GEOGRÁFICAS



*Ilustración 4. Imagen Satelital de la UNDAC - Yanahuanca*  
Fuente: Google Earth Pro

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO**

El presente proyecto de investigación tiene antecedentes en las siguientes investigaciones:

**Tema :** Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto F'C = 175 Kg/cm<sup>2</sup> y 210 Kg/cm<sup>2</sup> Chachapoyas-Amazonas 2016

**Autor :** Quelmer VALLE GÓMEZ

**Institución :** Universidad Nacional Agraria La Molina

**Año :** 2018

**Resumen** : El propósito de esta investigación fue determinar la influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto  $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Chachapoyas. El diseño de investigación utilizado fue experimental, siguiendo los métodos inductivo, deductivo y analítico, con un tipo de muestreo probabilístico, según las unidades experimentales necesarias como mínimo 3 repeticiones. Los factores evaluados fueron los aditivos Z Fragua N° 05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe y su influencia para aumentar la resistencia inicial tanto de concreto  $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Para determinar el mejor aditivo se elaboraron probetas con 2.5%, 3% y 3.5% de aditivo respecto al volumen de la bolsa de cemento, luego se realizó la rotura de probetas a los 7, 14 y 28 días de edad y se compararon las resistencias con datos de rotura de probetas elaboradas sin aditivos. Los datos fueron procesados en hojas de cálculo Microsoft Excel 2016, así como también se utilizó el software estadístico SPSS V23.0 para el análisis de los indicadores de correlación. La principal conclusión fue que el aditivo acelerante que mayor efecto tuvo aumentando la resistencia inicial del concreto fue es el aditivo Sika R Sem Acelerante Pe, además de ser el más económico.

**Tema :** Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco

**Autor :** Franklin APOLINARIO FABIAN

**Institución :** Universidad Nacional Hermilio Valdizan

**Año :** 2017

**Resumen :** Este proyecto de investigación se realizó con el fin de comparar la resistencia a la compresión de los concretos elaborados a edades de 3, 7, 14 y 28 días con aditivo acelerante de fragua en condiciones de climas fríos en los lugares de Gelleycancha, Shiki y Pulpuliag en Huánuco, para lograr una mezcla de concreto de  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Para lograr nuestro objetivo, primero se reunieron los materiales a utilizar, entre ellos los agregados, cementos, y aditivos, se realizó el diseño de mezcla, se les hicieron los ensayos a los agregados siguiendo las normas NTP 400.037 para agregados Gruesos y finos, se siguió con la elaboración de las mezclas, haciendo las pruebas de asentamiento al concreto tal como lo explica la norma NTP N° 339.045, luego se le realizó el ensayo de resistencia a la compresión a los diferentes concretos elaborados tal como está establecido en el RNE E.060 y NTP N° 339.034, para finalmente obtener los datos los cuales se presentaron en tablas, figuras y gráficos realizando comparaciones, comentarios e

interpretaciones de los datos obtenidos con los esperados. Los resultados mostraron que los aditivos tuvieron un comportamiento en la elaboración de la mezcla y en la resistencia a las edades ensayadas. En donde el aditivo acelerante, en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto sin aditivo presentó resultados menores a los esperados en los días ensayados mientras que los resultados de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo sí presentaron resultados iguales y mayores a los esperados en los días ensayados. La dosificación de los aditivos debe hacerse siguiendo las instrucciones de los fabricantes, pues utilizados en cantidades menores o mayores a las recomendadas no producen los efectos deseados sobre la resistencia del concreto. En el último capítulo se presentan las conclusiones del trabajo de investigación, algunas recomendaciones sobre el tema y la línea de investigación a proseguir.

**Tema :** Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del Cusco en concretos expuestos a climas alto andinos.

**Autor :** Edison Simón PONCE CÓRDOVA

**Institución :** Universidad Andina del Cusco

**Año :** 2016

**Resumen :** El Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del Cusco, en concretos expuestos a climas alto andinos, tiene por objetivos identificar las características de los dos aditivos de marca Chema y Sika aceleradores de fragua en concretos expuestos a climas alto andino, evaluando el tiempo de fragua, resistencia a la comprensión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción mínima, media y máxima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante. Cuando la temperatura ambiente desciende bajo los 5°C, el concreto puede sufrir daño considerable, esto ocurre cuando la temperatura decrece al punto que el agua contenida en mezclas frescas o en concretos jóvenes se congela, es por esta razón que se recomienda el uso de aditivos acelerantes de fragua comercializados en la ciudad del Cusco en concretos expuestos a climas alto andinos. En la actualidad el uso de aditivos acelerantes de fragua, es una técnica que se está empleando en el mundo para la elaboración de concreto y así garantizar el tiempo de fragua inicial del concreto expuesto a climas fríos. La presente tesis es de carácter descriptivo-experimental, a través del cual, se pretende contribuir en el conocimiento en la comparación de los aditivos comerciales en la ciudad del Cusco. Los agregados utilizados en la presente tesis, son de las canteras de Vicho, Huambutio y Cunyac, estos agregados en ciertas proporciones cumplen las



propiedades de las normas ASTM y NTP, para la elaboración del diseño de mezclas por el método ACI. El tiempo de fragua inicial de la pasta de cemento con adición de aditivos acelerantes, se toma en lapsos de tiempo de una hora, la resistencia a la compresión de los diferentes tipos de concretos son sometidas a los 3, 7 y 14 días, estos resultados se muestran en las tablas del capítulo IV. Los concretos con adición de aditivos Sika 3 y Chema 5 en una proporción máxima, reducen su resistencia a los 14 días de fraguado, mientras que los concretos con adición de aditivos Sika 5 y Chema Estruct en cualquiera de sus proporciones, experimentan un incremento de la resistencia progresiva a los 3,7 y 14 días. Los costos de materiales por m<sup>3</sup> de concreto, varía de acuerdo al tipo de aditivo acelerante seleccionado, y la proporción usada, resultando ser el más económico en la proporción mínima Sika 5 con S/.312.12, y el más costoso Sika 3 con S/.393.38, en una proporción media el más económico es Chema Estruct con S/.327.21, y el más costoso es Sika 3 con S/.404.17, en una proporción máxima el más económico es Chema Estruct con S/.341.25, y el más costoso es Chema 5 con S/.437.68, los costos de los insumos para la investigación son tomados en la ciudad del Cusco.

**Tema :** Diseño de concreto por durabilidad en la sierra peruana utilizando cemento IP y aditivo incorporador de aire, plastificante y acelerante de fragua.

**Autor :** Josef Arturo ARCOS RODRÍGUEZ

**Institución :** Universidad Católica de Santa Maria

**Año :** 2015

**Resumen :** concreto – materiales y propiedades características conceptos fundamentales naturaleza del concreto componentes del concreto composición del concreto propiedades del concreto guía ACI 306R-10 concreto en clima frío definición de clima frío consideraciones en concretos en clima frío consideraciones especiales en clima frío durabilidad del concreto durabilidad deseada vulnerabilidad inherente al concreto costo de la durabilidad factores que afectan la durabilidad del concreto congelamiento y descongelamiento control de la durabilidad frente al congelamiento y descongelamiento reacción álcali-agregado.

**Tema :** Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado.

**Autor :** Ivan Eugenio VASQUEZ ALFARO

**Institución** : Universidad Nacional de Trujillo

**Año** : 2015

**Resumen** : En la presente investigación se evaluó la influencia que tiene el porcentaje y el tipo de aditivo acelerante sobre la resistencia a la compresión de concreto elaborado con cemento Pacasmayo tipo ICo.

Las probetas se elaboraron según la norma ASTM C39, en total se realizaron 60 probetas de 15 cm de diámetro x 30 cm de altura a base de arena, piedra, cemento, agua aditivos Sika3 y Chema3. Los porcentajes de reemplazo que se utilizó en esta investigación fueron de 1, 2, 3, 4, 5% en peso. Las probetas se dejaron curar durante 7 días, para después realizarles el ensayo de compresión. De los resultados obtenidos determinamos que cuando aumentó el porcentaje de aditivo acelerante la resistencia a la compresión se incrementó moderadamente hasta un 4 % de reemplazo, a partir de allí la resistencia decae, este hecho sucedió para ambos tipos de aditivos. Finalmente se determinó que un concreto con 4% de aditivo acelerante Sika 3 presenta mejor resistencia a la compresión ( $f^c = 209.3 \text{ kg/cm}^2$ ) a comparación de las probetas testigos ( $f^c = 164.3 \text{ kg/cm}^2$ ) y que presenta también mejor resistencia que un concreto elaborado con aditivo Chema 3 conteniendo el mismo porcentaje. Concluyendo que ambos aditivos interfieren en la

resistencia del concreto, pero siendo el aditivo Sika3 con los cuales se obtienen mejores resultados.

## **2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS**

### **2.2.1. CONCRETO**

Elaborar un concreto que tenga las características técnicas que se exigen para la construcción de estructuras en ingeniería civil, tales como: resistencia y durabilidad; depende de varios factores, como son los materiales que componen la mezcla.

El concreto es una masa constituida por materiales pétreos ligados con productos aglomerantes, este fue utilizado por el hombre desde comienzos de la civilización en la construcción de diversas obras, las cuales destacan por su belleza, magnitud, resistencia y extraordinaria durabilidad.<sup>1</sup>

### **2.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO**

La Tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo. Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en

---

<sup>1</sup> Grupo GCC, 2007

mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento.<sup>2</sup>

### **2.2.3. AGUA**

Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas para el concreto. Se puede utilizar para fabricar concreto si los cubos de mortero (Norma ASTM C109), producidos con ella alcanzan resistencia a los siete días iguales a al menos el 90% de especímenes testigo fabricados con agua potable o destilada. Las impurezas excesivas en el agua no solo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, si no también pueden ser causa de eflorescencia, manchado, corrosión del esfuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad. El agua que contiene menos de 2,000 partes de millón (ppm) de sólidos disueltos totales generalmente pueden ser utilizada de manera satisfactoria para elaborar concreto. El agua que contenga más de 2,000 ppm de sólidos

---

<sup>2</sup> Grupo GCC, 2007

disueltos deberá ser ensayada para investigar su efecto sobre la resistencia y el tiempo de fraguado.<sup>3</sup>

Cantidad de agua que requiere el concreto por unidad de volumen para que se hidraten las partículas del cemento y para proporcionar las condiciones de manejabilidad adecuada que permitan la aplicación y el acabado del mismo en el lugar de la colocación en el estado fresco.<sup>4</sup>

**Tabla 1. Requisitos químicos para el agua de mezclado y curado**

Requisitos		Unidad	Mínimo	Máximo
Residuo sólido	Agua recuperada de procesos de la industria del hormigón	mg/l	-	50.000
	Agua de otros orígenes	mg/l	-	5.000
Materia orgánica, expresada en oxígeno consumido <sup>1)</sup>		mg/l	-	3
pH	Para su uso como agua de amasado	-	4.0	-
	Para su uso como agua de curado	-	6.0	-
Sulfato, expresado como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		mg/l	-	2.000
Cloruro expresado como Cl <sup>(-)</sup>	Para emplear en hormigón simple	mg/l	-	4.500
	Para emplear en hormigón armado	mg/l	-	1.000
	Para emplear en hormigón pretensado	mg/l	-	500
Hierro expresado como Fe <sup>3+</sup>	Para uso como agua de curado <sup>3)</sup>	mg/l	-	0,5
	Para su uso como agua de amasado	mg/l	-	1
Alcalis, (Na <sub>2</sub> O + 0,658 K <sub>2</sub> O) <sup>2)</sup>		mg/l	-	1.500

<sup>1)</sup> Si se excede este valor, el agua puede ser utilizada si cumple con los requisitos físicos y químicos establecidos.  
<sup>2)</sup> Esta determinación es aplicable sólo si se espera utilizar agregados potencialmente reactivos.  
<sup>3)</sup> Se debe cumplir sólo cuando es importante el aspecto estético.

Fuente: Libro de tecnología de concreto – Jesus David Osorio

## 2.2.4. CEMENTO

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua. El producto resultante de la molienda de estas rocas es llamado clinker y se convierte en cemento cuando se le agrega una pequeña cantidad de yeso para evitar la contracción de la mezcla al fraguar

<sup>3</sup> Página Web / [www. Construaprende.com](http://www.Construaprende.com)

<sup>4</sup> Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio

cuando se le añade agua y al endurecerse posteriormente. Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada concreto (en España, parte de Suramérica y el Caribe hispano) o concreto (en México, Centroamérica y parte de Sudamérica). Su uso está muy generalizado en la construcción y la ingeniería civil.<sup>5</sup>

Los cementos son mezclas de materias seleccionadas, extraídas, proporcionadas y calcinadas a una temperatura de fusión de aproximadamente 1482 °C para lograr la composición química deseada. Al combinarse con el agua estos cementos sufren una reacción química y se endurecen hasta formar una masa como piedra.<sup>6</sup>

Se definen como cementos los conglomerantes hidráulicos que, convenientemente amasados con agua, forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables tanto al aire como bajo agua.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> Love, T. (2006). El concreto en la construcción

<sup>6</sup> Civil, A. d. (14 de Septiembre de 2010). Hidratación del cemento.

<sup>7</sup> <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.es/2010/10/hidratacion-del-cemento.html> Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio

#### **2.2.4.1. COMPONENTES DEL CEMENTO**

La composición química de las materias primas utilizadas en la fabricación del cemento hidráulico está compuesta por varios elementos como son:

- Óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) aportado por la cal.
- Dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), el cual se encuentra en la arcilla junto con el óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y el óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), y la adición del regulador del fraguado que es el yeso, el cual contiene trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ).

En la etapa de sinterización (tratamiento térmico a temperatura menor que el punto de fusión) durante la fabricación del clínker, se producen los componentes principales o potenciales que constituyen el 95% de dicho material, los cuales se conocen como mineral, debido a las impurezas de las materias primas.

- Al silicato tricálcico se le conoce como Alita ( $\text{C}_3\text{S}$ ).
- Al silicato dicálcico se le denomina Belita ( $\text{C}_2\text{S}$ ).
- El ferrito aluminato tetracálcico ( $\text{C}_4\text{AF}$ ) es la ferrita.
- Celita al aluminato tricálcico ( $\text{C}_3\text{A}$ ).

El motivo de añadir yeso al cemento es para retardar (controlar) el fraguado, ya que, si solo se muele el clínker,



al mezclarlo con el agua fraguaría casi inmediatamente, y no permitiría ni su manipulación ni su instalación. La retardación de la hidratación inicial del cemento depende de la presencia de los iones  $SO_4$ .<sup>8</sup>

#### **2.2.4.2. TIPOS DE CEMENTO**

Se pueden establecer dos tipos básicos de cemento:

- a) **De origen arcilloso:** obtenidos a partir de arcilla y piedra caliza en proporción 1 a 4 aproximadamente.
- b) De origen **puzolánico:** la puzolana del cemento puede ser de origen orgánico o volcánico. Desde el punto de vista químico se trata en general de una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio, obtenidos a través del cocido de calcáreo, arcilla y arena.

El material obtenido, molido muy finamente, una vez que se mezcla con agua se hidrata y solidifica progresivamente.

Puesto que la composición química de los cementos es compleja, se utilizan terminologías específicas para definir las composiciones.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.es/2010/10/hidratacion-del-cemento.html> Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio

<sup>9</sup> <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.es/2010/10/hidratacion-del-cemento.html> Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio

- **El cemento portland**

El tipo de cemento más utilizado como aglomerante para la preparación del concreto es el cemento portland, producto que se obtiene por la pulverización del clinker portland con la adición de una o más formas de yeso (sulfato de calcio).

Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker. Cuando el cemento portland es mezclado con el agua, se obtiene un producto de características plásticas con propiedades adherentes que solidifica en algunas horas y endurece progresivamente durante un período de varias semanas hasta adquirir su resistencia característica. El proceso de solidificación se debe a un proceso químico llamado hidratación mineral.

### **Normativa**

La calidad del cemento portland deberá estar de acuerdo con la norma ASTM C 150. En Europa debe estar de acuerdo con la norma EN 197-1. En España los cementos vienen regulados por la Instrucción para

recepción de cementos RC-08, aprobada por el Real Decreto 956/2008 de 6 de junio.

- **Cementos de mezclas**

Los cementos de mezclas se obtienen agregando al cemento Portland normal otros componentes como la puzolana. El agregado de estos componentes les da a estos cementos nuevas características que lo diferencian del Portland normal.

- **Cemento de fraguado rápido**

El cemento de fraguado rápido, también conocido como "cemento romano ó prompt natural", se caracteriza por iniciar el fraguado a los pocos minutos de su preparación con agua. Se produce en forma similar al cemento Portland, pero con el horno a una temperatura menor (1.000 a 1.200 °C). Es apropiado para trabajos menores, de fijaciones y reparaciones, no es apropiado para grandes obras porque no se dispondría del tiempo para efectuar una buena aplicación. Aunque se puede iniciar el fraguado controlado mediante retardantes naturales (E-330) como el ácido cítrico, pero aun así si inicia el fraguado aproximadamente a los 15 minutos (a 20 °C). La ventaja es que, al pasar aproximadamente 180 minutos de iniciado del fraguado, se consigue una

resistencia muy alta a la compresión (entre 8 a 10 MPa), por lo que se obtiene gran prestación para trabajos de intervención rápida y definitivos. Hay cementos rápidos que, pasados 10 años, obtienen una resistencia a la compresión superior a la de algunos hormigones armados (mayor a 60 MPa).

- **Cemento aluminoso**

El cemento aluminoso se produce principalmente a partir de la bauxita con impurezas de óxido de hierro ( $Fe_2O_3$ ), óxido de titanio ( $TiO_2$ ) y óxido de silicio ( $SiO_2$ ). Adicionalmente se agrega óxido de calcio o bien carbonato de calcio. El cemento aluminoso también recibe el nombre de «cemento fundido», pues la temperatura del horno alcanza hasta los 1.600 °C, con lo que se alcanza la fusión de los componentes. El cemento fundido es colado en moldes para formar lingotes que serán enfriados y finalmente molidos para obtener el producto final.

#### **2.2.4.3. DENSIDAD DEL CEMENTO**

Se determina por la relación entre la masa de una cantidad dada y el volumen absoluto de esa masa. En los cementos normales este valor está muy cerca de 3,15 g/cm<sup>3</sup>, en los adicionados este valor está cerca de 2,90

$g/cm^3$ , dependiendo de la cantidad de adiciones utilizadas.<sup>10</sup>

### **2.2.5. AGREGADOS**

La palabra se refiere a cualquier combinación de arena, grava o roca triturada en su estado natural o procesado. Son minerales comunes, resultados de las fuerzas geológicas erosivas del agua y del viento. Son generalmente encontrados en ríos y valles, donde han sido depositados por las corrientes de agua.

Son aquellos materiales inertes de forma granular naturales o artificiales que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua, conforman un todo compacto (piedra artificial) conocido como concreto u concreto.<sup>11</sup>

Proporcionan resistencia mecánica al material. Tienen diversos tamaños, formas y texturas.<sup>12</sup>

Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El concreto es un material compuesto básicamente por agregados y pasta cementicio, elementos de comportamientos bien diferenciados: Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen

---

<sup>10</sup> <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.es/2010/10/hidratacion-del-cemento.html> Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio

<sup>11</sup> Guzmán, 2001

<sup>12</sup> Página Web / [www. Construaprende.com](http://www.Construaprende.com)

natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011. <sup>13</sup>

### **2.2.5.1. CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS**

- **CLASIFICACION POR SU ORIGEN**

Son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como: depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Pueden usarse tal como se hallen o variando la distribución de tamaños de sus partículas, si ello se requiere. Este tipo de agregados se dividen en <sup>14</sup>:

- **CLASIFICACION POR COLOR**

Es una de las clasificaciones más fáciles de utilizar ya que solo considera el color del material para hacer una diferenciación, sin embargo, también es uno de los métodos que menos información proporciona acerca del material y del desempeño que se puede tener en la mezcla de concreto <sup>15</sup>.

- **CLASIFICACION POR EL TAMAÑO DE LA PARTICULA**

Esta identificación de los agregados se deriva de dividirnos de acuerdo con el que pasa o no la frontera nominal de 4.75 mm

---

<sup>13</sup> Agregados / Ronald Campos Cisneros

<sup>14</sup> Agregados / Ronald Campos Cisneros

<sup>15</sup> Agregados / Ronald Campos Cisneros

(Tamiz n°4). De acuerdo a lo estipulado en la norma técnica peruana, tejido de alambre y tamices para propósito de ensayo.

De acuerdo al tamaño de la partícula se tiene dos clases de agregados:

#### **2.2.5.2. AGREGADO GRUESO**

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto.<sup>16</sup>

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz N° 4 y que cumple con los límites establecidos de las Norma 400.037.<sup>17</sup>

El agregado grueso estará conformado por fragmentos cuyo perfil será preferentemente rugosa y libres de material escamoso, materia orgánica, partículas landas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, sales u otras sustancias dañinas.<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup> Rivva López, Materiales para el Concreto, 2014, pág. 68

<sup>17</sup> Rivva López, Materiales para el Concreto, 2014, pág. 75

<sup>18</sup> Rivva López, Materiales para el Concreto, 2014, pág. 75

Sera necesario tener un agregado libre de sustancias perjudiciales similar al agregado fino y que no exceda los valores indicados.

**Tabla 2.** Máximos permitidos de sustancias perjudiciales en agregado grueso

TIPO DE SUSTANCIA	PORCENTAJE % (POR PESO)
Material que pasa tamiz N° 200 (75 µm)	0.5
Material liviano	2.0
Pedazos de arcilla	0.5
Otros materiales perjudiciales	1.0

Fuente: (ACI 207.1R, 2007).

Con respecto a la granulometría, la gradación del agregado grueso deberá cumplir una de las siguientes gradaciones, el tamaño máximo del agregado grueso a usar dependerá de la separación del acero de refuerzo o elementos empotrados o por escasa disponibilidad de agregados más grandes.

**Tabla 3.** % Requerimientos de gradación para agregado grueso

TAMIZ	PORCENTAJE SEGÚN PESO QUE PASA POR TAMIZ DESIGNADO			
	Guijarros 6 a 3 in. 150 a 75 mm	Grueso 3 a 1-1/2 in. (75 a 37.5 mm)	Mediano 1-1/2 a 3/4 in. (37.5 a 19 mm)	Fino 3/4 in. a N° 4 (19 a 4.75 mm)
7 (175)	100			
6 (150)	90 a 100			
4 (100)	20 a 45	100		
3 (75)	0 a 15	90 a 100		
2 (50)	0 a 5	20 a 55	100	
1-1/2 (37.5)		0 a 10	90 a 100	
1 (25)		0 a 5	20 a 45	100
3/4			1 a 10	90 a 100
3/8			0 a 5	30 a 55
N° 4				0 a 5

Fuente: (ACI 207.1R, 2005).



### 2.2.5.3. AGREGADO FINA

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto.<sup>19</sup>

El agregado fino consistirá en arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas; definiéndosele como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa la malla 3/8" y cumple con los límites establecidos en las normas NTP 400.037 o ASTM C33.<sup>20</sup>

**Tabla 4.** % Máximos permitidos de sustancias perjudiciales en agregado fino

TIPO DE SUSTANCIA	PORCENTAJE %( POR PESO)
Pedazos de arcilla y partículas desmenuzables	3.0
Material más fino que tamiz N° 200 (75 µm):	
Para concreto sujeto a abrasión	3.0*
Para otros concretos	5.0*
Carbón y lignito:	
Donde la apariencia de la superficie de concreto es importante	0.5
Otros concretos	1.0

Fuente: (ACI 207.1R, 2005).

Se debe tener presente que el agregado no debe presentar cantidades peligrosas de arcilla, limo, polvo, mica, materia orgánica o impurezas, En el siguiente

<sup>19</sup> Rivva López, Materiales para el Concreto, 2014, pág. 68

<sup>20</sup> Rivva López, Naturaleza y materiales para el concreto, 2000, pág. 179

cuadro se puede apreciar los límites permitidos en porcentaje según el peso, para un concreto masivo.

En la granulometría es necesario que el agregado fino tenga una buena gradación para el concreto masivo, este influenciara la trabajabilidad del concreto, sin embargo, puede usar otras gradaciones probadas en laboratorio, permitiendo un margen amplio de gradaciones, en el Tabla N°5 se muestra un comparativo los rangos recomendados establecidos por el ACI 207.1R y lo usado en la especificación del proyecto.

**Tabla 5.** % Comparativo de granulometría del agregado fino para concreto masivo

<b>TAMIZ</b>	<b>PORCENTAJE RETENIDO, INDIVIDUAL SEGÚN PESO</b>	<b>PORCENTAJE QUE PASA</b>
<b>Norma</b>	<b>ACI 207.1R</b>	<b>Especificación del Proyecto</b>
3/8 in. (9.50 mm)	0	100
N° 4 (4.75 mm)	0 a 5	95 -100
N° 8 (2.36 mm)	5 a 15	80 - 100
N° 16 (1.18 mm)	10 a 25	50 - 85
N° 30 (600 µm)	10 a 30	25 – 60
N° 50 (300 µm)	15 a 35	5 – 30
N° 100 (150 µm)	12 a 20	0 - 10
Fracción de tamiz	3 a 7	

Fuente: (ACI 207.1R, 2005).

## **2.2.6. ELABORACION DE LA MEZCLA DE PATRON**

Se elabora una cantidad significativa de probetas para realizar los ensayos requeridos, se utiliza moldes metálicos y demás

instrumentos de laboratorio de ensayo de materiales, mecánica de suelos y rocas, sumados a los moldes plásticos.<sup>21</sup>

Primero se añade los agregados con una cantidad de agua para humedecerlo. Posteriormente se añade el cemento y la cantidad restante de agua dejando el tiempo necesario para que los elementos se combinen obteniendo una mezcla uniforme, luego se toma una muestra para realizar los ensayos de concreto fresco.<sup>22</sup>

#### **2.2.6.1. METODO ACI 211.1**

El comité 211.1 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple. Es usual que las características de obra establezcan limitaciones a quien tiene la responsabilidad de diseñar la mezcla. Entre dichas limitaciones pueden estar:

- Relación agua/cemento máximo.
- Contenido mínimo de cemento
- Contenido máximo de aire
- Asentamiento
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso
- Resistencia en compresión mínima

---

<sup>21</sup> Informe de diseño de mezcla / Universidad centroamericana

<sup>22</sup> Informe de diseño de mezcla / Universidad centroamericana

- Requisitos especiales relacionados con la resistencia promedio, el empleo
- de aditivos o la utilización de tipos especiales de cementos o agregados.<sup>23</sup>

### **2.2.7. CONCRETO**

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia.<sup>24</sup>

El concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado.<sup>25</sup>

El concreto es un material de uso común, o convencional y se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo.<sup>26</sup>

---

<sup>23</sup> Rivva López, Diseño de Mezclas, 2014, pág. 90.

<sup>24</sup> Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 11

<sup>25</sup> ICG., Naturaleza y Materiales del Concreto, 2004, Pág.8

<sup>26</sup> Ing. Ana Torre C., Curso Básico de Tecnología del Concreto para Ingenieros Civiles, 2004, Pág. 74

### **2.2.7.1. IMPORTANCIA.**

Actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso en nuestro país.

Si bien la calidad final del concreto depende en forma muy importante del conocimiento del material y de la calidad profesional del ingeniero, el concreto es, en general, desconocido en muchos de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de las proporciones, proceso de puesta en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento de los elementos estructurales.<sup>27</sup>

### **2.2.7.2. CARACTERISTICAS.**

Entre los factores que hacen del concreto un material de construcción Universal tenemos:

- La facilidad con que puede colocarse dentro de los encofrados de casi cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica.
- Su elevada resistencia a la compresión lo que le hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columnas y arcos.

---

<sup>27</sup> ICG., Naturaleza y Materiales del Concreto, 2004, Pág.8

- Su elevada resistencia al fuego y a la penetración del agua.

Pero el concreto también tiene desventajas como, por ejemplo:

- Con frecuencia el concreto se prepara en el sitio en condiciones en donde no hay un responsable absoluto de su producción, es decir el control de calidad no es tan bueno.
- El concreto es un material de escasa resistencia a la tracción. Esto hace difícil su uso en elementos estructurales que están sometidos a tracción por completo (como los tirantes) o en parte de sus secciones transversales (como vigas u otros elementos sometidos a flexión).

Para superar esta limitación se utiliza el acero, con su elevada resistencia a tracción. La combinación resultante de ambos materiales, se conoce como concreto armado, posee muchas de las mejores propiedades de cada uno.<sup>28</sup>

### **2.2.7.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO.**

Las características del concreto han de ser función del fin para el cual está destinado. Por ello la selección de

---

<sup>28</sup> Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 11, 12

las propiedades de la unidad cubica de concreto debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran necesarias para el caso particular para el cual la mezcla está siendo diseñada.<sup>29</sup>

- **TRABAJABILIDAD:** Se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del concreto al estado no endurecido la cual determina su capacidad para ser manipulada, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que presente segregación.<sup>30</sup>
- **CONSISTENCIA:** La consistencia del concreto es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose con ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación. La consistencia está relacionada, pero no es sinónimo de trabajabilidad. Así, por ejemplo, una mezcla muy trabajable para

---

<sup>29</sup> Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 37

<sup>30</sup> Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 37

pavimento puede ser consistente, en tanto que una mezcla poco trabajable en estructuras con alta concentración de acero puede ser de consistencia plástica.<sup>31</sup>

- **RESISTENCIA:** La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad. La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo. Pero el ingeniero diseñador de la mezcla debe recordar que otras propiedades, tales como la durabilidad, permeabilidad, o resistencia al desgaste pueden ser tanto o más importantes que la resistencia, dependiendo de las características y ubicación de la obra.<sup>32</sup>
- **DURABILIDAD:** El concreto debe ser capaz de endurecer mantener sus propiedades en el tiempo

---

<sup>31</sup> Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 40

<sup>32</sup> Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 42



aun en aquellas condiciones de exposición que normalmente podrían disminuís o hacerle perder su capacidad estructural. Por tanto, se define como concreto durable a aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio las cuales él está sometido.<sup>33</sup>

- **DENSIDAD:** En determinados tipos de obras, la selección de las proporciones de la mezcla de concreto es efectuada fundamentalmente para obtener alta densidad. En estos casos, empleando agregados especiales, se pueden obtener concretos trabajables con pesos unitarios del orden de  $5600 \text{ kg/m}^3$ .<sup>34</sup>
- **GENERACION DE CALOR:** Un aspecto importante de la selección de las propiedades de los concretos masivos es el tamaño y perfil de la estructura en la cual ellos van a ser empleados. Ellos son debido a que la colocación de grandes volúmenes de concreto puede obligar a tomar medidas para controlar la generación de calor debida al proceso de hidratación de cemento, con

---

<sup>33</sup> Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 44, 45

<sup>34</sup> Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 47

los resultantes cambios de volumen en el interior de la masa de concreto y el incremento en el peligro de figuración del mismo. Como regla general, para los cementos normales Tipo I, la hidratación deberá generar una elevación de temperatura del concreto del orden de 6 a 11 °C<sup>o</sup> por saco de cemento por metro cubico de concreto.

Si la elevación de la temperatura de la masa de concreto no es mantenida en un mínimo, o si no permite que el calor se disipe a una velocidad razonable, o si se permite que el concreto se enfríe rápidamente, puede presentarse agrietamiento.<sup>35</sup>

- **ESCURRIMIENTO PLASTICO:** Cuando el concreto está sujeto a una carga constante, la deformación producida por dicha carga puede ser dividida en dos partes: la deformación elástica, la cual ocurre inmediatamente y desaparece totalmente en cuanto se remueve la carga, y el escurrimiento plástico el cual se desarrolla gradualmente.

---

<sup>35</sup> Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 47, 48

El escurrimiento plástico puede por lo tanto ser definido como el alargamiento o acortamiento que sufre una estructura de concreto como consecuencia de una sollicitación uniforme y constante de tracción o compresión respectivamente.<sup>36</sup>

- **DILATACION TERMICA:** Sabemos que las propiedades térmicas del concreto son importantes en relación con el mantenimiento en valores mínimos de los cambios de volumen. Como coeficiente de dilatación térmica del concreto puede aceptarse  $1/100\ 000$ , siempre que no se determine otro valor para casos especiales, dado que el valor real es una magnitud variable que depende del tipo de cemento, de las características de los agregados y de su volumen en unidad cubica de concreto, así como el grado de humedad y de las dimensiones de la sección transversal.<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 49

<sup>37</sup> Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 50

### **2.2.7.1. TIPOS DE CONCRETO.**

**A. CONCRETO SIMPLE:** Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua.

En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta.<sup>38</sup>

**B. CONCRETO ARMADO:** Se denomina así al concreto simple cuando éste lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto.<sup>39</sup>

**C. CONCRETO ESTRUCTURAL:** Se denomina así al concreto simple, cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado, de acuerdo a especificaciones precisas, que garanticen una resistencia mínima pre-

---

<sup>38</sup> Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 12

<sup>39</sup> Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 13

establecida en el diseño y una durabilidad adecuada.<sup>40</sup>

**D. CONCRETO CICLOPEO:** Se denomina así al concreto simple que está complementado con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10", cubriendo hasta el 30% como máximo, del volumen total.

Las piedras deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra, en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple.<sup>41</sup>

**E. CONCRETOS LIVIANOS:** Son preparados con agregados livianos y su peso unitario varía desde 400 a 1700  $kg/m^3$ .

**F. CONCRETOS NORMALES:** Son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varía de 2300 a 2500  $kg/m^3$ . Según el tamaño máximo del agregado. El peso promedio es de 2400  $g/m^3$ .<sup>42</sup>

---

<sup>40</sup> Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 13

<sup>41</sup> Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 13

<sup>42</sup> Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 13

**G. CONCRETOS PESADOS:** Son preparados utilizando agregados pesados, alcanzando el peso unitario valores entre 2800 a 6000

*kg/m<sup>3</sup>.*<sup>43</sup>

**H. CONCRETO PREMEZCLADO:** Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores. y que es transportado a obra.<sup>44</sup>

**I. CONCRETO PREFABRICADO:** Elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura.<sup>45</sup>

**J. CONCRETO BOMBEADO:** Concreto que es impulsado por bombeo, a través de tuberías hacia su ubicación final.<sup>46</sup>

#### **2.2.7.2. ENSAYO EN CONCRETO FRESCO.**

**A. ASENTAMIENTO:** Una muestra de concreto fresco mezclado, se coloca en un molde con forma de cono trunco, y se compacta por varillado.

---

<sup>43</sup> Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 13

<sup>44</sup> Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 14

<sup>45</sup> Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 14

<sup>46</sup> Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 14

El molde se retira hacia arriba permitiendo que el concreto se asiente. La distancia vertical entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se informa como el asentamiento del concreto. *Norma de referencia NTP 339.035.*

**B. PESO UNITARIO DEL CONCRETO:** Consiste en determinar el volumen del concreto producido, con el fin de verificar la correcta dosificación y rendimiento de los materiales es una base para determinar el rendimiento de la mezcla, el contenido de cemento y el contenido de aire. *Norma de referencia NTP 339.046.*

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

D = Densidad, en Kg/m<sup>3</sup>

Mc = Masa del recipiente de medida lleno de concreto, en Kg.

Mm = Masa del recipiente de medida, en Kg.

Vm = Volumen del recipiente de medida, en m<sup>3</sup>

**C. CONTENIDO DE AIRE:** Consiste en determinar el contenido de aire atrapado en la mezcla, el aire presente en los vacíos de la pasta de un

concreto puede tener su origen en las siguientes causas: *Norma de referencia 339.080.*

- Aire atrapado presente en los espacios inter granulares del cemento y agregados.
- Aire originalmente en los espacios de cemento y agregados, pero después depositados en la pasta al endurecer formándose los llamados poros gel.
- Aire originalmente disuelto en el agua de la mezcla formándose los poros capilares
- Aire incorporado en el concreto durante los procesos de mezcla y colocación

**D. RENDIMIENTO DEL CONCRETO:** Es la relación entre el volumen real del concreto al volumen de diseño para la mezcla se calcula de la siguiente manera: *Norma de referencia NTP 339.046.*

$$Y(m^3) = \frac{M}{D}$$

El valor de  $R_y$  mayor que 1.00 indica un exceso de concreto que se produce, un valor menor de esto indica que el volumen de la mezcla será corto con relación al volumen diseñado.



D = Densidad.

Y = Rendimiento, volumen de concreto producido por tanda.

M = Masa total de todos los materiales de la tanda.

**E. TEMPERATURA DEL CONCRETO:** El objeto de este ensayo es determinar la temperatura del concreto fresco el cual consisten en colocar el dispositivo de medición de temperatura en la mezcla de concreto fresco, de tal modo que el sensor esté sumergido un mínimo de 75mm (3 pulg).

Presionar levemente el concreto en la superficie alrededor del dispositivo de medición de temperatura para que la temperatura ambiente no afecte la lectura.

Dejar introducido el dispositivo medidor de temperatura en el concreto fresco por un mínimo de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice, a continuación, leer y registrar la temperatura.

Completar la medición de temperatura dentro de los 5 minutos luego de haberse obtenido la muestra. *Norma de referencia NTP 339.184*

**2.2.7.3. ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO.**

**A. ELABORACION Y CURADO DE PROBETAS:**

El método estándar para elaboración y curado de probetas es un ensayo para concreto fresco en el que se realiza la fabricación de cilindros de concreto de diámetros establecido de acuerdo a la norma NTP 339.033 en el que indica también los procedimientos de curado.

*Tabla 6. Requisitos de la barra compactadora*

Diámetro del cilindro o ancho de la viga, mm	Dimensiones de la varilla	
	Diámetro, mm	Longitud de la varilla, mm
< 150	10	300
150	16	500
225	16	650
Tolerancia en la longitud, $\pm$ 100 mm. Tolerancia en el diámetro $\pm$ 2 mm		

FUENTE: NTP 339.033

*Tabla 7. Método de consolidación requisitos de aplicación*

Asentamiento, mm	Método de consolidación
$\geq$ 25	Apisonado o vibración
< 25	Vibración

FUENTE: NTP 339.033

*Tabla 8. Moldeo de especímenes por apisonado*

Tipo de espécimen y tamaño	Número de capas de igual altura	Número de golpes por capa
<b>Cilindros: diámetro, mm</b>		
100	2	25
150	3	25
225	4	50
<b>Vigas. Ancho, mm</b>		
150 a 200	2	Véase 10.3
> 200	3 ó más de igual altura, sin exceso 150 mm	Véase 10.3

FUENTE: NTP 339.033

## **B. TIEMPO DE FRAGUA.**

El tiempo de fragua, se determina mediante el ensayo de la norma NTP 339.082 en el cual se emplean agujas metálicas de diferentes diámetros con un dispositivo de aplicación de carga que permite medir la presión aplicada sobre el mortero obtenido de tamizar el concreto por la malla N°4.

Se considera convencionalmente que se ha producido el fraguado inicial cuando se necesita aplicar una presión de 500 *lb/pulg*<sup>2</sup>. para introducir la aguja una pulgada, y el fraguado final cuando se necesita aplicar la presión de 4000 *lb/pulg*.

**TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL:** Se caracteriza por un aumento en la viscosidad y

en la temperatura de mezcla, así como la pérdida inicial de la plasticidad el tiempo de fraguado inicial se considera cuando la resistencia a la penetración es de  $500 \text{ lb/pulg}^2$ .

**TIEMPO DE FRAGUADO FINAL:** Es el tiempo en que la mezcla de concreto perdió totalmente su capacidad de deformación, consecuencia del aumento de su resistencia, se obtiene para una resistencia a la penetración de  $4000 \text{ lb/pulg}^2$

Estos valores determinan el endurecimiento en función de la resistencia a la penetración mediante el método de ensayo normalizado para determinar el tiempo de fragua.

Una muestra de mortero se obtendrá por tamizado de una muestra representativa del concreto fresco. El mortero será colocado en un recipiente y será almacenado a una temperatura ambiente especificada. A intervalos regulares de tiempo, se obtendrá la resistencia a la penetración del mortero utilizado agujas normalizadas. De una curva de resistencia a la penetración versus el tiempo

transcurrido se determinará los tiempos de fraguado inicial y final.<sup>47</sup>

### C. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

El método de ensayo de resistencia a la compresión de muestras cilíndricas de concreto endurecido consiste determinar la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades los mismos que están establecidos por la norma NTP 339.034.

*Tabla 9. Tolerancias prescritas para los ensayos*

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0.5 h ó 2.1 %
3 d	± 2 h ó 2.8 %
7 d	± 6 h ó 3.6 %
28 d	± 20 h ó 3.0 %
90 d	± 48 h ó 2.2 %

FUENTE: NTP 339.034

### 2.2.8. ADITIVOS PARA EL CONCRETO

Según ASTM. Aditivo es el material, además del cemento, agua y áridos, que se añade al hormigón o mortero inmediatamente antes o durante el mezclado.

El objetivo de añadir aditivos es el de modificar, acentuar o conferir alguna propiedad que de por sí la mezcla no posee, y hacerla temporal o permanente durante su estado fresco o

---

<sup>47</sup> NTP 339.082, pág. 3

endurecido. Se aplica en dosis pequeñísimas y su efecto es de índole físico, químico o físico- químico. Un aditivo es una sustancia química, generalmente dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra, que se emplea como ingrediente de la pasta, del mortero o del concreto, y se agrega al conjunto antes o durante el proceso de mezclado, con el fin de modificar alguna o algunas de sus propiedades físicas, de tal manera que el material se adapte de una mejor forma a las características de la obra o las necesidades del constructor.

El primer antecedente de los aditivos químicos modernos se encuentra en el empleo ocasional del sulfonato naftaleno formaldehído, que fue utilizado en 1930 para actuar como dispersante en concretos con adiciones negro de humo, destinados a carriles de pavimentos que por su coloración pudieran llamar la atención de los conductores de vehículos. Si bien en 1932 se registró una patente de los EE.UU. no se aplicó por su elevado costo y exceder los requerimientos de las construcciones de concreto de esa época.<sup>48</sup>

#### **2.2.8.1. ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE**

Burbujas de aire minúsculas distribuidas uniformemente, producidas en el hormigón por

---

<sup>48</sup> Sika Perú, 2010

aditivos incorporadores de aire al disminuir la tensión superficial del agua, mejoran la durabilidad del hormigón expuesto a ciclos de hielodeshielos. El aire incorporado cambia tanto las características del hormigón fresco como endurecido. Produce hormigones más impermeables cortando la red de capilares e interconectándolos con burbujas de aire que funcionan como cámaras de expansión, donde el traspaso de agua se reduce o donde el agua al congelarse se expande libremente. La trabajabilidad del hormigón fresco también es mejorada significativamente, y la segregación y exudación son reducidas o eliminadas.<sup>49</sup>

#### **2.2.8.2. ADITIVOS PLASTIFICANTES (REDUCTORES DE AGUA)**

Los aditivos plastificantes se usan con el propósito de reducir la cantidad de agua en una mezcla, para producir hormigón de una misma consistencia o docilidad determinada, o aumentarla con una misma razón agua/cemento. Algunos agentes plastificantes también pueden retardar o acelerar el tiempo de fraguado del hormigón o introducir aire en el mismo.

---

<sup>49</sup> Sika Perú, 2010

Generalmente se puede obtener un aumento de resistencia si el contenido de agua de una cierta mezcla se reduce. Algunos aditivos reductores de agua presentan grandes aumentos en la contracción por el secado.

Dentro de esta gama se encuentran los superplastificantes, que permiten rebajar hormigones con razón agua/cemento muy baja o aumentar la docilidad hasta producir hormigones fluidos. Los aditivos superplastificantes solo se pueden emplear en hormigones perfectamente diseñados, con granulometría bien definida, si es posible, similar a la del hormigón bombeado con una cantidad de finos inferior a tamiz 0,315 mm, mayor de 400 kg/m<sup>3</sup> incluyendo el cemento. La colocación del hormigón se debe realizar antes de 60 minutos, ya que la acción de los fluidificantes es de tiempo limitado. El exceso de transporte y vibración puede producir segregación y/o exudación.

El uso de aditivo plastificante y superplastificante no desmejora las propiedades del hormigón en cuanto a resistencias mecánicas, las que generalmente son



equivalentes a las que se logran con el hormigón sin aditivo.<sup>50</sup>

### **2.2.8.3. ADITIVOS RETARDADORES**

Estos aditivos se emplean para retardar el tiempo de fraguado o el tiempo de endurecimiento del hormigón o mortero. A temperaturas altas la colocación del hormigón puede ser dificultosa en vez de reducir la temperatura enfriando los ingredientes del hormigón, se pueden añadir retardadores.

Los retardadores se usan para retardar el fraguado inicial del hormigón o mortero, cuando ocurren condiciones difíciles o no usuales en la colocación, como en el hormigonado de largos pilares y fundaciones, de grandes volúmenes tales como presas, cementado de pozos de petróleo, o el bombeo de lechada u hormigón a distancias considerables.

Modifica el desarrollo de calor y disminuye la resistencia a primeras edades y el efecto retardador varia con el tiempo de cemento, con la razón

---

<sup>50</sup> Sika Perú, 2010

agua/cemento, las temperaturas del hormigón y ambiente, y la dosis empleada.<sup>51</sup>

#### **2.2.8.4. ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES**

Un hormigón o mortero es impermeable cuando bajo condiciones normales no permite el paso del agua. La impermeabilidad de la pasta de cemento endurecida depende del número y distribución de los poros capilares y empeora con el aumento del volumen de estos.

El hormigón es tanto más impermeable cuanto mayor es la dosis y la finura del cemento, cuanto menor es la razón agua-cemento y tanto mejor sean las características y granulometría de los áridos.

#### **2.2.8.5. ADITIVOS ACELERADORES**

Los aditivos aceleradores se usan con el propósito de disminuir el tiempo de fraguado aumentando la velocidad de endurecimiento.

Se emplean principalmente para modificar las características del hormigón o mortero en climas fríos, aumentando la velocidad de desarrollo de resistencia a primeras edades, reducir los plazos de

---

<sup>51</sup> Sika Perú, 2010

construcción, desmolde y puesta en servicio, reducir el periodo de curado y reducir la presión a los moldes de hormigonado de masas. La mayoría de los aceleradores comúnmente usados causan un aumento en la contracción durante el secado del hormigón o mortero.

Los aceleradores deben evitarse y el desarrollo de la resistencia debe acelerarse en lo posible por medio del uso de cemento e endurecimiento rápido, reduciendo la relación agua-cemento, o aumentando el contenido de cemento, o bien efectuando el curado a temperaturas más altas.<sup>52</sup>

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Agregado fino:** Proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8"). (*Norma E.060 del RNE 2014*).
- **Agregado grueso:** Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (N°4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas. (*Norma E.060 del RNE 2014*).
- **Piedra Chancado:** Es de roca ígnea (andesita), formada por el enfriamiento y solidificación de materia rocosa fundida (magma), compuesta casi en su totalidad por silicatos. Se obtiene por

---

<sup>52</sup> Sika Perú, 2010

trituration artificial de rocas o ravas y en tamaño, que en nuestro caso es de  $\frac{1}{2}$ " y  $\frac{3}{4}$ ".

- **Aire atrapado:** Es el aire atrapado de manera natural en el concreto que puede incrementarse a consecuencia de una deficiente colocación o compactación. (Instituto del Concreto de 1997).
- **Asentamiento del Concreto:** Es la diferencia entre la altura del recipiente que sirve de molde de una probeta de concreto fresco y la de la probeta fuera del molde, medida en el eje y expresada en pulgadas. (Absalón y Salas 2008).
- **Cantera:** Lugar de donde se extrae piedra u otras materias primas de construcción. (Absalón y Salas 2008).
- **Cemento:** Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua y el aire. (Norma E.060 del RNE 2014).
- **Concreto:** Mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivo. (Norma E.060 del RNE 2014).
- **Contenido de aire:** Es la diferencia entre el volumen aparente de la mezcla y el resultante de la suma de los volúmenes absolutos de los componentes. (Absalón y Salas 2008).

- **Diseños de mezcla:** Es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto. (Absalón y Salas 2008).
- **Resistencia especificada a la compresión del concreto ( $f'c$ ):** Resistencia a la compresión del concreto empleado en el diseño y resistencia guía. (Norma E.060 del RNE 2014).
- **Tamaño máximo nominal:** Es la abertura del tamiz de malla menor a través del cual puede pasar como mínimo el 95% del agregado. (Absalón y Salas 2008).

## 2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPOTESIS GENERAL

Mediante el incremento del porcentaje y el aditivo adecuado se incrementará la resistencia a la compresión a edades 7 días en la fabricación de un concreto de rápido fraguado.

### 2.4.2. HIPOTESIS ESPECÍFICAS

- Mediante el incremento del porcentaje de aditivo acelerante en el diseño del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , el diseño desarrolla un incremento en la resistencia a la compresión.
- Mediante el incremento del porcentaje de aditivo acelerante en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El concreto desarrolla un incremento en su resistencia.

## 2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

### 2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Porcentaje de Aditivo de tipo acelerante.

### 2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- Resistencia a la compresión.
- Concreto de rápido fraguado.

## 2.6. DEFINICIÓN, OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

*Tabla 10. Operatividad de las Variables*

VARIABLE		INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Independientes	Porcentaje de Aditivo de tipo acelerante.	Densidad. Durabilidad. Dureza.	Ensayos de Laboratorio
Dependientes	Concreto de rápido fraguado.	Resistencia. Kg/cm <sup>2</sup>	Ensayos de Laboratorio
	Resistencia a la Compresión		

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

- a) **SEGÚN SU FINALIDAD:** Investigación Aplicada porque vamos a resolver problemas prácticos como la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado efectuada en la ejecución del proyecto: CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS PARA MEJORAMIENTO GENÉTICO Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS NATIVAS ANDINAS CON FINES DE CONSUMO

Y MEDICINALES EN LA SEDE DE LA UNDAC EN LA PROVINCIA DE DANIEL CARRIÓN.

- b) **SEGÚN SU CARÁCTER:** Investigación Descriptiva porque se va a describir fenómenos a través de la observación; Investigación correlacional porque vamos a conocer la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto.
- c) **SEGÚN SU NATURALEZA:** Investigación Cuantitativa porque se va a recopilar datos para probar la hipótesis.
- d) **SEGÚN SU ALCANCE TEMPORAL:** investigación transversal porque se va a estudiar la resistencia del concreto en la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto
- e) **SEGÚN LA ORIENTACIÓN QUE ASUME:** investigación orientada al descubrimiento porque vamos a interpretar y comprender fenómenos.

### 3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

En general el estudio fue DESCRIPTIVO, no experimental y de corte transversal es descriptivo porque describe la realidad sin alterar su condición.



### **3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

El presente proyecto de tesis tiene el método estadístico descriptiva la cual nos permite organizar y clasificar los resultados obtenidos en la medición, revelándose a través de ellos las propiedades, relaciones tendencias del fenómeno. Por el cual la presente investigación está compuesta por tres etapas.

- La primera de ellas se encuentra conformada por todos los ensayos practicada de los materiales primas (agregado grueso, fino), la misma que debía cumplir una serie de requisitos relacionados con las características según N.T.P.
- La segunda etapa corresponde en la elaboración del diseño de mezcla.
- Por último, la tercera etapa, el ensayo de los especímenes. Para la comprobación de sus características y resultados a la compresión, teniendo como principio la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto.

### **3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño de la presente investigación es No Experimental, transaccional ya que en esta investigación se recolectarán datos en un solo momento y en un tiempo único.

De acuerdo con el tipo de fuente de recolección de datos Proyectiva, la recolección va a ser primaria mediante libros, fuentes de internet o investigaciones ya relacionadas.

### 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.4.1. POBLACIÓN

Se considera como población a las probetas de concreto que se puedan elaborar con el agregado de la cantera obtenidas del distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Carrión, teniendo en cuenta la temperatura del curado.

#### 3.4.2. MUESTRA

Se considera muestra a los 27 especímenes de concreto elaboradas en el laboratorio, con diversos porcentajes de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto.

*Tabla 11. Numero de Especímenes para ensayos*

<b>% DE ADITIVO</b>	<b>EDAD DE LA MUESTRA 7 DÍAS</b>
<b>CONCRETO PATRON</b>	
0%	3
<b>ADITIVO SIKA 3</b>	
1%	3
2%	3
3%	3
4%	3
<b>ADITIVO CHEMA 3</b>	
1%	3
2%	3
3%	3
4%	3
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>

Fuente. Propia

### **3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.5.1. TÉCNICAS**

Se realizó a través de la aplicación de hojas de cálculo (Excel), proporciones y procedimientos establecidos en las normas:

- ASTM C 33 : Especificación Normalizada de Agregados para concreto.
- ASTM C 150 : Especificación Normalizada para Cemento Portland.

#### **3.5.2. INSTRUMENTOS**

- Los libros y documentos consultados se encuentran indicados en la bibliografía de referencias presentadas al final de esta investigación.
- Los instrumentos a utilizar están de acuerdo a las normas aplicados anterior mencionado.
  - a. Tamices standard para el análisis granulométrico (1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, No16, N°30, No50, No 100 y N° 200).
  - b. Balanza electrónica con aproximación adecuada.
  - c. Probeta graduada de un litro.
  - d. Herramientas: palanas, badilejo, balde, cucharón, enrazador, reglas graduadas, calibrador, etc.
  - e. Cono de Abrahams, varilla de fierro de 60 cm. De largo y 5/8" de diámetro, semi redondeada en un extremo.

- f. Neopreno.
- g. Prensa Hidráulica, para la rotura de probetas a Deflectómetro, para medir el esfuerzo VS. Deformación.
- h. Cocina eléctrica.
- i. Termómetro.
- j. Speedy, para analizar el contenido de humedad.

### 3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El presente proyecto de tesis, se desarrolló con los criterios de acuerdo a los criterios establecidos en las normas: ASTM (American Society of Testing Materials) y NTP (Norma Técnica Peruana).

#### 3.6.1. MUESTREO (NTP 400.010, ASTM D420)

Establecer los procedimientos adecuados de muestreo de suelos y rocas, que permitirán la correlación de los respectivos datos con las propiedades del suelo, tales como plasticidad, permeabilidad, peso unitario, compresibilidad, resistencia y gradación; y de la roca, tales como resistencia, estratigrafía, estructura y morfología.<sup>53</sup>

#### **EQUIPOS UTILIZADOS**

- **Bolsas plásticas:** Material resistente con capacidad de volumen de más de 25 kg de preferencia.
- **Palas:** Herramienta manual para remover el agregado.

---

<sup>53</sup>MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.14

- **Sacos:** Material importante para el almacenamiento de agregados.
- **Zaranda de “1”:** Herramienta manual para la selección del agregado en función al tamaño máximo del agregado.
- **Tamiz N° 4:** Instrumento para la clasificación de agregados gruesos y finos.

### **PROCEDIMIENTO**

- Se verifico que el agregado apilado se encuentre preparado para su venta y el requerimiento del tamaño máximo correspondiente.
- Se realizó el muestreo de arriba de al menos tres porciones tomadas del tercio superior, de la zona media y del tercio inferior del volumen del apilamiento, donde se debe de evitar el segregamiento de agregado grueso.
- Con la ayuda de la pala, se removió el agregado que se encuentra por encima por lo menos 3 a 4 veces, enseguida se realizó la extracción del agregado. Para su posterior clasificación como agregado grueso y fino.
- Finalmente se procedió almacenar en las bolsas de plástico junto con los sacos para evitarla en lo posible la perdida de sus propiedades del agregado e identificar correctamente los sacos. La cantidad de la muestra tanto para agregado grueso y agregado fino será de acuerdo a lo indicado.

### 3.6.2. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216, NTP 339.185)

La humedad o contenido de humedad de un suelo y agregado es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo y agregado, al peso de las partículas sólidas.<sup>54</sup>

#### **EQUIPOS UTILIZADOS**

- **Recipiente Para Muestra:** Se utiliza un recipiente metálico de aluminio con suficiente volumen para contener la muestra, el cual no sea afectado por el calor.
- **Fuente De Calor:** Es el horno capaz de mantener una temperatura de  $110\text{C}^{\circ} + 5\text{C}^{\circ}$ .
- **Balanza:** Con una precisión de legibilidad y sensibilidad dentro de 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango y graduado como mínimo a 0.05kg.
- **Agitador:** Se utiliza una cuchara metálica o espátula de tamaño adecuado.

#### **PROCEDIMIENTO**

- Se procedió a pesar el recipiente de aluminio.
- Se pesó el recipiente de aluminio + la muestra humedad natural tanto para el agregado grueso y agregado fino separadamente.

---

<sup>54</sup> MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.49

- Seguidamente se colocó la muestra húmeda natural+ el recipiente en el horno para secar completamente a una temperatura de 110 °C por un tiempo de 24 horas.
- Finalmente, ya pasadas las 24 horas al día siguiente sacar del horno las muestras y después que se haya secado, hasta mostrar un peso constante se procede a pesar la muestra seca más el recipiente.

### **3.6.3. QUE PASA LA MALLA N° 200 (NTP 400.012)**

#### ***EQUIPOS UTILIZADOS***

- Bandejas Metálicas
- Horno o Fuente de Calor
- Balanzas de precisión
- Tamiz N° 200: Sirve para el lavado del agregado.

#### ***PROCEDIMIENTO***

- Se realiza un cuarteo manual de acuerdo al tamaño máximo nominal requerido según norma, el cual servirá para el ensayo granulométrico del agregado grueso, y de la misma forma para el agregado fino aproximadamente 1.5 kg, donde seca a una temperatura alta con la ayuda de una estufa de cocina, luego se pesa hasta obtener peso constante.
- Se procedió a lavar el agregado sobre un recipiente, mediante el tamiz N°200 removiendo en forma circular

evitando la pérdida de finos en suspensión, este procedimiento se realizó para el agregado grueso y agregado fino.

- Una vez terminada el paso anterior se procedió a colocar la muestra en el horno durante 18 a 24 horas, a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$ .
- Se procedió a sacar la muestra del horno y hacer enfriar a una temperatura ambiente para registra su peso seco final.

#### **3.6.4. GRANULOMÉTRICO (ASTM D422, NTP400.012)**

Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº 200).<sup>55</sup>

#### ***EQUIPOS UTILIZADOS***

- **Bandejas metálicas:** recipiente que tenga la capacidad suficiente en volumen de almacenar la muestra requerida y capaz de soportar una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$  Preferentemente de aluminio.
- **Horno o fuente de calor:** Un horno de medidas apropiadas capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

---

<sup>55</sup> MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.44



- **Balanzas de precisión:** Las balanzas utilizadas en el ensayo de agregado fino, grueso y global deberán tener la siguiente exactitud y aproximación:
  - Para agregado fino, con aproximación de 0,1 g y exacta a 0,1 g ó 0,1 % de la Masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.
  - Para agregado grueso o agregado global, con aproximación y exacta a 0,5 g ó 0,1% de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso. (Norma Técnica Peruana, AGREGADOS. Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global, 2001, pág. 3).
- **Juego de Tamices:** que cumplan con las especificaciones normalizados de norma ASTM E-11 o la norma NTP 350.001 tanto para agregado grueso y agregado fino y serán los siguientes.
  - Agregado Grueso: 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", N°4.
  - Agregado Fino: ⅜", N°4, N8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.
  - Agregado Global: 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", N°4. N8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.

- **Recipientes metálicos:** sirve para almacenar el agregado retenido en cada tamiz, para después ser pesado.

### **PROCEDIMIENTO**

Una vez obtenido una muestra representativa de acuerdo a la norma, tanto para agregado grueso y agregado fino la muestra es reducida de acuerdo a la norma, bajo el proceso del método B cuarteo manual.

**Agregado grueso:** la cantidad de muestra de ensayo de agregado grueso será conforme a lo indicado en la tabla siguiente.

*Tabla 12. Parámetros en la Granulometría*

<b>Tamaño máximo Nominal Aberturas cuadradas mm (pulg.)</b>	<b>Cantidad de la Muestra de Ensayo Mínimo kg (lb)</b>
9.5(3/8")	1(2)
12.5(1/2")	2(4)
19.0(3/4")	5(11)
25.0(1")	10(22)
37.5(1 1/2")	15(33)
50(2")	20(44)
63 (2 1/2")	35(77)
75 (3")	60(130)
90 (3 1/2")	100(220)
100 (4")	150(330)
125 (5")	300(660)

**Fuente:** (Norma Técnica Peruana, AGREGADOS. Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global, 2001, pág. 4).

**Agregado fino:** la cantidad de muestra de ensayo de agregado fino será como mínimo 300 g.

1. Se colocó la muestra de agregado, en un suelo limpio y plano donde no se produzca la pérdida del agregado ni la adición de cualquier otro material para proceder a realizar el método del cuarteo manual. El mismo procedimiento para el agregado grueso, agregado fino y agregado global (hormigón).
2. Se mezcló el agregado completamente con la ayuda de la pala por lo menos 3 a 4 veces formando una pila cónica y evitando la segregación de partículas a la parte inferior, posterior se presiona con la pala hasta obtener un diámetro uniforme por lo menos de 4 a 8 veces el espesor.
3. Se procedió a dividir con una tabla de madera en 4 partes iguales y se removi6 los cuartos diagonalmente opuestos. este paso se realizó 3 veces hasta reducir la muestra al tamaño requerido para el procedimiento del tamizado.
4. Una vez realizado el proceso del cuarteo manual para cada uno de los agregados según tamaño requerido, se procedió a secar la muestra con el apoyo de un calentador a altas temperaturas (cocinas a gas), hasta obtener peso constante y se registró el peso inicial original de la muestra.
5. Se procedió a lavar la muestra mediante el tamiz N° 200 evitando la pérdida de finos tanto para el agregado grueso, agregado fino y agregado global, hasta obtener un material libre de polvo o suciedad.

6. Se colocó la muestra húmeda en el horno para su secado durante las 24 horas a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$ , tanto para el agregado grueso, agregado fino.
7. Al día siguiente se sacó la muestra del horno para ser pesado a temperatura ambiente, en una balanza de precisión a 0.1 gr para el agregado Fino y una balanza de precisión para el agregado Grueso a 0.5 g.
8. Luego se realizó el tamizado manual durante entre 3 y 5 de minutos aproximadamente, sobre un paño de algodón en forma circular y de arriba hacia abajo evitando la pérdida de partículas.
9. Se realizó el pesado de agregado retenido en cada tamiz tanto para el grueso, agregado fino y agregado global (hormigón).
10. Se procede a colocar cada porción retenida en una bandeja para ver su gradación.

#### **3.6.5. DESGASTE POR ABRASIÓN (NTP 400.019)**

Este Modo Operativo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas

por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida.<sup>56</sup>

### ***EQUIPOS UTILIZADOS***

- Juego de tamices: Se usa en función a la granulometría del agregado como son 3/4", 1/2", 3/8". N° 12.
- Recipientes metálicos
- Balanza, Estufa
- Máquina de los ángeles: el cual consistirá en un cilindro cerrado en ambos extremos, con un diámetro interno de 28 pulgadas y el largo inferior de 20 pulgadas.
- Esferas metálicas de acero inoxidable.

### ***PROCEDIMIENTO***

- Se verificó el análisis granulométrico del agregado grueso de sus pesos retenidos, para luego seleccionar el tipo de gradación.
- Se realizó el lavado del agregado grueso por medio del tamiz N200, para luego proceder a secar por medio de una estufa a temperatura 110°C ±5°C.

---

<sup>56</sup> MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.315

- Se procedió a pesar hasta obtener peso constante retenido en cada tamiz.
- Se introdujo la muestra de agregado a la máquina de los ángeles juntos con las esferas de acero inoxidable, para luego programar a una velocidad de 500 revoluciones durante 17 minutos.
- Una vez terminada el paso anterior se procedió a sacar la muestra para ser tamizada por el tamiz N° 12.
- Se procedió a lavar todo el material retenido en el tamiz n 12, el cual esté libre de polvo, para luego realizar el secado en una estufa y registrar su peso final.

### **3.6.6. DENSIDAD, RELATIVA Y ABSORCIÓN - AG. FINO (NTP 400.022)**

El peso específico (gravedad específica) es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en varias mezclas que contienen agregados incluyendo concreto de cemento Pórtland, concreto bituminoso, y otras mezclas que son proporcionadas y analizadas en base al volumen. También es usado en el cálculo de vacíos en el agregado del ensayo MTC E 203.<sup>57</sup>

#### ***EQUIPOS UTILIZADOS***

- Balanza.

---

<sup>57</sup> MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.309

- Picnómetro es un matraz o frasco volumétrico que tiene una capacidad de 500 ml.
- Molde cónico metálico.
- Apisonador de metal.
- Bomba de vacíos y Horno.

### **PROCEDIMIENTO**

1. Se anotó el peso del picnómetro con agua hasta el nivel de 500 ml.
2. Se realizó el cuarteo hasta conseguir una muestra de más de 1 kg, se pone a secar a 110 °C hasta peso constante, se enfría a temperatura ambiente por una a tres horas, seguidamente se sumergió en un recipiente con agua por 24 para lograr su saturación.
3. Transcurrido ese tiempo se vierte el agua, con mucho cuidado para que no se pierda el material.
4. El agregado húmedo se colocó en bandeja y se lleva a horno muy moderado (60°C) para que gradualmente pierda humedad, removiendo constantemente para que la humedad sea uniforme y para vigilar que no se seque la muestra más allá del estado saturado superficialmente seco, el que se obtiene cuando se cumple la prueba del cono:

- Se colocó el agregado hasta rebalsar el cono metálico, y se le da unos cuantos golpes con apisonador.
- Se realizó esta operación 3 veces, debiendo sumar 25 el número de golpes en las tres veces que se apisona la muestra. Se vuelve a rebalsar, se enrasa y se retira el cono:
  - a. Si se queda con forma tronco-cónica, tiene más humedad que la correspondiente al estado saturado superficialmente seco.
  - b. Si se queda con forma cónica terminada en punta sin desmoronarse, tiene la humedad correspondiente al estado saturado superficialmente seco.
  - c. Si se desmorona, tiene menos humedad que la correspondiente al estado saturado superficialmente seco.
- 5. Al tener un material en estado saturado superficialmente seco, se pesa 500 g. De material y se colocan en el picnómetro.
- 6. Se llena el picnómetro hasta un nivel aproximado a los 500 ml y con la bomba de vacíos se le quitan los vacíos que tenga el material hasta que se eliminen las burbujas de aire.
- 7. Se añadió agua hasta el nivel de 500 ml y se anota su peso.



8. Seguidamente se saca el agregado fino del picnómetro y se pone a secar al horno a 100 °C hasta un peso constante y se anota el peso final.

### **3.6.7. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN – AG. GRUESO (NTP 400.021)**

Una muestra de agregado se sumerge en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua. Finalmente, la muestra es secada al horno y se pesa una tercera vez. Usando los pesos así obtenidos y fórmulas en este modo operativo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción.<sup>58</sup>

#### ***EQUIPOS UTILIZADOS***

- Balanza.
- Cesta metálica.
- Balde y horno.

#### ***PROCEDIMIENTO***

1. Una vez obtenido una muestra representativa de acuerdo a la norma, la muestra es reducida de acuerdo a la norma; bajo el proceso del método B cuarteo manual.

---

<sup>58</sup> MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.312

2. Según la tabla que se muestra en la norma, se determinó la cantidad mínima de la muestra de cuerdo al tamaño máximo nominal del agregado, donde la cantidad mínima del agregado es de 3kg.
3. Seguidamente se lavó la muestra y se secó en horno a 110 °C hasta peso constante, seguidamente se puso a enfriar a temperatura ambiente y se sumerge en un depósito con agua por 24 horas para su saturación.
4. Al pasar las 24 horas de saturación, se vació el agua, y se le quito la humedad con una tela haciéndola rodar sobre un paño hasta conseguir que toda su superficie quede sin agua, pero no seca, sino superficialmente seca.
5. Se anotó el peso de material en estado saturado superficialmente, con aproximación de 0.5 g.
6. Seguidamente se colocó la muestra pesada en la canastilla de alambre, seguidamente se determinó el peso de la muestra sumergida completamente dentro del balde, conectando la canastilla a la balanza.
7. Seguidamente se puso a secar la muestra en horno a 110°C hasta peso constante, se enfría a temperatura ambiente por 1 a 3 horas y se anotó el peso.

**3.6.8. PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017)**

***Método para determinar el peso unitario suelto del agregado***

**EQUIPOS UTILIZADOS**

- Balanza, sensible al 0.1 % del peso de la muestra.
- Recipiente cilíndrico o molde de volumen conocido.
- Varilla de 5/8" de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud.
- Horno, capaz de mantener la temperatura de 110°C.

**PROCEDIMIENTO**

- ***Procedimiento con pala***
  1. Primeramente se anota el peso y volumen del molde.
  2. Se vertió el material en el mismo, cuidando que la altura de caída no sea mayor de 5 cm sobre el borde superior del molde, hasta colmarlo.
  3. Se enrasa el material a nivel del borde superior del molde, con la ayuda de la varilla.
  4. Se anota el peso del molde más el material.

***Método para determinar el peso unitario compactado del agregado.***

**EQUIPOS UTILIZADOS**

- Balanza, sensible al 0.1 % del peso de la muestra.

- Recipiente cilíndrico o molde de volumen conocido.
- Horno, capaz de mantener la temperatura de 110°C.

### **PROCEDIMIENTO**

1. Se anota el peso y volumen del molde.
2. Se vierte el material en el mismo, con ayuda de un cucharón, hasta la tercera parte de la altura del recipiente, cuidando que la altura no sea mayor a 5 cm sobre el borde superior del molde, y se dan 25 golpes con la varilla para compactar el material, sin que la varilla toque el fondo del recipiente.
3. Se repitió esta operación en otras dos capas, cuidando que en cada capa la varilla al golpear no pase a la capa inferior.
4. Se agrega material hasta que rebalse el molde.
5. Se enrasa el material al nivel del borde superior del molde, con la ayuda de la varilla. Finalmente se pesa el molde más el material.

### **3.6.9. ELABORACION Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO**

Esta práctica proporciona requisitos normalizados para la preparación de materiales, mezclas de concreto y la elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayo bajo condiciones controladas.<sup>59</sup>

---

<sup>59</sup>MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.312

Si la preparación de los especímenes se controla como lo indica esta norma, ellos se pueden emplear para obtener información útil en:

- Dosificación de mezclas de concreto.
- Evaluación de diferentes mezclas y materiales.
- Correlaciones con resultados de pruebas no destructivas, y Elaboración de especímenes con fines de investigación.
- Los valores establecidos en unidades SI deben ser considerados como la norma.
- Esta norma no pretende considerar los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien emplee esta norma, establecer prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y determinar la aplicación de limitaciones regulatorias antes de su empleo.

### ***EQUIPOS UTILIZADOS***

Elaboración del concreto fresco con agregado clasificado.

- Moldes de cilindro: los moldes de cilindro serán de acero, fierro fundido u otro material no absorbente el cual no reaccione con el concreto de cemento portland u otros cementos hidráulicos, con dimensiones de 15cm\*30 cm según las condiciones de uso.

- Varilla compactadora: de ver ser una varilla de acero liso con punta semiesférica con dimensión de  $\varnothing$  16mm (5/8") \* 500mm+ 100mm y nos sirve para el proceso de chuseo.
- Coba de goma: con peso de 600 g + 200 g.
- Pala: con capacidad suficiente para remover el concreto
- Plancha de albañil: nos sirve para poder dar el acabado al concreto fresco al momento de moldear.
- Bandejas metálicas: equipo para muestreo y mezclado del concreto.
- Balanza: con precisión al 0.05 g de legibilidad.
- Baldes de 18 Lt: con capacidad suficiente para el almacenamiento de agregados.
- Cinta métrica: herramienta para la medición del proceso de slump.
- Cono de Abrams. Es el equipo que nos sirve para el asentamiento y está regida por la norma siguiente NTP 339.033.
- Mezcladora de Concreto: de 9 pies/m<sup>3</sup> o 4 pies/m<sup>3</sup> según la cantidad de muestras.

### ***PROCEDIMIENTO***

Al obtener los resultados del laboratorio y realizar el diseño de mezclas por el método así 211.1 y tener las proporciones en peso de los materiales agregado grueso agregado fino cemento

y agua, se almacena en baldes, y se procedió a fabricar concreto.

1. Se procedió a ingresar los materiales a la mezcladora, tomando el criterio de la norma, primero el agregado grueso con algo de agua contando unos 90 segundos hasta observar la mezcla, y después se ingresó el agregado fino cemento y agua restante entre 3-5 minutos.
2. Se procedió a medir el asentamiento de la mezcla con el equipo. Cono de Abrams obteniendo un slump de 3”.
3. Una vez realizado el paso anterior se procede a vaciar el concreto en una bandeja metálica, y se ingresa a los moldes cilíndricos con el criterio siguiente.
  - Colocar los moldes en una superficie nivelada, libre de vibraciones, y evitando la exposición directa al sol.
  - Los moldes deben estar limpios y cubiertos con petróleo u otro insumo similar.
  - se humedece todos los materiales.
4. Se procedió a llenar y compactar simultáneamente en todos los moldes en tres capas, evitando la segregación utilizando un cucharón pequeño, donde el número de golpes es de acuerdo a la tabla 12 siguiente.
5. Se procedió enrasar la superficie para luego identificar las muestras, evitando la evaporación del curado inicial.

**Tabla 13. Márgenes elaboración de Concreto**

TIPO DE ESPÉCIMEN Y TAMAÑO	NUMERO DE CAPAS DE IGUAL ALTURA	NUMERO DE GOLPES POR CAPA
Cilindros diámetro (mm)		
100	2	25
150	3	25
225	4	30
Vigas ancho (mm)		
150 a 200	2	
> 200	3 o más igual altura, sin exceder 150mm	

**Fuente:** (Norma Técnica Peruana, HORMIGÓN(CONCRETO), Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo (339.033), 2009, pág. 10).

### 3.6.10. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034)

#### **PROBETAS**

Las probetas no serán ensayadas si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más de 2%.

Antes del ensayo, ninguna base de las probetas de ensayo se apartará de la perpendicularidad a los ejes por más de  $0.5^\circ$ . El diámetro usado para el cálculo del área de la sección recta de la probeta de ensayo será determinado con aproximación de 0.25 por el promedio de 2 diámetros medidos en ángulo recto uno del otro y cerca a la altura media de la probeta<sup>60</sup>, Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (NTP 339.034).

#### **PROCEDIMIENTO**

1. Los ensayos a compresión de probetas del curado húmedo serán hechos tan pronto como sea práctico luego de retirar los

<sup>60</sup> Norma Técnica Peruana, HORMIGON (CONCRETO), págs. 10 , 11



del almacenaje de humedad, de acuerdo a los días de rotura, ya se a los 7, 14 ó 28 días.

2. Los cilindros serán protegidos de perdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo.

3. Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturas dentro del tiempo permisible de tolerancia prescrita como sigue:

**Tabla 14.** % Tolerancia en Ensayo a la Compresión

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	± 0.5 h ó 2.1 %
3d	± 2 h ó 2.8 %
7d	± 6 h ó 3.6 %
28d	± 20 h ó 3.0 %
90d	± 48 h ó 2.2 %

Fuente: (Norma Técnica peruana, HORMIGON (CONCRETO), págs. 10,11)

**COLOCACIÓN:** Colocar el bloque de rotura interior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo. El bloque de rotura superior directamente bajo la rotura del cabezal.

El bloque de rotura superior directamente bajo la rotura del cabezal.

Limpiar las caras de contacto de los bloques superior y las de la probeta de ensayo y colocar el cilindro sobre el bloque inferior

de rotura. Cuidadosamente alinear los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado.<sup>61</sup>

### 3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

**Primera etapa.** Revisión bibliográfica, recopilación de datos o búsqueda de información, de todo lo referente al tema de investigación, que en el presente trabajo fueron libros de especialidad, trabajos anteriores afines realizados en la facultad de ingeniería y páginas web especializadas.

**Segunda etapa.** Extracción y transporte de los agregados, de la cantera de Cochamarca, al laboratorio de ensayos de la E.F.P. Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

**Tercera etapa.** Ensayos preliminares, los cuales consistieron en la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados; las cuales nos arrojaron los datos necesarios para la elaboración del diseño de mezclas por el método del módulo de finura de la combinación de agregados.

**Cuarta etapa.** En esta etapa se realizaron los siguientes procedimientos:

- La muestra de concreto se colocó en una vasija impermeable y no absorbente, de tamaño tal que sea posible el remezclado, antes de llenar los moldes.

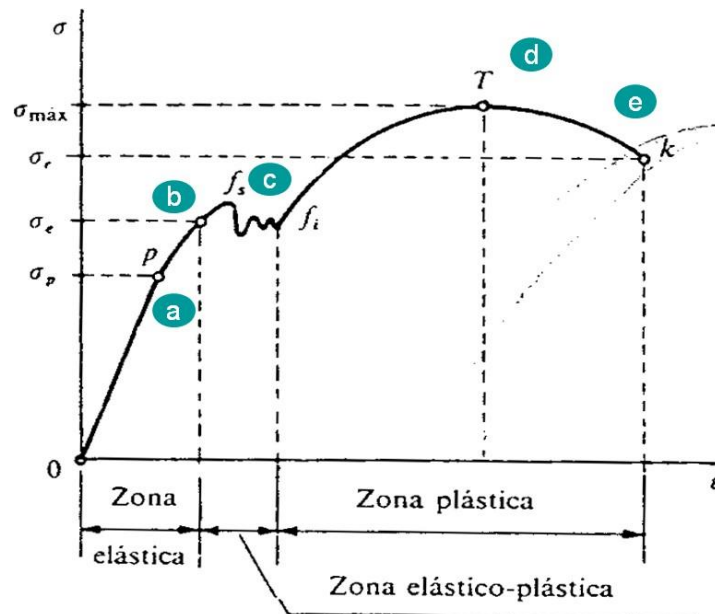
---

<sup>61</sup> Norma técnica peruana, HORMIGON (CONCRETO), pág. 11

- Se preparó 3 especímenes para cada caso porcentaje de aditivo (para nuestro caso se consideró ocho temperaturas), para evaluar la resistencia a la compresión en las edades: 7, 14 y 28 días, obteniendo un total de 24 especímenes de concreto.
- Luego se procede a la preparación del diseño e inmediatamente se prepara el molde hasta un tercio de su altura, compactando a continuación con la barra mediante 25 golpes verticales. El proceso se repitió en las dos capas siguientes, de manera que la barra penetre hasta la capa precedente no más de 1". En la última, se colocó material en exceso, para enrasar a tope con el borde superior del molde, sin agregar material.
- Después de consolidar cada capa, se procedió a golpear ligeramente las paredes del molde, utilizando la barra de compactación, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.
- La superficie del cilindro fue terminada con la barra o regla de madera, de manera de lograr una superficie plana, suave y perpendicular a la generatriz del cilindro.
- Las probetas se retiraron de los moldes entre las 18 y 24 horas después de moldeadas, para luego sumergirlas en agua para su curado.

**Quinta etapa.** Procesamiento y análisis de resultados, consistió en procesar y analizar los resultados obtenidos en la etapa anterior, para determinar los resultados finales en la investigación.

**Sexta etapa.** Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados. Como consecuencia de los datos adquiridos, se analiza mediante el gráfico de comportamiento "Esfuerzo-Deformación unitaria", los cuales son los siguientes:



**Ilustración 5.** Esfuerzo - Deformación Unitaria

Fuente: <http://fisica2013-2.blogspot.com>

- A un esfuerzo nulo le corresponde una deformación total nula del espécimen ensayado.
- Siendo el concreto un material elástico plástico, se ha establecido que la geometría de las curvas "Esfuerzo-Deformación unitaria", presentan dos tramos diferenciados: Tramo elástico y tramo plástico.
- El tramo elástico, es el primer tramo cuyo comportamiento se ajusta a una línea recta inclinada (función lineal) que parte desde

(0,0) y asciende hasta el punto de "Esfuerzo en el límite proporcional elástico".

- El tramo plástico, es el segundo tramo cuyo comportamiento se ajusta a una parábola (función cuadrática) o a una parábola cubica (función cubica), según sea el caso; que parte desde el punto de "Esfuerzo de Rotura o colapso".
- La exactitud geométrica de las probetas, dependen de la destreza del operador y la calibración de las maquinas, puesto que inciden directamente en la calidad de los resultados de cada ensayo.

Consiste en reemplazar los datos obtenidos de los ensayos en las fórmulas respectivas, obteniendo resultados; los cuales de acuerdo a la naturaleza del ensayo fueron aceptados como "Resultados Iniciales" o fueron sometidos a otros tratamientos para aceptarlos como tales. Este procedimiento lo hemos realizado con la ayuda de un procesador.

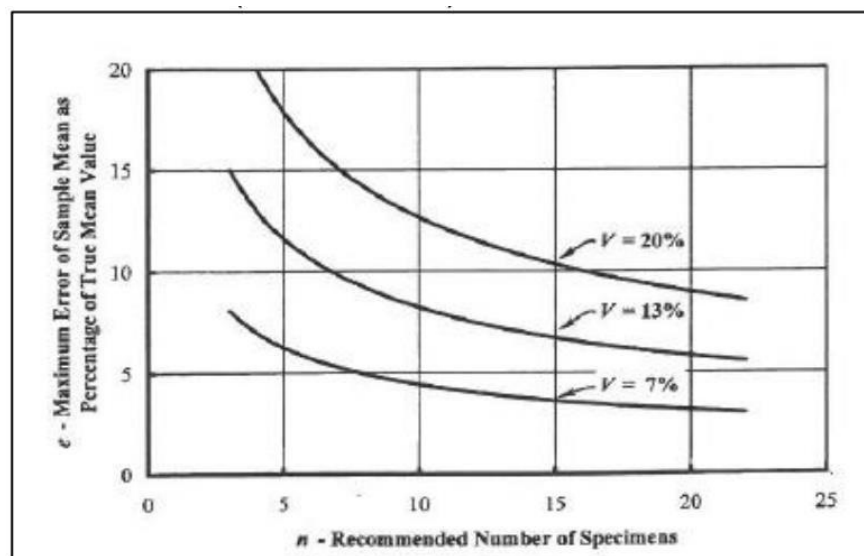
### **3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

La selección, validación y confiabilidad, es efectuada mediante el análisis de los especímenes "Probetas" de concreto de la muestra, según el Reglamentó Nacional de Edificaciones E.060 Concreto Armado, la cual expresa:

*"Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de*

concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f'c$ .”

y del mismo modo según ACI 318.08 “...un ensayo para control de calidad de la resistencia a la compresión del concreto, corresponde al promedio de la resistencia de tres probetas como mínimo”.



**Grafico 1.** Número de probetas en función del error máximo  $e$ , (ASTM C 823)  
Fuente: Martínez (2012)

Se puede deducir que considerando un error de 5% y un coeficiente de variación de 7%, valores que según la autora son aceptables en control de calidad de concreto.

### 3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA.

En la presente tesis para obtención de grado profesional, se hace realizo en los ambientes del laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, cuyo resultado es basado en la influencia del

porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el presente Capitulo de resultados y discusiones, se presentan los datos obtenidos luego de los ensayos del concreto en estado fresco y de resistencia a la compresión a las probetas cilíndricas de concreto a base de cemento tipo I y variando los porcentajes de los aditivos acelerantes SIKA 3 y CHEMA3. Las cuales se efectuaron en la ejecución del proyecto que la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, desarrollo en uno de sus locales como implementación de laboratorios por motivos de licenciamiento institucional.



## 4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

### 4.1.1. DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL ADITIVO

#### 4.1.1.1. SIKA 3.

Sika®-3 es un aditivo acelerador de fraguado y endurecimiento a base de cloruros. Actúa aumentando la velocidad de hidratación y las reacciones químicas de los constituyentes del cemento. No es inflamable.

*Tabla 15. Información del Producto SIKA 3*

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	
<b>Empaques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Paquete x 4 envases PET x 4 L.</li><li>▪ Balde x 20L</li><li>▪ Cilindro x 200 L</li></ul>
<b>Apariencia / Color</b>	Líquido verde
<b>Vida Útil</b>	2 años
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto debe ser almacenado en un lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.
<b>Densidad</b>	Aprox. 1.22 +/- 0.01 kg/L
INFORMACIÓN DE APLICACIÓN	
<b>Consumo</b>	El consumo depende del tiempo de fraguado que se desee alcanzar.

Fuente: Ficha Técnica – SIKA 3



**Ilustración 6. SIKA 3**  
FUENTE: Sodimac.com.pe

#### 4.1.1.2. CHEMA 3.

CHEMA 3 es un aditivo acelerante de fragua para mortero y concreto que puede ser empleado tanto en climas normales con temperatura ambiente como bajo cero grados centígrados. Acelera el desarrollo de las resistencias iniciales, haciéndose más notorio en temperaturas bajas. Además, actúa como un anticongelante e inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo. Es adecuado para cementos Portland Tipo I y Tipo V, puzolánicos. Libre de cloruros. Cumple con la norma ASTM C-494 Tipo C.

Tabla 16. Información del Producto CHEMA 3

DATOS TÉCNICOS		
Aspecto	:	Líquido
Color	:	Amarillo
Densidad	:	1.15 – 1.18 kg/L.
pH	:	8.0 – 11.0
VOC	:	0 g/L.

Fuente: Ficha Técnica – CHEMA3



Ilustración 7. CHEMA 3  
FUENTE: Sodimac.com.pe

## 4.1.2. DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

### 4.1.2.1. AGREGADO FINO.

#### 4.1.2.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS

- I. **PESO UNITARIO:** Se realizó según las indicaciones de la norma NTP 400.017, ASTM C-29/ C-29M.

##### Selección de equipos y materiales.

- Balanza que permita lecturas de por lo menos 0.1 % del peso de la muestra.
- Barra compactadora de acero liso circular recta de 5/8" de diámetro y 60 cm de largo.
- Recipiente cilíndrico y de metal suficiente rígido para condiciones duras de trabajo.

##### Preparación de la muestra.

- Para la determinación del peso unitario la muestra deberá de estar completamente mezclada y seca a temperatura ambiente.

Procedimiento de ensayo.

**Para el peso unitario suelto**, se llenó el recipiente con una pala hasta rebosar, dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 5cm, por encima del borde superior del recipiente, se eliminó el excedente del agregado con una espátula para equilibrar los vacíos, se determinó la masa del recipiente más su contenido y la masa del recipiente vacío con una exactitud de 5g.

- II. PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN:** Se realizó según las indicaciones de la norma NTP 400.021 y ASTM C 127 para el agregado grueso y la NTP 400.022 y ASTM C 128 para el agregado fino.

Selección de equipos y materiales.

- Balanza con sensibilidad de 0.1 gr o menos y capacidad no menor de 1kg
- Picnómetro o frasco volumétrico, cuya capacidad sea 500 cm<sup>3</sup>, calibrado hasta 0.10 cm<sup>3</sup> a 20°C.

- Molde cónico metálico de diámetro interior en la parte superior de 4 cm, de diámetro interior en la parte inferior 9 cm y altura 7.5 cm.
- Varilla de metal con un extremo redondeado, de  $(25\pm 3)$  mm de diámetro y  $(340\pm 15)$  gr de peso.
- Estufa de tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

*Preparación de la muestra.*

Se seleccionó por cuarteo 1000g, se colocó en un envase y se puso a secar en la estufa hasta la temperatura de  $110^{\circ}\text{C}$ , se retiró la muestra y se cubrió con agua y se dejó en reposo por 24 horas, se extendió en una superficie plana de aire tibio y se removió con frecuencia para garantizar un secado uniforme. Se continuó esta operación hasta que los granos de agregado fino no se adhieran marcadamente entre sí, luego se colocó el agregado fino en forma suelta en el molde cónico, golpeando la superficie

suavemente 25 veces con la varilla de metal y levantando verticalmente el molde, hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, indicando que el agregado fino alcanzó una condición de saturado de superficie seca.

*Procedimiento de ensayo.*

Se introdujo 500g del material preparado, y se llenó de agua hasta alcanzar casi la marca de 500, se eliminó las burbujas de aire, se llenó con agua hasta alcanzar la marca de 500 cm<sup>3</sup> y se determinó el peso total del agua introducida en el frasco, se sacó el agregado fino del frasco, se secó hasta una temperatura de 110°C y se determinó su peso. Finalmente se llenó el picnómetro hasta la marca de calibración con agua y se determinó su peso.

**III. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM C-566):** Se realizó según las indicaciones de la norma NTP 339.185.

*Selección de equipos y materiales.*

- Balanza con sensibilidad de 0.1g y cuya capacidad no sea menor de 1kg.

- Recipiente adecuado para colocar la muestra de ensayo.
- Estufa a temperatura de 105°C – 110°C.

**Procedimiento de ensayo.**

Se colocó la muestra húmeda a ensayar en un depósito adecuado determinándose dicho peso (peso del recipiente + muestra húmeda), se llevó el recipiente con la muestra húmeda a una estufa, para secarla durante 24 horas a una temperatura de 110°C, se pesó el recipiente con la muestra seca (peso recipiente más muestra seca) y se determinó la cantidad de agua evaporada.

**IV. GRANULOMETRÍA:** Según las normas NTP 400.012, ASTM C-136, AASHTO T-27.

**Selección de equipos y materiales.**

- Balanza con sensibilidad de 1g.
- Juego de tamices conformado por: Para el agregado fino: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100.

- Juego de tamices conformado por: Para el agregado grueso 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8".
- Una estufa capaz de mantener una temperatura de 110°C.
- Taras.
- Recipientes.

#### Preparación de la muestra.

La cantidad de muestra a ensayar para el agregado grueso debe ser el que corresponda al tamaño máximo de las partículas, para el agregado fino será de acuerdo con lo establecido con la NTP 400.012

#### Procedimiento de ensayo.

Para el agregado grueso y para el agregado fino: Se colocó el agregado en la estufa a una temperatura de 110°C, hasta conseguir peso constante, se colocó la muestra en la malla superior del juego de tamices, dispuestos en forma decreciente, según la abertura, se realizó el tamizado en forma manual con movimientos de vaivén hasta



observar que no pase de un tamiz a otro. Con esta distribución granulométrica se verificó los requerimientos de la NTP 400.037(husos granulométricos).

Luego se determinó el módulo de finura, que es un parámetro que se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices especificados que cumplan con la relación 1:2 desde el tamiz N°100 en adelante hasta el tamaño máximo presente y dividido entre 100.

#### **4.1.2.2. AGREGADO GRUESO**

Agregado Grueso, es aquel que queda retenido en el Tamiz No 4 y proviene de la desintegración natural o mecánica de rocas. (NTP 400.037).

##### **4.1.2.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS**

- I. **PESO UNITARIO:** Se realizó según las indicaciones de la norma NTP 400.017, ASTM C-29/ C-29M.

##### **Selección de equipos y materiales.**

- Balanza que permita lecturas de por lo menos 0.1 % del peso de la muestra.

- Barra compactadora de acero liso circular recta de 5/8" de diámetro y 60 cm de largo.
- Recipiente cilíndrico y de metal suficiente rígido para condiciones duras de trabajo.

#### Preparación de la muestra.

- Para la determinación del peso unitario la muestra deberá de estar completamente mezclada y seca a temperatura ambiente.

#### Procedimiento de ensayo.

**Para el peso unitario suelto**, se llenó el recipiente con una pala hasta rebosar, dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 5cm, por encima del borde superior del recipiente, se eliminó el excedente del agregado con una espátula para equilibrar los vacíos, se determinó la masa del recipiente más su contenido y la masa del recipiente vacío con una exactitud de 5g.

***Peso unitario compactado***, se llenó el recipiente hasta la tercera parte y se niveló la superficie con los dedos, se apisonó la muestra con la barra compactadora mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie, se llenó hasta las  $2/3$  partes del recipiente y se niveló y apisonó con 25 golpes como la manera anterior. Luego se llenó completamente el recipiente hasta rebosar, se golpeó 25 veces con la barra compactadora (varilla de hacer de 16mm de diámetro y 60cm de longitud), se enrasó el recipiente utilizando la barra compactadora como regla y con los dedos para equilibrar los vacíos.

En el apisonado de la primera capa se buscó no tocar el fondo del recipiente con la fuerza de la varilla, en la segunda y tercera capa se evitó traspasar la varilla a la capa anterior, se determinó la masa del recipiente más su contenido y la masa del recipiente vacío.

### **Expresión de los resultados.**

El recipiente se calibró determinado con exactitud el peso del agua requerida para llenarlo a 16.7°C, el factor (F), se obtuvo dividiendo el peso unitario del agua a 16.7°C (1000 kg/m<sup>3</sup>) por el peso del agua a 16.7°C necesario para llenar la medida.

- II. PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN:** Se realizó según las indicaciones de la norma NTP 400.021 y ASTM C 127 para el agregado grueso y la NTP 400.022 y ASTM C 128 para el agregado fino.

### **Selección de equipos y materiales.**

- Balanza con sensibilidad de 0.5 gr y capacidad no menor de 5 kg.
- Cesta de malla de alambre con abertura no mayor de 3mm.
- Depósito adecuado para sumergir la cesta de alambre en agua.
- Estufa capaz de mantener una temperatura de 110°C±5°C.

- Termómetro con aproximación de 0.5°C.

Preparación de la muestra.

Luego de un lavado completo para eliminar el polvo y otras impurezas superficiales de las partículas, se secó la muestra hasta conseguir un peso constante hasta una temperatura de 110°C, y luego se sumergió en agua durante 24 horas, se sacó la muestra del agua y se la hizo rodar sobre un paño absorbente.

Procedimiento de ensayo.

Se obtuvo el peso de la muestra bajo la condición de saturación con la superficie seca, después de pesar se colocó la muestra saturada con superficie seca en la canastilla de alambre, y se determinó su peso en agua, se secó la muestra hasta peso contante a una temperatura de 110°C, se dejó enfriar y se determinó su peso.

**III. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM C-566):** Se realizó según las indicaciones de la norma NTP 339.185

Selección de equipos y materiales.

- Balanza con sensibilidad de 0.1g y cuya capacidad no sea menor de 1kg.
- Recipiente adecuado para colocar la muestra de ensayo.
- Estufa a temperatura de 105°C – 110°C.

Procedimiento de ensayo.

Se colocó la muestra húmeda a ensayar en un depósito adecuado determinándose dicho peso (peso del recipiente + muestra húmeda), se llevó el recipiente con la muestra húmeda a una estufa, para secarla durante 24 horas a una temperatura de 110°C, se pesó el recipiente con la muestra seca (peso recipiente más muestra seca) y se determinó la cantidad de agua evaporada.

**IV. GRANULOMETRÍA:** Según las normas NTP 400.012, ASTM C-136, AASHTOT-27.

Selección de equipos y materiales.

- Balanza con sensibilidad de 1g.

- Juego de tamices conformado por: Para el agregado fino: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100.
- Juego de tamices conformado por: Para el agregado grueso 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8".
- Una estufa capaz de mantener una temperatura de 110°C.
- Taras.
- Recipientes.

Preparación de la muestra.

La cantidad de muestra a ensayar para el agregado grueso debe ser el que corresponda al tamaño máximo de las partículas, para el agregado fino será de acuerdo con lo establecido con la NTP 400.012

Procedimiento de ensayo.

Para el agregado grueso y para el agregado fino: Se colocó el agregado en la estufa a una temperatura de 110°C, hasta conseguir peso constante, se colocó la muestra en la

malla superior del juego de tamices, dispuestos en forma decreciente, según la abertura, se realizó el tamizado en forma manual con movimientos de vaivén hasta observar que no pase de un tamiz a otro. Con esta distribución granulométrica se verificó los requerimientos de la NTP 400.037 (husos granulométricos). Luego se determinó el módulo de finura, que es un parámetro que se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices especificados que cumplan con la relación 1:2 desde el tamiz N°100 en adelante hasta el tamaño máximo presente y dividido entre 100.

#### 4.1.3. CALCULO DE DISEÑO DE MEZCLA

##### 4.1.3.1. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO $f'_{cr}$

La resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la Tabla.

*Tabla 17. resistencia a la compresión Promedio*

$f'_{c}$	$f'_{cr}$
Menos de 210	$f'_{c} + 70$
210 a 350	$f'_{c} + 84$
sobre 350	$f'_{c} + 98$

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López



#### 4.1.3.2. **SELECCIÓN DEL TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO**

La Tabla siguiente presenta las curvas granulométricas que corresponden a tamaños nominales comprendidos entre 2" y 3/8". Esta tabla corresponde a la clasificación de la Norma ASTM C 33.

*Tabla 18. Porcentaje que pasa.*

Tamaño Máximo Nomina	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8
2"	95-100	-	35-70	-	10-30		0-5	
1 1/2"	100	95-100	-	35-70		10-30	0-5	
1"	-	100	95-100	-	25-60		0-10	0-5
3/4"	-	-	100	90-100		20-55	0-10	0-5
1/2"	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5
3/8"	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

Las Normas de Diseño Estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que sea económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y características de la estructura. El ACI 318 y la Norma Técnica de Edificación E. 060.

#### 4.1.3.3. **SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO (SLUMP)**

La consistencia es aquella propiedad del concreto no endurecido que define el grado de humedad de la mezcla. De acuerdo a su consistencia, las mezclas de concreto se clasifican en:

**Tabla 19. Asentamiento (Slump)**

Consistencia	Slump
Seca	0 - 2 pulg
Plástica	3 - 4 pulg
Fluida	>= 5 pulg

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

Se deberán usar las mezclas de la consistencia más densa que puedan ser colocadas eficientemente.

**Tabla 20. Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción**

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ASENTAMIENTO	
	MÁXIMO	MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

#### **4.1.3.4. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA**

La selección del volumen unitario de agua se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debió incorporar a la mezcladora, por unidad cubica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado está al estado seco.

La tabla siguiente ha sido preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI. Ella permitió seleccionar el volumen unitario de agua, para agregados al estado seco, en concretos preparados con y sin aire incorporado; teniendo como factores a ser considerados la

consistencia que se desea para la mezcla y el tamaño máximo nominal del agregado grueso seleccionado.

**Tabla 21. Volumen Unitario de Agua**

Agua en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>Concreto sin aire incorporado</b>								
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	-----
<b>Concreto con aire incorporado</b>								
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	-----

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

#### 4.1.3.5. **CONTENIDO DE AIRE POR M<sup>3</sup>**

**Tabla 22. Contenido de aire atrapado**

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%
<b>Cont. Aire</b>	<b>2.0%</b>

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

#### 4.1.3.6. **RELACIÓN AGUA – CEMENTO**

La relación agua-cemento de diseño, que es el valor a ser seleccionado de las Tablas, se refiere a la cantidad de agua que intervino en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado

superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua. La relación agua-cemento efectiva se refiere a la cantidad de agua de la mezcla cuando se tiene en consideración la condición real de humedad del agregado.

Existen dos criterios (por resistencia, y por durabilidad) para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

**Tabla 23. Relación agua – cemento**

**RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA**

f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos 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	

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

La tabla siguiente es una adaptación confeccionada por el Comité 211 del ACI. Esta tabla de las relaciones

agua-cemento en peso máximas permisibles para diferentes valores de la resistencia promedio, ya sea que se trate de concretos sin o con aire incorporado.

**4.1.3.7. PESO DE CEMENTO POR M3 (FACTOR CEMENTO)**

Conocidos el volumen unitario de agua por unidad de volumen del concreto y la relación agua-cemento seleccionada, se pudo determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto mediante el simple expediente de dividir el volumen unitario de agua, expresado en litros por metro cubico, entre la relación agua-cemento, obteniéndose el número de kilos de cemento de la unidad cúbica de concreto.

**4.1.3.8. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO POR M3**

*Tabla 24. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino. ( b / bo )			
	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	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1 / 2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

La elaborada por el Comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. Ello permitió obtener un coeficiente  $b/b_0$  resultante de la división del peso seco del agregado grueso requerido por la unidad cúbica de concreto entre el peso unitario seco y varillado del agregado grueso expresado en  $kg/cm^3$ .

#### **4.1.3.9. AJUSTE POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

El agua de mezclado incorporada a la mezcladora deberá ser algebraicamente reducida en un volumen igual a la humedad superficial o humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal al contenido de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción.

- calculo de los pesos húmedos

$$Ag\_fino = Peso\_seco * (1 + CH)$$

$$Ag\_grueso = Peso\_seco * (1 + CH)$$

- Calculo de los aportes por humedad

$$\%C.H. - \%Abs$$

$$Agua\_Efectiva = Agua - Correccion$$

#### 4.1.4. % DE ADITIVO ACELERANTE EN EL DISEÑO DEL CONCRETO

*Tabla 25. Porcentaje de Aditivo Acelerante por grupo de estudio*

PORCENTAJE DE PET POR GRUPO DE ESTUDIO	
GRUPO 1	0%
GRUPO 2	1%
GRUPO 3	2%
GRUPO 4	3%
GRUPO 5	4%

Fuente: Propio.

#### 4.1.5. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Colocación de la Muestra: Se colocó el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior. Se limpió con un paño las superficies de los bloques superior e inferior y se colocó el espécimen sobre el bloque inferior.

Se alineó cuidadosamente el eje del espécimen con el centro de presión del bloque superior. El bloque con rótula se tuvo que rotar inmediatamente antes de proceder al ensayo, para asegurar la libertad de movimiento requerida. Antes de ensayar el espécimen se debió verificar que el indicador de carga esté ajustado en cero.

Velocidad de Carga: Se aplicó la carga continuamente sin golpes bruscos. La carga se debió aplicar a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga comprendida en el rango de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s ( $35 \pm 7$  psi/s).

La velocidad escogida se tuvo que mantener, al menos, durante la segunda mitad del ciclo de ensayo, para la fase de carga prevista. Sin embargo, no se deberá ajustar la velocidad de movimiento a medida que se está alcanzando la carga última y la tasa de aplicación de carga decrece debido al agrietamiento del cilindro.

## 4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 4.2.1. ESTUDIO GENERALES

#### 6.2.1.1. AGREGADO

Tabla 26. Granulometría de Agregado Fino

DATOS DE LA MUESTRA							
MUESTRA	AGREGADO FINO		Nº DE ENSAYO 1			Peso inicial seco : 3000.00 g	
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Nº 4	4.750	76.40	2.5	2.55	97.45	95 100	Tamaño máximo = ----
Nº 8	2.380	59.26	2.0	4.52	95.48	80 100	Tamaño Máximo Nominal = ----
Nº 16	1.190	400.34	13.3	17.87	82.13	50 85	Modulo de Fineza = 2.56
Nº 30	0.595	1079.94	36.0	53.86	46.14	25 60	OBSERVACIONES:
Nº 50	0.297	817.66	27.3	81.12	18.88	5 30	
Nº 100	0.148	452.76	15.1	96.21	3.79	0 10	
FONDO	0.000	113.64	3.8	100.00	0.00		

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

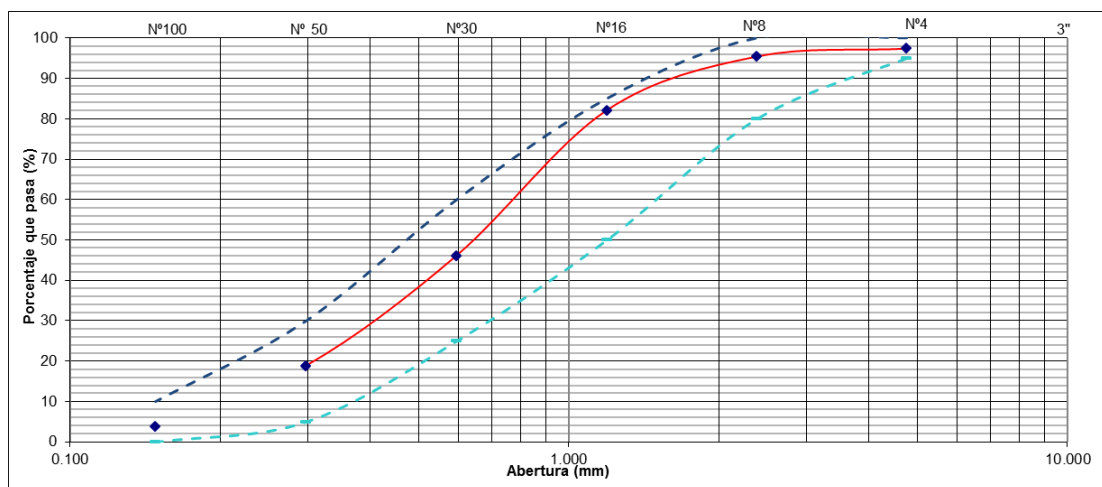


Gráfico 2. Granulometría de Agregado Fino

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto



**Tabla 27. Contenido de Humedad - Agregado Fino**

AGREGADO FINO			
ENSAYO N° 01			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		1	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	99.70	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	97.90	g
PESO DEL TARRO	gr	37.12	g
PESO DE AGUA	gr	1.80	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	60.78	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.962%	%
PROMEDIO		2.96%	

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

**Tabla 28. Peso Unitario Suelto - Agregado Fino**

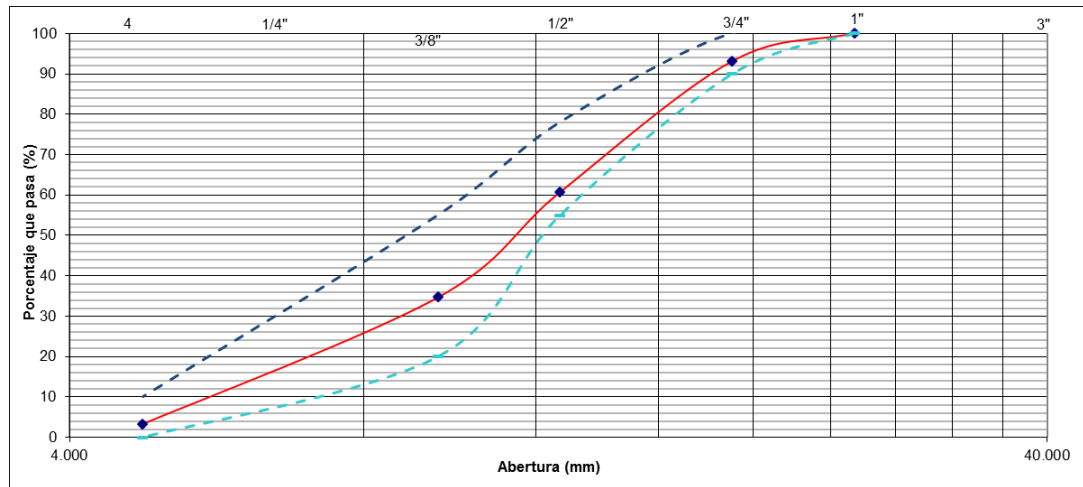
AGREGADO FINO							
PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	4.20	4.20	4.20	
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	5.69	5.68	5.67	
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	1.49	1.49	1.48	
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.001	0.001	0.001	
CALCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1627	1623	1612	1620.75

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

**Tabla 29. Granulometría de Agregado Grueso**

DATOS DE LA MUESTRA							
MUESTRA	AGREGADO GRUESO	N° DE ENSAYO 1				Peso inicial seco : 3000 g	
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	HUSO NTP 400.037	
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO QUE PASA			
1"	25.400	0.00	0.0	0.00	100.00	100	Tamaño máximo = 1"
3 / 4"	19.050	206.00	6.9	6.87	93.13	90	Tamaño Máximo Nominal = 3 / 4"
1 / 2"	12.700	972.30	32.4	39.27	60.73	55	Modulo de Fineza = 6.69
3 / 8"	9.525	781.30	26.0	65.31	34.69	20	
N° 4	4.750	940.70	31.4	96.67	3.33	0	
FONDO		100.00	3.3	100.00	0.00	10	

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto



**Gráfico 3. Granulometría de Agregado Grueso**  
Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

**Tabla 30. Contenido de Humedad - Agregado Grueso**

AGREGADO GRUESO			
ENSAYO N° 01			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		2	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	111.90	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	111.80	g
PESO DEL TARRO	gr	37.10	g
PESO DE AGUA	gr	0.10	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	74.70	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.134%	%

PROMEDIO	0.13%
----------	-------

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

**Tabla 31. Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso**

AGREGADO FINO							
PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	4.20	4.20	4.20	
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	5.84	5.85	5.86	
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	1.64	1.65	1.66	
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.001	0.001	0.001	
CALCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1788	1800	1816	1801.48

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

## 6.2.1.2. DISEÑO DE MEZCLA

Tabla 32. Diseño de Mezcla.

### PASOS DEL DISEÑO

#### 1. Determinación de la Resistencia Promedio $f'_{cr}$

$f'_{c}$	$f'_{cr}$
	236.8
	221.6

$f'_{cr}$  294 kg/cm<sup>2</sup>

a) Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 1 o el Método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las formulas siguientes usando la desviación estándar "s" calculada.

$$f'_{cr} = f'_{c} + 1.34s \dots\dots\dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_{c} + 2.33s - 35 \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

s = Desviación estándar, en kg/cm<sup>2</sup>

b) Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizara la Tabla 2.2 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

TABLA 2.2. Resistencia a la compresión promedio.

$f'_{c}$	$f'_{cr}$
Menos de 210	$f'_{c} + 70$
210 a 350	$f'_{c} + 84$
Sobre 350	$f'_{c} + 98$

#### 2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO

TMN  19.05 mm

#### 3. Selección del Asentamiento (SLUMP)

Consistencia	Slump
Seca	0 - 2 pulg
Plastica	3 - 4 pulg
Fluida	>= 5 pulg

Slump 4 pulg 101.6 mm

#### 4. Determinación del Contenido de Agua

TABLA 01

##### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en litros, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	.....
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	.....

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Agua 205.00 Litros

#### 5. Contenido de Aire por M3

##### CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

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

#### 6. Relacion Agua - Cemento

x0 300 0.55 y0  
 x 294 0.5584 yx  
 x1 250 0.62 y1

Agua/Cemento 0.558

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

##### RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

$f'_{c}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos 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	

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

#### 7. Peso de Cemento por M3 (Factor Cemento)

Cemento 367.12 kg/m<sup>3</sup>

8.6 bolsas/m<sup>3</sup>

$$C = \frac{a}{c} \frac{1}{\text{Agua}}$$

8. Contenido de Agregado Grueso por M3

TABLA 04

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finura del fino. (l./bo.)

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	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	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Vol.Agr.Grueso 0.600 m3

$$PESO\_A.G. = Vol\_A.G. * P.U.C$$

Peso A.G.seco 933.00 kg/m3

9. Calculo de Volúmenes Absolutos

Cemento	0.130	m3
Agua	0.205	m3
Aire	0.020	m3
Agr. Grueso	0.359	m3
Volumen	0.714	m3

10. Contenido de Agregado Fino por M3

$$Peso\_A.F. = Vol\_A.F. * PEmasa$$

Vol.Agr.Fino 0.286 m3  
Agr.Fino Seco 757.819 kg/m3

$$Vol.Agr.Fino = 1 - V.A.C.$$

11. VALORES DE DISEÑO DE MEZCLAS PARA MATERIALES SECO

Cemento	367.120	kg/m3
Agua	205.000	lt/m3
Agr. Fino	757.819	kg/m3
Agr. Grueso	933.000	kg/m3

12. Correccion por Humedad del Agregado

calculo de los pesos humedos

Ag fino=	780.25	kg/m3	$Ag\_fino = Peso\_seco * (1 + CH)$
Ag grueso=	934.21	kg/m3	$Ag\_grueso = Peso\_seco * (1 + CH)$

Calculo de los aportes por humedad

$$\%C.H. - \%Abs$$

AGREGADO	Peso	Cont. Hum.	Absorcion	Var. Peso	
Agr. Fino	757.819	2.96	2.67	2.20	lt/m3
Agr. Grueso	933.000	0.13	1.33	-11.20	lt/m3
			quita agua	-9.00	lt/m3

Agua efectiva= 214.00 Litros

$$Agua\_Efectiva = Agua - Correccion$$

13. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento	367.120	kg/m3
Agua	213.998	lt/m3
Agr. Fino	780.250	kg/m3
Agr. Grueso	934.213	kg/m3

8.64 bls

14. Relacion en Peso

$$\frac{C}{C} = \frac{Peso\_A.G.}{C} + \frac{Peso\_A.F.}{C}$$

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA
1	2.13	2.54	24.77

15. Peso por tanda de saco

42.5 peso de 1 bolsa de cemento

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA
42.5	90.33	108.15	24.77
kg/saco	kg/saco	kg/saco	l/saco

16. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS PARA EL VACIADO DE 6 PROBETAS

Volumen 0.039760782  $\pi(d/2)^2 \cdot h$

Cemento	14.597
Agua	8.509
Agr. Fino	31.023
Agr. Grueso	37.145

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

### 6.2.1.3. ENSAYO CALORIMÉTRICO

Tabla 33. Resultados de Ensayo Colorimétrico – Sika 3

TIEMPO	PATRON	TEMPERATURA °c	
		3%	4%
0	Hora	28.1	24.7
1	Hora	27.8	24.4
2	Hora	27.4	24.5
3	Hora	28	24.7
4	Hora	28	24.9
5	Hora	28	25.4
6	Hora	27.9	26
7	Hora	27.9	26.2

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

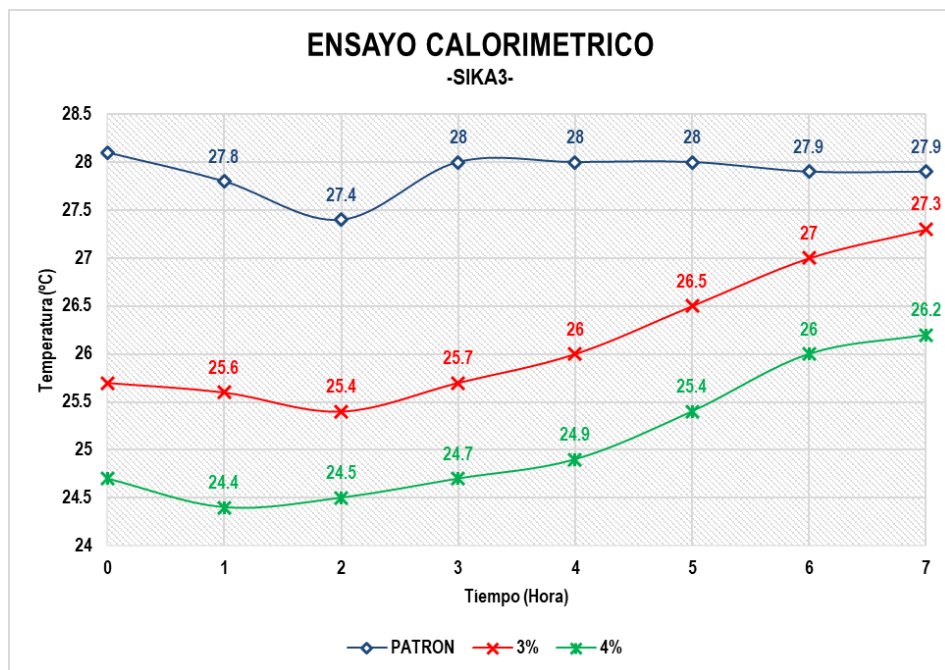


Grafico 4. Resultados de Ensayo Colorimétrico – Sika 3

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

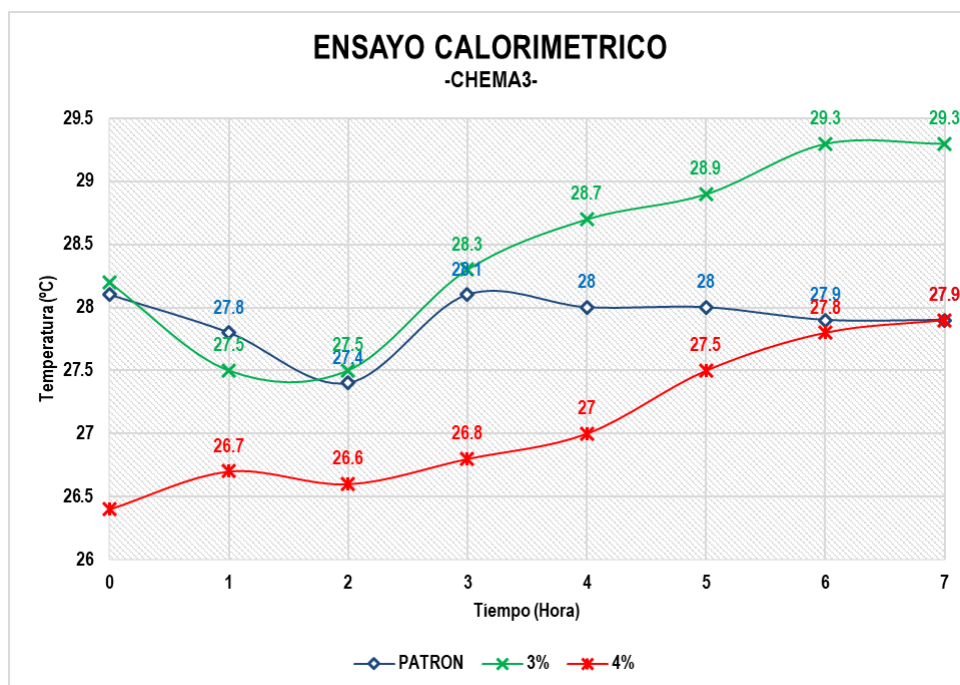
En el Gráfico N° 04; nos muestra tres curvas para el aditivo SIKA 3 las de color azul es la muestra patrón la de color rojo es al 3 % y la curva verde es a 4% donde se aprecian el tiempo fraguado en segundos y la temperatura en Celsius.

- La curva azul es la muestra patrón se puede ver cumple con la función e hidratación de cemento. Cumple como toda curva de calorimetría, por el cual tiene etapa de disolución, la segunda de durmiente y la tercera en la cual nos enfocaremos zona de inicio y fraguado del concreto.
- La curva roja es el aditivo, pero al 3 %. La curva roja se puede apreciar que también tiene la fase de disolución y la fase también durmiente la tercera fase de fraguado esta relacionados hablaremos de la fase del 3 % se puede apreciar que la fase le toma más tiempo de lo normal.
- La curva verde es del 4% se puede ver claramente que tiene una pendiente demasiado lenta la cual la fase durmiente es demasiado alta.

**Tabla 34.** Resultados de Ensayo Colorimétrico – Chema 3

TIEMPO	PATRON	TEMPERATURA °c		
		PATRON	3%	4%
0	Hora	28.1	28.2	26.4
1	Hora	27.8	27.5	26.7
2	Hora	27.4	27.5	26.6
3	Hora	28.1	28.3	26.8
4	Hora	28	28.7	27
5	Hora	28	28.9	27.5
6	Hora	27.9	29.3	27.8
7	Hora	27.9	29.3	27.9

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto



**Gráfico 5.** Resultados de Ensayo Colorimétrico – Chema 3

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

En el Gráfico N° 05; apreciamos tres curvas para el aditivo CHEMA 3 las de color azul es la muestra patrón la de color rojo es al 3 % y la curva verde es a 5% donde se aprecian el tiempo fraguado en segundos y la temperatura en Celsius.

### 6.2.1.4. ENSAYO DE AGUJA VICAT

En la Tabla 35 y Grafico 6, se obtuvo del ensayo de aguja vicat para diferentes porcentajes de aditivo en este caso se utilizó SIKa 3 la cual las curvas fueron diferentes con colores para mejor apreciación en los cambios de estado del cemento.

Tabla 35. Resultados de Ensayo Aguja Vicat – Sika 3

TIEMPO		PENETRACION (MM)				
		PATRON	1%	2%	3%	4%
50	Minutos	0	0	0	2	3
70	Minutos	2	5	7	9	13
90	Minutos	8	10	12	15	19
110	Minutos	14	16	19	23	27
130	Minutos	20	25	31	38	45
150	Minutos	28	33	40	48	
170	Minutos	38	42	46		

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

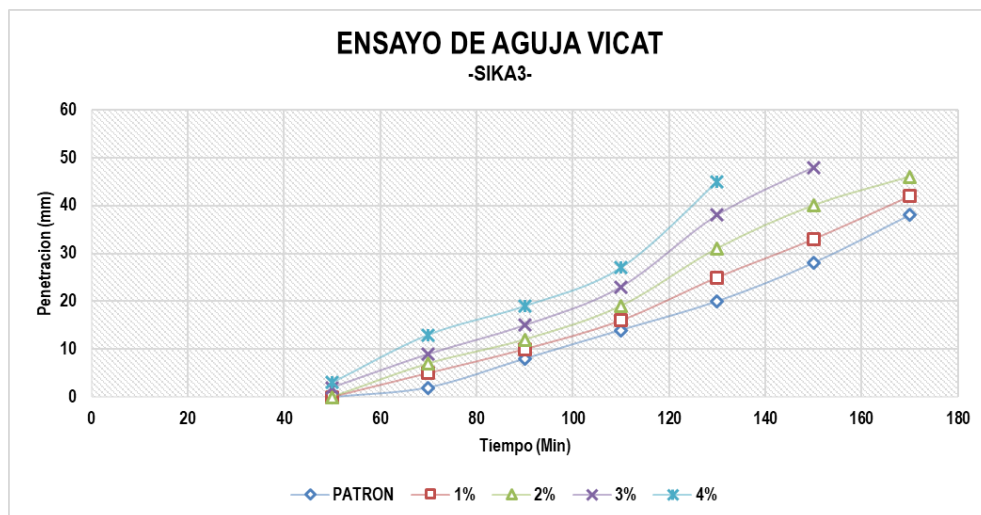


Grafico 6. Curva de Penetración Vs Tiempo – Sika 3

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

En la Tabla 36 y Grafico 7, se obtuvieron las curvas para otro tipo de aditivo en este caso se utilizó CHEMA

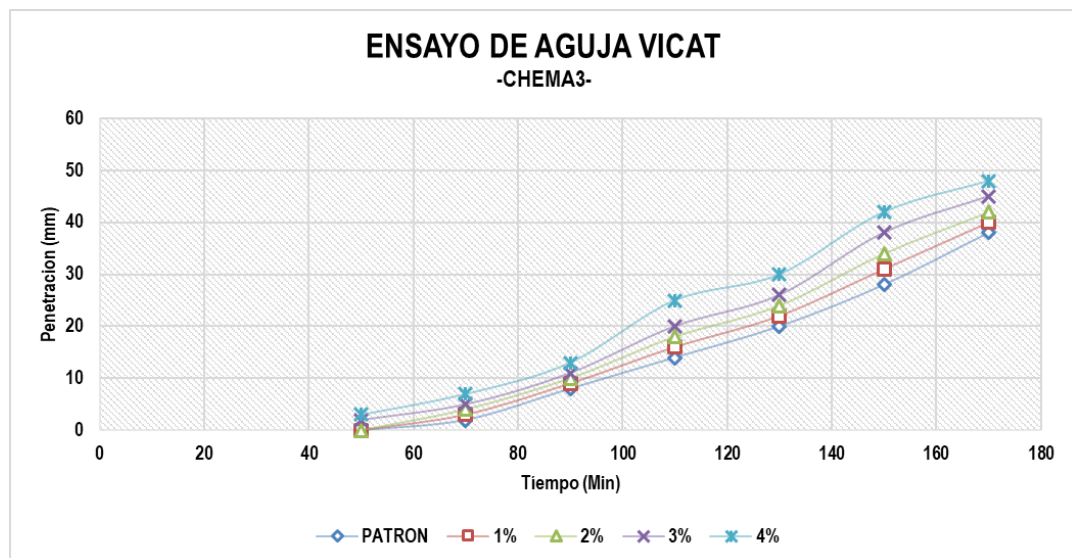


3 la cual se puso en diferente color para mejor apreciación de los estados del fraguado en las curvas.

**Tabla 36.** Resultados de Ensayo Aguja Vicat – Chema 3

TIEMPO		PENETRACION (MM)				
		PATRON	1%	2%	3%	4%
50	Minutos	0	0	0	2	3
70	Minutos	2	3	4	5	7
90	Minutos	8	9	10	11	13
110	Minutos	14	16	18	20	25
130	Minutos	20	22	24	26	30
150	Minutos	28	31	34	38	42
170	Minutos	38	40	42	45	48

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto



**Gráfico 7.** Curva de Penetración Vs Tiempo – Chema 3

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

En los Gráficos 6 y 7, se ha representado la resistencia a la penetración en mm de la aguja vicat a lo largo del tiempo en minutos de una pasta fabricada con cemento portland y aditivos a diferentes porcentajes en dichas curvas se puede observar tres zonas perfectamente

diferenciadas cuando la penetración es total el sistema está en estado plástico en esta etapa la mezcla está en el proceso de hidratación y formación de la membrana que cubre al silicato tricálcico, al añadir el aditivo esta curva acelera el proceso de hidratación y empezaría un fraguado más rápido que la del patrón si lo normal es que tome de 1 a 3 horas en las curvas se observa que ocurre algo 40 a 50 minutos, se puede observar que empieza la resistencia a la penetración en menos tiempo al cual da origen al fraguado y donde la curva toma una pendiente alta finaliza el fraguado en algunas curvas se produce rápidamente y otras les toma tiempo, pasado el tiempo de fraguado la curva toma una pequeña loma la cual empieza la etapa de endurecimiento la pasta se hace rígida la muestra patrón toma esta forma cuando transcurre dos horas y media las demás curvas les toma menos tiempo.

#### **6.2.1.5. ENSAYO DE ROTURA**

El procedimiento que indica la norma ASTM C39, consiste en la aplicación de una carga axial, suministrada por una máquina de compresión, que no genere ningún impacto sobre la probeta. Para el

ensayo se utilizaron probetas cilíndricas elaboradas y curadas de acuerdo a la metodología.

$$f'c = \frac{\text{Carga última registrada (Kg)}}{\text{Área de la Sección Transversal (cm}^2\text{)}}$$

Para definir la variación o la influencia que tiene la temperatura de curado en la resistencia del concreto y en sus propiedades mecánicas, se procedió a realizar un ensayo de compresión para cada una de las siguientes edades de curado: 7, 14 y 28 días, para lo cual se estableció una curva de endurecimiento, en función de la edad de curado y de la carga última registrada en la rotura.

**Tabla 37.** Resistencia a la Compresión de Concreto Patrón (7 Días)

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm <sup>2</sup>			
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA A (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO
PA1	07/10/2019	14/10/2019	7	29740	163.89	78.04%	164.05
PA2	07/10/2019	14/10/2019	7	30950	164.02	78.11%	
PA3	07/10/2019	14/10/2019	7	31190	164.23	78.21%	

Fuente. Propia

**Tabla 38.** Resistencia a la Compresión Concreto 1% de SIKA

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm <sup>2</sup>		1% SIKA	
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO
PT1-1	08/10/2019	15/10/2019	7	31140	175.05	83.36%	174.97
PT1-2	08/10/2019	15/10/2019	7	31890	173.45	82.60%	
PT1-3	08/10/2019	15/10/2019	7	32860	176.42	84.01%	

Fuente. Propia

**Tabla 39. Resistencia a la Compresión Concreto 2% de SIKA**

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm <sup>2</sup>		2%		SIKA	
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO		
PT2-1	09/10/2019	16/10/2019	7	33140	185.06	88.12%	185.10		
PT2-2	09/10/2019	16/10/2019	7	33390	185.23	88.20%			
PT2-3	09/10/2019	16/10/2019	7	33130	185.00	88.10%			

Fuente. Propia

**Tabla 40. Resistencia a la Compresión Concreto 3% de SIKA**

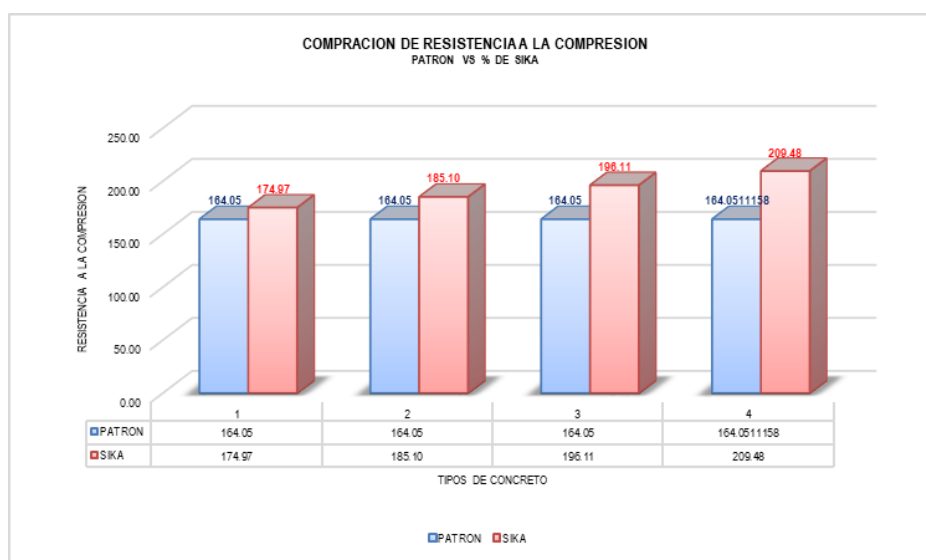
RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm <sup>2</sup>		3%		SIKA	
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO		
PT3-1	10/10/2019	17/10/2019	7	35170	196.39	93.52%	196.11		
PT3-2	10/10/2019	17/10/2019	7	35290	195.77	93.22%			
PT3-3	10/10/2019	17/10/2019	7	35130	196.17	93.41%			

Fuente. Propia

**Tabla 41. Resistencia a la Compresión Concreto 4% de SIKA**

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm <sup>2</sup>		4%		SIKA	
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO		
PT4-1	11/10/2019	18/10/2019	7	37470	209.24	99.64%	209.48		
PT4-2	11/10/2019	18/10/2019	7	37790	209.63	99.83%			
PT4-3	11/10/2019	18/10/2019	7	37530	209.57	99.80%			

Fuente. Propia



**Grafico 8. Resistencia a la Compresión Concreto Patrón Vs Aditivo %SIKA**

Fuente. Propia

**Tabla 42.** Resistencia a la Compresión Concreto 1% de CHEMA

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm <sup>2</sup>		1%		CHEMA
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO	
PT1-1B	08/10/2019	15/10/2019	7	31190	175.33	83.49%	174.99	
PT1-2B	08/10/2019	15/10/2019	7	31870	173.34	82.54%		
PT1-3B	08/10/2019	15/10/2019	7	32840	176.31	83.96%		

Fuente. Propia

**Tabla 43.** Resistencia a la Compresión Concreto 2% de CHEMA

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm <sup>2</sup>		2%		CHEMA
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO	
PT2-1B	09/10/2019	16/10/2019	7	32140	179.47	85.46%	179.52	
PT2-2B	09/10/2019	16/10/2019	7	32390	179.68	85.56%		
PT2-3B	09/10/2019	16/10/2019	7	32130	179.42	85.44%		

Fuente. Propia

**Tabla 44.** Resistencia a la Compresión Concreto 3% de CHEMA

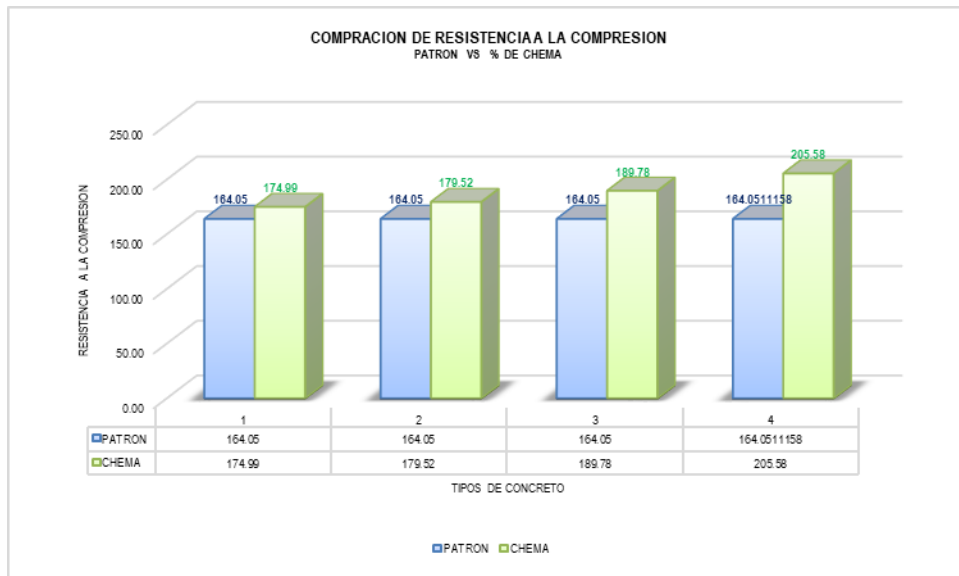
RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm <sup>2</sup>		3%		CHEMA
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO	
PT3-1B	10/10/2019	17/10/2019	7	33960	189.64	90.30%	189.78	
PT3-2B	10/10/2019	17/10/2019	7	34290	190.22	90.58%		
PT3-3B	10/10/2019	17/10/2019	7	33930	189.47	90.22%		

Fuente. Propia

**Tabla 45.** Resistencia a la Compresión Concreto 3% de CHEMA

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm <sup>2</sup>		4%		CHEMA
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO	
PT4-1B	11/10/2019	18/10/2019	7	36870	205.89	98.04%	205.58	
PT4-2B	11/10/2019	18/10/2019	7	37090	205.75	97.98%		
PT4-3B	11/10/2019	18/10/2019	7	36730	205.11	97.67%		

Fuente. Propia



**Grafico 9.** Resistencia a la Compresión Concreto Patrón Vs Aditivo %CHEMA  
Fuente. Propia

**Tabla 46.** Resistencia a la Compresión de % de Aditivo

% DE ADITIVO	N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO
0	PA1	07/10/2019	14/10/2019	7	163.89	164.05
	PA2	07/10/2019	14/10/2019	7	164.02	
	PA3	07/10/2019	14/10/2019	7	164.23	
1%	PT1-1	08/10/2019	15/10/2019	7	175.05	174.97
	PT1-2	08/10/2019	15/10/2019	7	173.45	
	PT1-3	08/10/2019	15/10/2019	7	176.42	
2%	PT2-1	09/10/2019	16/10/2019	7	185.06	185.10
	PT2-2	09/10/2019	16/10/2019	7	185.23	
	PT2-3	09/10/2019	16/10/2019	7	185.00	
3%	PT3-1	10/10/2019	17/10/2019	7	196.39	196.11
	PT3-2	10/10/2019	17/10/2019	7	195.77	
	PT3-3	10/10/2019	17/10/2019	7	196.17	
4%	PT4-1	11/10/2019	18/10/2019	7	209.24	209.48
	PT4-2	11/10/2019	18/10/2019	7	209.63	
	PT4-3	11/10/2019	18/10/2019	7	209.57	
1%	PT1-1B	08/10/2019	15/10/2019	7	175.33	174.99
	PT1-2B	08/10/2019	15/10/2019	7	173.34	
	PT1-3B	08/10/2019	15/10/2019	7	176.31	
2%	PT2-1B	09/10/2019	16/10/2019	7	179.47	179.52
	PT2-2B	09/10/2019	16/10/2019	7	179.68	
	PT2-3B	09/10/2019	16/10/2019	7	179.42	
3%	PT3-1B	10/10/2019	17/10/2019	7	189.64	189.78
	PT3-2B	10/10/2019	17/10/2019	7	190.22	
	PT3-3B	10/10/2019	17/10/2019	7	189.47	
4%	PT4-1B	11/10/2019	18/10/2019	7	205.89	205.58
	PT4-2B	11/10/2019	18/10/2019	7	205.75	
	PT4-3B	11/10/2019	18/10/2019	7	205.11	

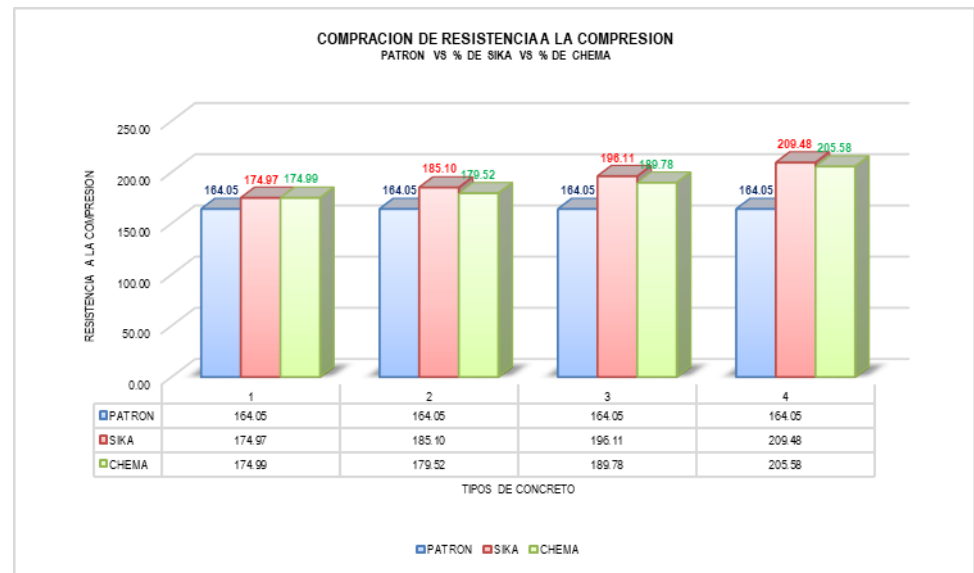
Fuente. Propia

### 4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### 4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.

Mediante el incremento del porcentaje y el aditivo adecuado se incrementará la resistencia a la compresión a edades 7 días en la fabricación de un concreto de rápido fraguado.

#### 4.3.2. PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.



**Grafico 10.** Resistencia a la Compresión Concreto Patrón Vs Aditivo %CHEMA Vs Aditivo %SIKA

Fuente. Propia

Al realizar el análisis de la resistencia a la compresión mediante el diseño de concreto y el incremento del porcentaje del aditivo acelerante de tipo SIKA3 y CHEMA 3, el concreto desarrollo un fraguado rápido y tiene una incidencia en el desarrollo de la resistencia a la compresión; Por el cual se verifica la validez de la hipótesis general planteada.

#### **4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Para llevar a cabo este ensayo se ha tomado una muestra de dos tipos de aditivos (SIKA3 y CHEMA3), por porcentaje de adición de aditivo se desarrolló 3 probetas, con una edad de 7 días; de los datos obtenidos en el ensayo correspondiente a la influencia del porcentaje de aditivo acelerante en la resistencia a la compresión del concreto, se puede señalar que:

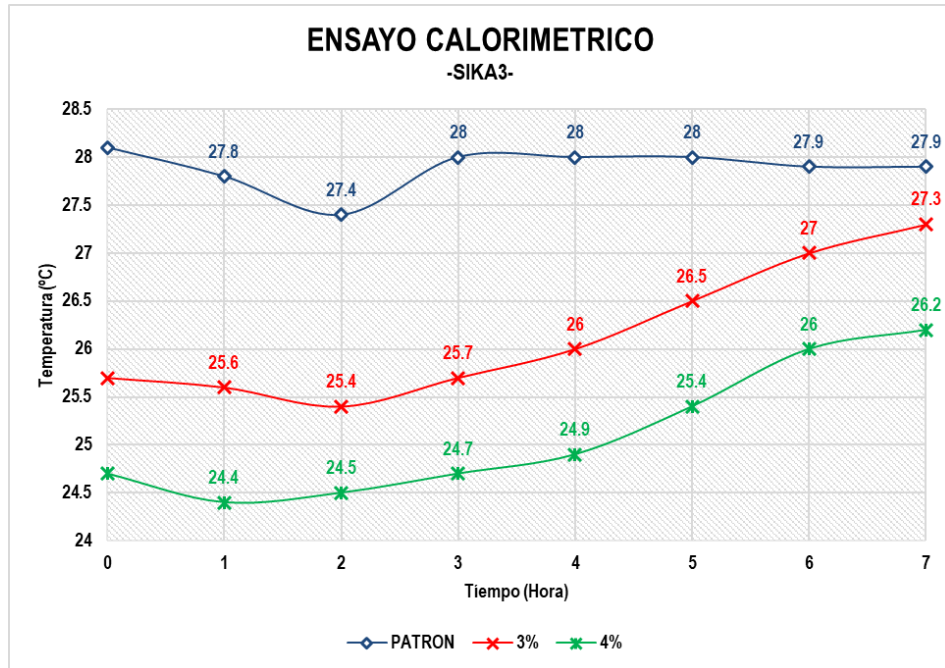
Una vez calculados los valores de resistencia a compresión ( $f'_c$ ) de cada probeta ensayada, se realizó un análisis estadístico de los mismos: se determinó la desviación estándar de cada serie de datos y se estableció un rango de valores en función de la media aritmética, de esta manera se eliminaron los valores atípicos que afectaban los resultados.

Los valores obtenidos en cada ensayo han sido tabulados para obtener el módulo secante de elasticidad y la relación de Poisson experimentales aplicando la metodología detallada en los apartados.

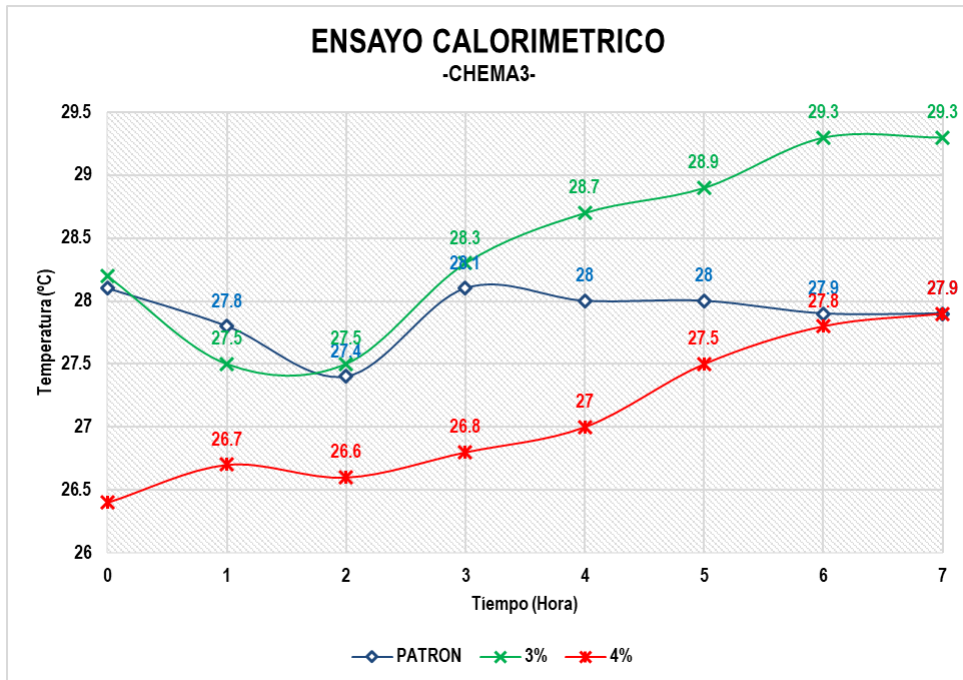


# CONCLUSIONES

Mediante el desarrollo de la presente se llega a las siguientes conclusiones:



**Grafico 11.** Resultados de Ensayo Colorimétrico – Sika 3  
Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto



**Grafico 12.** Resultados de Ensayo Colorimétrico – Chema 3  
Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

En el Gráfico N° 11 y 12; nos muestra tres curvas para el aditivo SIKA 3 las de color azul es la muestra patrón la de color rojo es al 3 % y la curva verde es a 4% donde se aprecian el tiempo fraguado en segundos y la temperatura en Celsius.

- La curva azul es la muestra patrón se puede ver cumple con la función e hidratación de cemento. Cumple como toda curva de calorimetría, por el cual tiene etapa de disolución, la segunda de durmiente y la tercera en la cual nos enfocaremos zona de inicio y fraguado del concreto.
- La curva roja es el aditivo, pero al 3 %. La curva roja se puede apreciar que también tiene la fase de disolución y la fase también durmiente la tercera fase de fraguado esta relacionados hablaremos de la fase del 3 % se puede apreciar que la fase le toma más tiempo de lo normal.
- La curva verde es del 4% se puede ver claramente que tiene una pendiente demasiado lenta la cual la fase durmiente es demasiado alta.

Se concluyó que el aditivo sika lleva la curva hacia la izquierda acelerando el tiempo de fragua bajando de dos horas a una hora y media asta 50 minutos como se observa en la gráfica el 5% es un ejemplo de aquello.

Se logró determinar que los dos aditivos acelerantes SIKA 3 y CHEMA 3 influyen incrementando la resistencia a la compresión de un concreto elaborado con cemento I a 7 días de curado, logrando alcanzar la resistencia máxima cuando el concreto presenta 4% de aditivo.

## RECOMENDACIONES

- Analizar la influencia de los aditivos acelerantes a edad de 28 días para analizar posibles variaciones en la resistencia del concreto a edades mayores.
- Evaluar cómo influirá el uso de un aditivo SIKA 3 en su resistencia a la compresión de un concreto elaborado con distintos tipos de cementos.
- En el caso de estudios experimentales se recomienda fabricar un mínimo de 5 probetas para cada ensayo, con la finalidad de realizar un análisis estadístico que permita descartar valores atípicos que se encuentren fuera del rango que establece la desviación estándar.
- Evaluar la porosidad del concreto aplicando los aditivos sika 3 y Chema 3 en la resistencia del concreto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abanto, F. (2011). Tecnología del Concreto. Editorial San Marcos. Lima. 15-17.
- Arroyo Escudero, Jesús (2008). Estudio de las propiedades del concreto con un aditivo acelerante de alto poder que mejora la performance de la resistencia y fraguado utilizando cemento portland tipo I. Lima. 1.10
- BASF The Chemical Company (2008). Vaciado de concreto en climas frios. Bolentin técnico. 1-2.
- Castaldo V. (2000). Estudio de las propiedades del concreto endurecido con distintos aditivos en el mercado Colombiano. Tesis de investigación para obtener el grado de ingeniero Civil. 12-15.
- Constain CL. (1999). Tecnología del concreto premezclado. Construcción y Tecnología. 1-9.
- Gómez Ari, Iber (2009). Efectos sobre las propiedades del concreto por el uso de dos aditivos, un acelerante de fragua y un plastificante. 3-14.
- Martínez R. (2009). Calidad de dos bancos de agregados para concreto, en el departamento de Chiquimula". Tesis para optar el título de Ing. Civil. Guatemala. 5-8
- ACI Committee 318. (2005). Requisitos de reglamento para concreto estructural. Estados Unidos: American Concrete Institute.
- Alexander, M. (1996). Aggregates and the deformation properties of concrete. Vancouver: ACI.

- American Society for Testing and Materials . (2005). Standard Test Method for Compressive Strength of Cilindrical Concrete Specimens (ASTM C39 - 05). Philadelphia : ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2008). Standard Specification for Aggregates. (ASTM C 33 - 08). Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2009). Standard Specification for Blended Hydraulic Cements . Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2009). Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weigh") and Voids in Aggregate. (ASTM C 29 09). Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2010). Standard Test Method for Air Concrete of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method. (ASTM C 231 - 10). Philadelphia : ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2011). Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cilindrical Concrete Specimens. (ASTM C 496 11) . Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2011). Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hidraulic - Cement Concrete. (ASTM C 1064 - 11) . Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2014). Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete. (ASTM C 172 - 14). West Conshohocken: ASTM.

## **ANEXOS**



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO**  
NTP 339.185 / ASTM C-566

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>			
<b>OBRA:</b>	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	<b>RESPONSABLE</b>	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		<b>ING.RESP.</b>	: Ing. Eric CHAVEZ RIOS
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	<b>FECHA</b>	: 05/09/2019
<b>UBICACIÓN:</b>	Yanahuanca - Pasco - Pasco	<b>FORMATO</b>	: CH-01

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
<b>TIPO DE AGREGADO</b>	: <b>AGREGADO FINO</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	: Yanahuanca - Pasco - Pasco

<b>AGREGADO FINO</b>			
<b>ENSAYO Nº 01</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Nº DE TARRO		1	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	99.70	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	97.90	g
PESO DEL TARRO	gr	37.12	g
PESO DE AGUA	gr	1.80	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	60.78	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.962%	%

<b>PROMEDIO</b>	<b>2.96%</b>
-----------------	--------------



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**NTP 400.012**

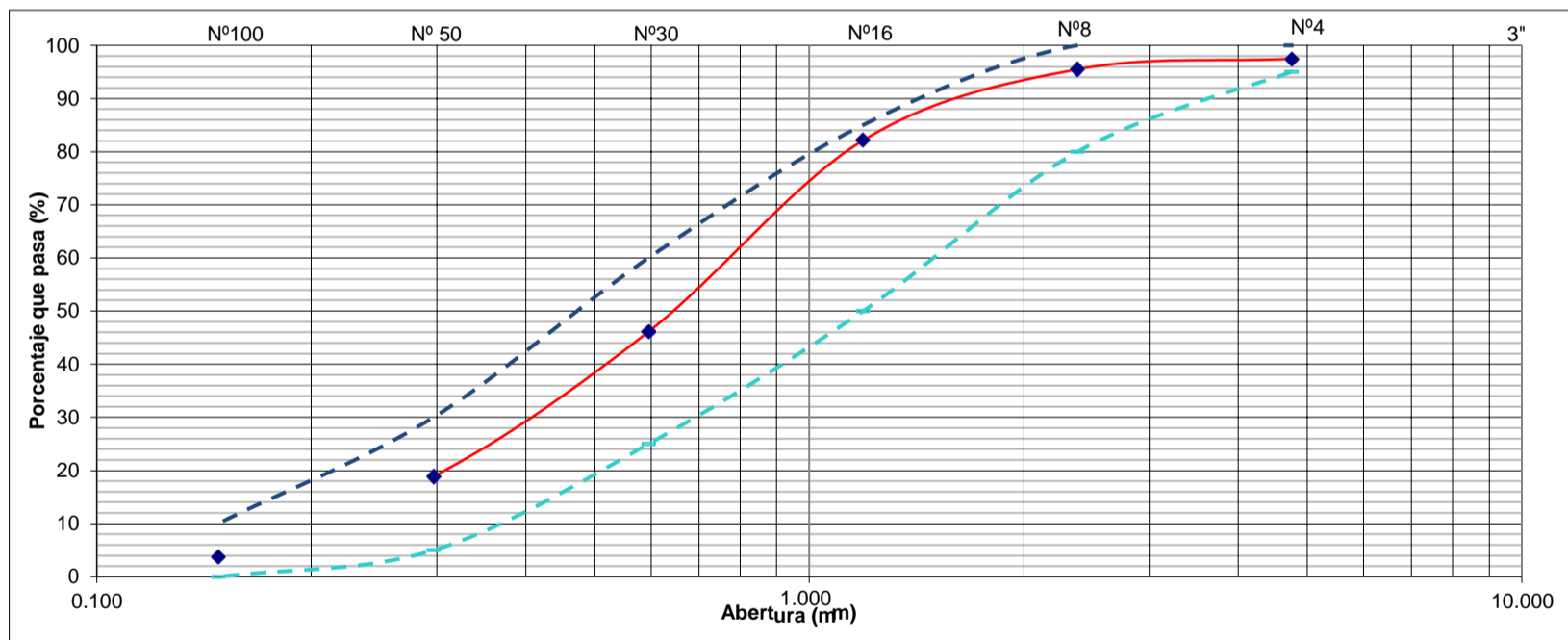
**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

<b>TESIS:</b>	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	<b>RESPONSABLE</b>	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		<b>ING.RESP.</b>	: Ing. Eric CHAVEZ RIOS
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	<b>FECHA</b>	: 05/09/2018
<b>CANTERA:</b>	Yanahuanca - Pasco - Pasco	<b>FORMATO</b>	: GT-01

**DATOS DE LA MUESTRA**

MUESTRA	AGREGADO FINO	Nº DE ENSAYO				1		Peso inicial seco	:	3000.00	g
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
Nº 4	4.750	76.40	2.5	2.55	97.45	95 100	Tamaño maximo = ----				
Nº 8	2.380	59.26	2.0	4.52	95.48	80 100	Tamaño Maximo Nominal = ----				
Nº 16	1.190	400.34	13.3	17.87	82.13	50 85	Modulo de Fineza = 2.56				
Nº 30	0.595	1079.94	36.0	53.86	46.14	25 60	OBSERVACIONES:				
Nº 50	0.297	817.66	27.3	81.12	18.88	5 30					
Nº 100	0.148	452.76	15.1	96.21	3.79	0 10					
FONDO	0.000	113.64	3.8	100.00	0.00						

**CURVA GRANULOMETRICA**







**PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO**  
**NTP 400.022**

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

<b>OBRA:</b>	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	<b>RESPONSABLE</b>	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	<b>ING.RESP.</b>	Ing. Eric CHAVEZ RIOS
<b>UBICACIÓN:</b>	Yanahuanca - Pasco - Pasco	<b>FECHA</b>	05/09/2019
		<b>FORMATO</b>	DAG-01

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TIPO DE AGREGADO</b>	:	<b>AGREGADO FINO</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	:	Yanahuanca - Pasco - Pasco

**AGREGADO FINO**

**PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)**

N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	4.20	4.20	4.20	
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	5.69	5.68	5.67	
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	1.49	1.49	1.48	
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.001	0.001	0.001	

**CALCULO**

5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1627	1623	1612	1620.75
---	-------------------------------	---------	-------------------	------	------	------	---------



## PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO

NTP 400.022

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA:</b>	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	<b>RESPONSABLE</b>	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	<b>ING.RESP.</b>	Ing. Eric CHAVEZ RIOS
<b>UBICACIÓN:</b>	Yanahuanca - Pasco - Pasco	<b>FECHA</b>	05/09/2019
		<b>FORMATO</b>	DAG-01

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>TIPO DE AGREGADO</b>	:	<b>AGREGADO FINO</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	:	Yanahuanca - Pasco - Pasco

### AGREGADO FINO

### PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)

N°	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO	
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	4.20	4.20	4.20	
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	5.56	5.52	5.53	
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	1.36	1.32	1.33	
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.001	0.001	0.001	
<b>CALCULO</b>							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1482	1446	1456	1461.52



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO**  
NTP 339.185 / ASTM C-566

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>			
<b>OBRA:</b>	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	<b>RESPONSABLE</b>	: Arq. German RAMIREZ M.
		<b>ING.RESP.</b>	: Ing. Eric CHAVEZ RIOS
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	<b>FECHA</b>	: 05/09/2019
<b>UBICACIÓN:</b>	Yanahuanca - Pasco - Pasco	<b>FORMATO</b>	: CH-01

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
<b>TIPO DE AGREGADO</b>	: <b>AGREGADO GRUESO</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	: Yanahuanca - Pasco - Pasco

<b>AGREGADO GRUESO</b>			
<b>ENSAYO Nº 01</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Nº DE TARRO		<b>2</b>	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	<b>111.90</b>	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	<b>111.80</b>	g
PESO DEL TARRO	gr	<b>37.10</b>	g
PESO DE AGUA	gr	0.10	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	74.70	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.134%	%

<b>PROMEDIO</b>	<b>0.13%</b>
-----------------	--------------

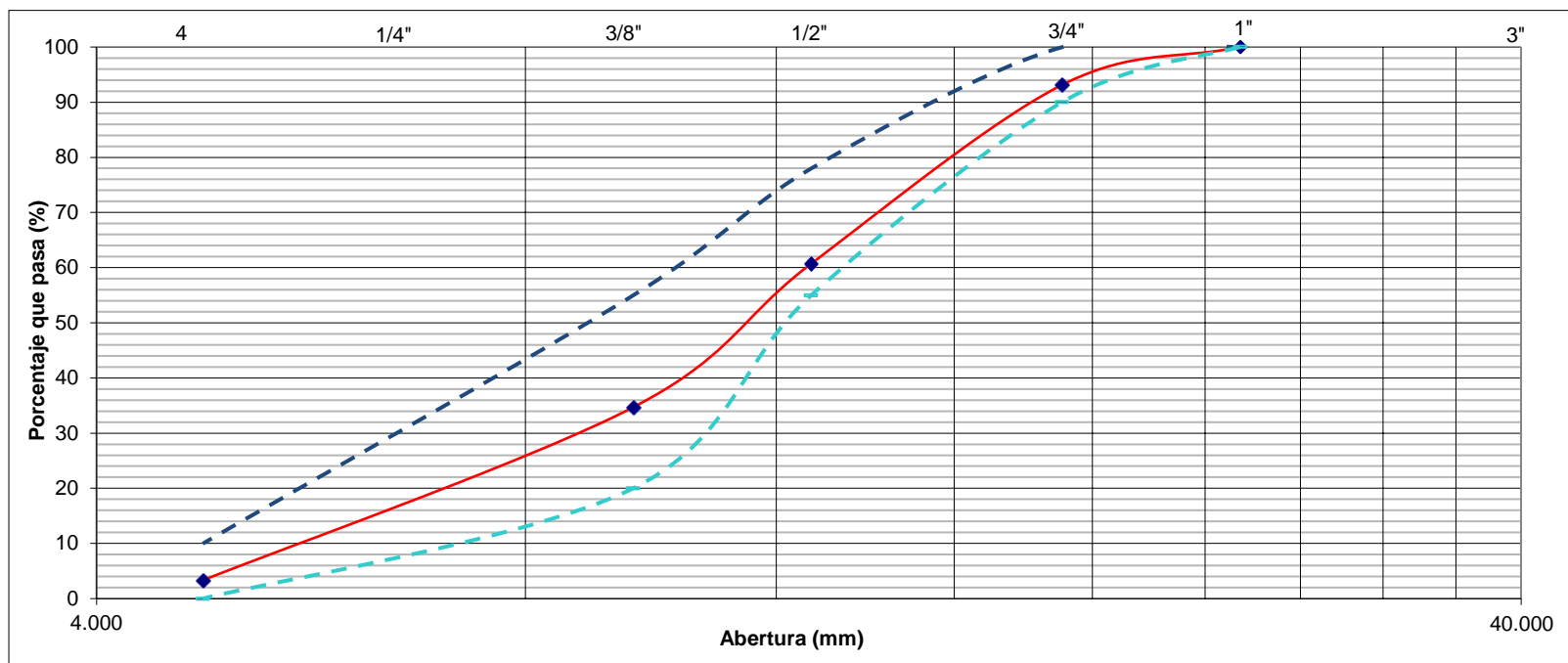


**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**NTP 400.012**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
<b>OBRA:</b>	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	<b>RESPONSABLE</b>	: <b>Arq. German RAMIREZ M</b>
		<b>ING.RESP.</b>	: <b>Ing. Eric CHAVEZ RIOS</b>
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	<b>FECHA</b>	: <b>05/09/2019</b>
<b>UBICACIÓN:</b>	Yanahuanca - Pasco - Pasco	<b>FORMATO</b>	: CH-01

DATOS DE LA MUESTRA								
<b>MUESTRA</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>		<b>Nº DE ENSAYO</b>			<b>Peso inicial seco</b>		: <b>3000</b> g
<b>TAMIZ</b>	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	HUSO NTP 400.037		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA			
1"	25.400	0.00	0.0	0.00	100.00	100	100	Tamaño maximo = 1"
3 / 4"	19.050	206.00	6.9	6.87	93.13	90	100	Tamaño Maximo Nominal = 3 / 4"
1 / 2"	12.700	972.30	32.4	39.27	60.73	55	78	Modulo de Fineza = 6.69
3 / 8"	9.525	781.30	26.0	65.31	34.69	20	55	
Nº 4	4.750	940.70	31.4	96.67	3.33	0	10	
FONDO		100.00	3.3	100.00	0.00			

**CURVA GRANULOMETRICA**





## PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO

NTP 400.022

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA:</b>	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	<b>RESPONSABLE</b>	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	<b>ING.RESP.</b>	Ing. Eric CHAVEZ RIOS
<b>UBICACIÓN:</b>	Yanahuanca - Pasco - Pasco	<b>FECHA</b>	05/09/2019
		<b>FORMATO</b>	CH-01

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>TIPO DE AGREGADO</b>	:	<b>AGREGADO FINO</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	:	Yanahuanca - Pasco - Pasco

### AGREGADO FINO

#### PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)

N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	4.20	4.20	4.20	
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	5.84	5.85	5.86	
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	1.64	1.65	1.66	
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.001	0.001	0.001	

#### CALCULO

5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1788	1800	1816	1801.48
---	-------------------------------	---------	-------------------	------	------	------	---------



**PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO**  
NTP 400.022

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

<b>OBRA:</b>	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	<b>RESPONSABLE</b>	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	<b>ING.RESP.</b>	<b>Ing. Eric CHAVEZ RIOS</b>
<b>UBICACIÓN:</b>	Yanahuanca - Pasco - Pasco	<b>FECHA</b>	<b>05/09/2019</b>
		<b>FORMATO</b>	CH-01

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TIPO DE AGREGADO</b>	:	<b>AGREGADO FINO</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	:	Yanahuanca - Pasco - Pasco

**AGREGADO FINO**

**PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)**

N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	4.20	4.20	4.20	
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	5.72	5.73	5.73	
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	1.53	1.53	1.53	
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.001	0.001	0.001	
<b>CALCULO</b>							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1667	1670	1675	1670.67

## AGUJA VICAT

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA:</b>	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	<b>RESPONSABLE:</b> Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		<b>ING.RESP.:</b> Ing. Eric CHAVEZ RIOS
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	<b>FECHA:</b> 07/09/2019
<b>UBICACIÓN:</b>	Yanahuanca - Pasco - Pasco	<b>FORMATO:</b> CH-01

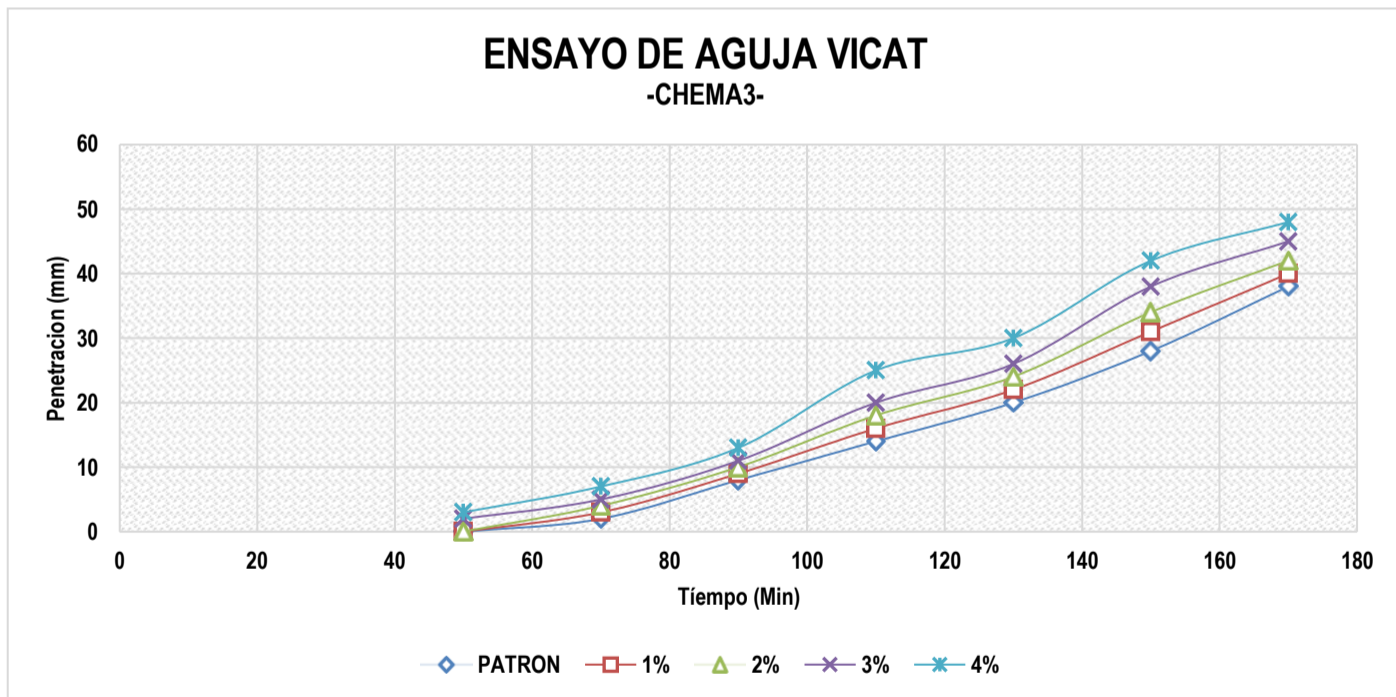
### DATOS DE LA MUESTRA

<b>ADITIVO</b>	: <b>CHEMA 3</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	: Yanahuanca - Pasco - Pasco

### CHEMA 3

### ENSAYO Nº 01

TIEMPO		PENETRACION (MM)				
		PATRON	1%	2%	3%	4%
50	Minutos	0	0	0	2	3
70	Minutos	2	3	4	5	7
90	Minutos	8	9	10	11	13
110	Minutos	14	16	18	20	25
130	Minutos	20	22	24	26	30
150	Minutos	28	31	34	38	42
170	Minutos	38	40	42	45	48



## ENSAYO DE CONO MARSH

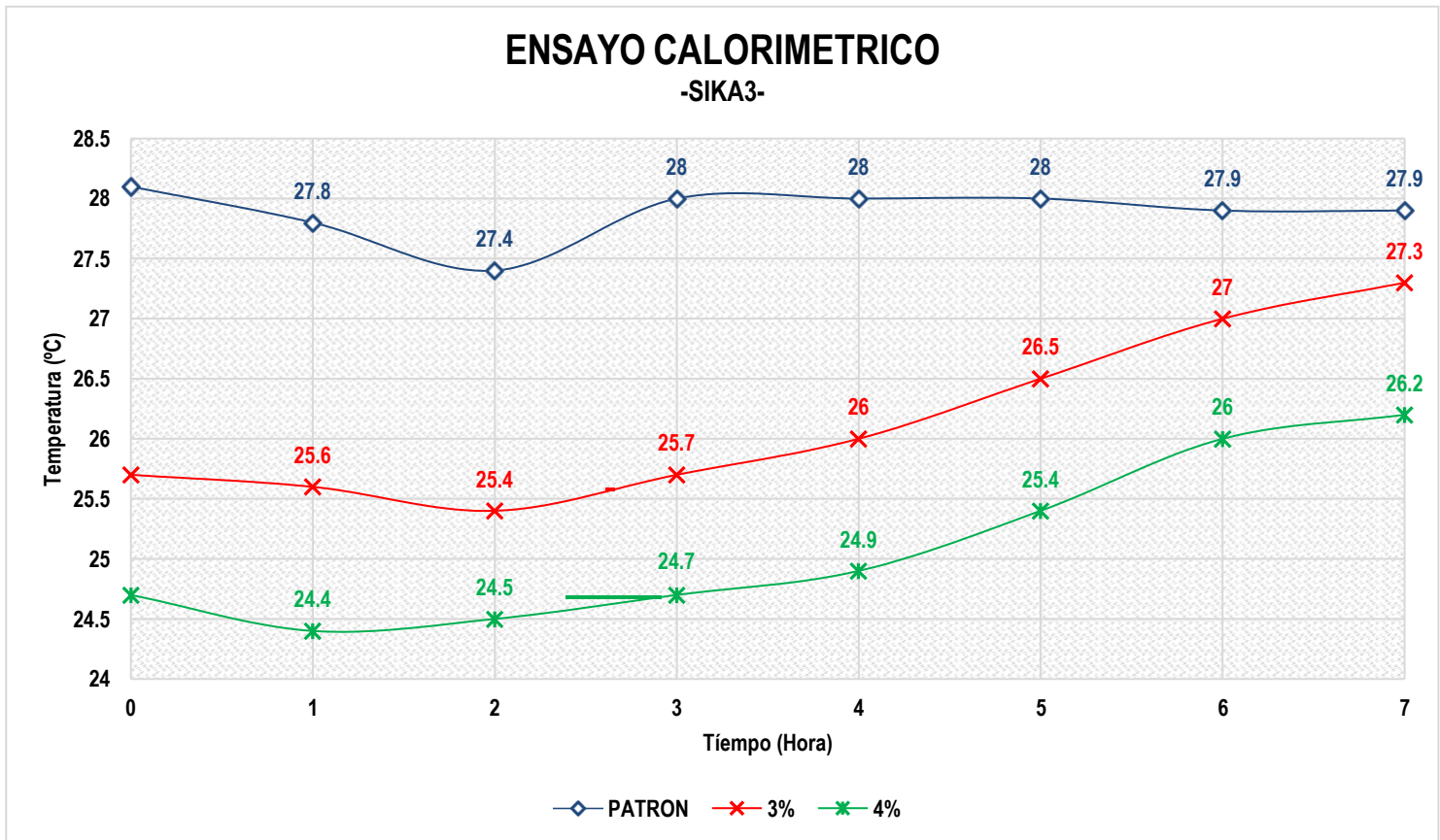
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
<b>OBRA:</b>	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	RESPONSABLE: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		ING.RESP.: Ing. Eric CHAVEZ RIOS
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	FECHA: 07/09/2019
<b>UBICACIÓN:</b>	Yanahuanca - Pasco - Pasco	FORMATO: CH-01

DATOS DE LA MUESTRA	
ADITIVO	: SIKA 3
PROCEDENCIA	: Yanahuanca - Pasco - Pasco

### SIKA 3

#### ENSAYO Nº 01

TIEMPO		TEMPERATURA °c		
		PATRON	3%	4%
0	Hora	28.1	25.7	24.7
1	Hora	27.8	25.6	24.4
2	Hora	27.4	25.4	24.5
3	Hora	28	25.7	24.7
4	Hora	28	26	24.9
5	Hora	28	26.5	25.4
6	Hora	27.9	27	26
7	Hora	27.9	27.3	26.2





## ENSAYO CALORIMETRICO

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA:</b>	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	<b>RESPONSABLE:</b> Arq. German RAMIREZ MEDRANO	
		<b>ING.RESP.:</b> Ing. Eric CHAVEZ RIOS	
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	<b>FECHA:</b>	07/09/2019
<b>UBICACIÓN:</b>	Yanahuanca - Pasco - Pasco	<b>FORMATO:</b>	CH-01

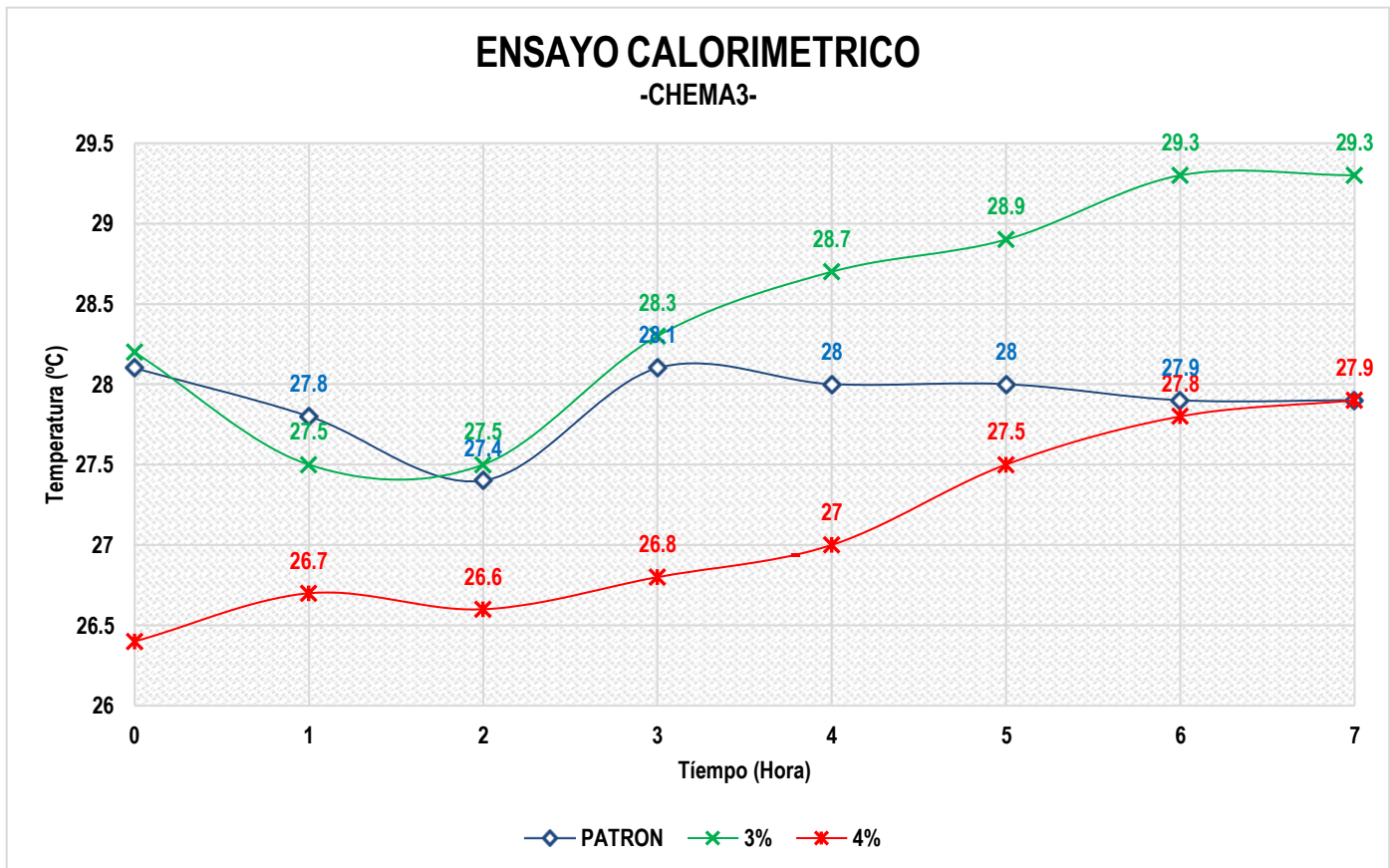
### DATOS DE LA MUESTRA

<b>ADITIVO</b>	: <b>CHEMA 3</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	: Yanahuanca - Pasco - Pasco

### CHEMA 3

### ENSAYO Nº 01

TIEMPO		TEMPERATURA °c		
		PATRON	3%	4%
0	Hora	28.1	28.2	26.4
1	Hora	27.8	27.5	26.7
2	Hora	27.4	27.5	26.6
3	Hora	28.1	28.3	26.8
4	Hora	28	28.7	27
5	Hora	28	28.9	27.5
6	Hora	27.9	29.3	27.8
7	Hora	27.9	29.3	27.9





**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**  
**ACI 211.11**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
<b>OBRA:</b>	RESPONSABLE	Arq. German RAMIREZ	
Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ	
<b>SOLICITANTE:</b>	FECHA	: 09/09/2019	
<b>UBICACIÓN:</b>	FORMATO	: F-001	
Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE			
Yanahuanca - Pasco - Pasco			

DATOS DE LA MUESTRA	
PROC. AGREGADO GRUESO	: Yanahuanca - Pasco - Pasco
PROC. AGREGADO FINA	: Yanahuanca - Pasco - Pasco

DATOS DE GENERALES	
PARA CONCRETO A DISEÑAR	= <b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>

PROPIEDADES DE MATERIALES				
	CEMENTO	Tipo I Andino	P. Especifico	2.82 gr/cm <sup>3</sup>
	AGUA	Potable	P. Especifico	1 gr/cm <sup>3</sup>
<b>PROPIEDAD</b>		<b>AG. FINO</b>	<b>AG. GRUESO</b>	
P.E. masa	:	2.65	2.6	g/cm <sup>3</sup>
%Absorción	:	2.67	1.33	%
%Contenido de Humedad	:	2.96	0.13	%
TMN	:		0.75	pulgada
T.M.	:		1	pulgada
Modulo de Finura	:	3.98		
P.U.S.	:	1708	1381	kg/m <sup>3</sup>
P.U.C.	:		1555	kg/m <sup>3</sup>
Pasante nº 200	:			%
P.E "SSS"	:			g/cm <sup>3</sup>
P.E. masa	:	2.65	2.6	g/cm <sup>3</sup>
P.E aparente	:			g/cm <sup>3</sup>

**PASOS DEL DISEÑO**

**1. Determinación de la Resistencia Promedio F'cr**

f'c	f'cr
	236.8
	221.6

**f'cr** 294 kg/cm<sup>2</sup>

a) Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 1 o el Método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las formulas siguientes usando la desviación estándar "s" calculada.

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s \dots\dots\dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33s - 35 \dots\dots\dots (2)$$

Donde:  
 s = Desviación estándar, en kg/cm<sup>2</sup>

b) Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizara la Tabla 2.2 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

*TABLA 2.2. Resistencia a la compresión promedio.*

f'c	f'cr
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	f'c + 98

**TMN** 3/4 19.05 mm

Consistencia	Slump
Seca	0 - 2 pulg
Plastica	3 - 4 pulg
Fluida	>= 5 pulg

**Slump** 4 pulg 101.6 mm



**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**  
 ACI 211.11

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	RESPONSABLE	Arq. German RAMIREZ
SOLICITANTE:	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ
UBICACIÓN:	Yanahuanca - Pasco - Pasco	FECHA	: 09/09/2019
		FORMATO	: F-001

DATOS DE LA MUESTRA	
PROC. AGREGADO GRUESO	: Yanahuanca - Pasco - Pasco
PROC. AGREGADO FINA	: Yanahuanca - Pasco - Pasco

DATOS DE GENERALES	
PARA CONCRETO A DISEÑAR	= 210 kg/cm <sup>2</sup>

TABLA 01

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en l/m<sup>3</sup>, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
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	----

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Agua 205.00 Litros

**CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO**

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

**6. Relacion Agua -Cemento**

x0	300	0.55	y0
x	294	0.5584	yx
x1	250	0.62	y1

Agua/Cemento 0.558

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

**RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA**

f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos 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	

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Cemento 367.12 kg/m<sup>3</sup>

8.6 bolsas/m<sup>3</sup>

$$C = (a/c) \frac{1}{\text{Agua}}$$



**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**  
 ACI 211.11

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	RESPONSABLE	Arq. German RAMIREZ
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ
SOLICITANTE:	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	FECHA	: 09/09/2019
UBICACIÓN:	Yanahuanca - Pasco - Pasco	FORMATO	: F-001

DATOS DE LA MUESTRA	
PROC. AGREGADO GRUESO	: Yanahuanca - Pasco - Pasco
PROC. AGREGADO FINA	: Yanahuanca - Pasco - Pasco

DATOS DE GENERALES	
PARA CONCRETO A DISEÑAR	= 210 kg/cm <sup>2</sup>

8. Contenido de Agregado Grueso por M<sup>3</sup>

TABLA 04

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino. ( b / b<sub>o</sub> )

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	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	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1 / 2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Vol.Agr.Grueso 0.600 m<sup>3</sup>

$$PESO \_ A.G. = Vol \_ A.G * P.U.C$$

Peso A.G.seco 933.00 kg/m<sup>3</sup>

Cemento	0.130	m <sup>3</sup>
Agua	0.205	m <sup>3</sup>
Aire	0.020	m <sup>3</sup>
Agr. Grueso	0.359	m <sup>3</sup>
Volumen	0.714	m <sup>3</sup>

$$Peso \_ A.F. = Vol \_ A.F. * PEmasa$$

Vol.Agr.Fino 0.286 m<sup>3</sup>

Agr.Fino Seco 757.819 kg/m<sup>3</sup>

$$Vol.Ag.Fino = 1 - V.A.C.$$

Cemento	367.120	kg/m <sup>3</sup>
Agua	205.000	lt/m <sup>3</sup>
Agr. Fino	757.819	kg/m <sup>3</sup>
Agr. Grueso	933.000	kg/m <sup>3</sup>



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
 ACI 211.11

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019	RESPONSABLE	Arq. German RAMIREZ
SOLICITANTE:	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ
UBICACIÓN:	Yanahuanca - Pasco - Pasco	FECHA	: 09/09/2019
		FORMATO	: F-001
DATOS DE LA MUESTRA			
PROC. AGREGADO GRUESO	: Yanahuanca - Pasco - Pasco		
PROC. AGREGADO FINA	: Yanahuanca - Pasco - Pasco		
DATOS DE GENERALES			
PARA CONCRETO A DISEÑAR	=	210	kg/cm <sup>2</sup>

calculo de los pesos humedos

Ag fino= 780.25 kg/m<sup>3</sup>  $Ag_{fino} = Peso_{seco} * (1 + CH)$   
 Ag grueso= 934.21 kg/m<sup>3</sup>  $Ag_{grueso} = Peso_{seco} * (1 + CH)$

Calculo de los aportes por humedad

$$\%C.H. - \%Abs$$

AGREGADO	Peso	Cont. Hum.	Absorcion	Var. Peso	
Agr. Fino	757.819	2.96	2.67	2.20	lt/m <sup>3</sup>
Agr. Grueso	933.000	0.13	1.33	-11.20	lt/m <sup>3</sup>
			quita agua	-9.00	lt/m <sup>3</sup>

Agua efectiva= 214.00 Litros  $Agua_{Efectiva} = Agua - Correccion$

Cemento	367.120	kg/m <sup>3</sup>	8.64 bls
Agua	213.998	lt/m <sup>3</sup>	
Agr. Fino	780.250	kg/m <sup>3</sup>	
Agr. Grueso	934.213	kg/m <sup>3</sup>	

$$\frac{C}{C} = \frac{Peso_{A.G.}}{C} = \frac{Peso_{A.F.}}{C}$$

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA	
1	2.13	2.54	24.77	lt/bls



**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**  
**ACI 211.11**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
<b>OBRA:</b>		<b>RESPONSABLE</b>	Arq. German RAMIREZ
Evaluación de la influencia del porcentaje de aditivo de tipo acelerante en el diseño y la resistencia a la compresión del concreto de rápido fraguado – Yanahuanca – Pasco – 2019		<b>ING.RESP.</b>	: Ing. Eric M. CHAVEZ
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	<b>FECHA</b>	: <b>09/09/2019</b>
<b>UBICACIÓN:</b>	Yanahuanca - Pasco - Pasco	<b>FORMATO</b>	: F-001

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>PROC. AGREGADO GRUESO</b>	: Yanahuanca - Pasco - Pasco
<b>PROC. AGREGADO FINA</b>	: Yanahuanca - Pasco - Pasco

DATOS DE GENERALES	
<b>PARA CONCRETO A DISEÑAR</b>	= <b>210 kg/cm2</b>

**42.5** peso de 1 bolsa de cemento

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA
42.5	90.33	108.15	24.77
kg/saco	kg/saco	kg/saco	lt/saco

Volumen                      0.039760782                       $\pi \cdot (d/2)^2 \cdot h$

<b>Cemento</b>	14.597
<b>Agua</b>	8.509
<b>Agr. Fino</b>	31.023
<b>Agr. Grueso</b>	37.145



**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN  
 MUESTRA CILINDRICAS  
 ASTM C-39-NTP 339.034**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
<b>OBRA</b>	: Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018
<b>SOLICITANTE</b>	: <b>Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE</b>
<b>UBICACIÓN</b>	: <b>Yanahuanca - Pasco - Pasco</b>

**RESISTENCIA DE DISEÑO                      210                      Kglcm<sup>2</sup>**

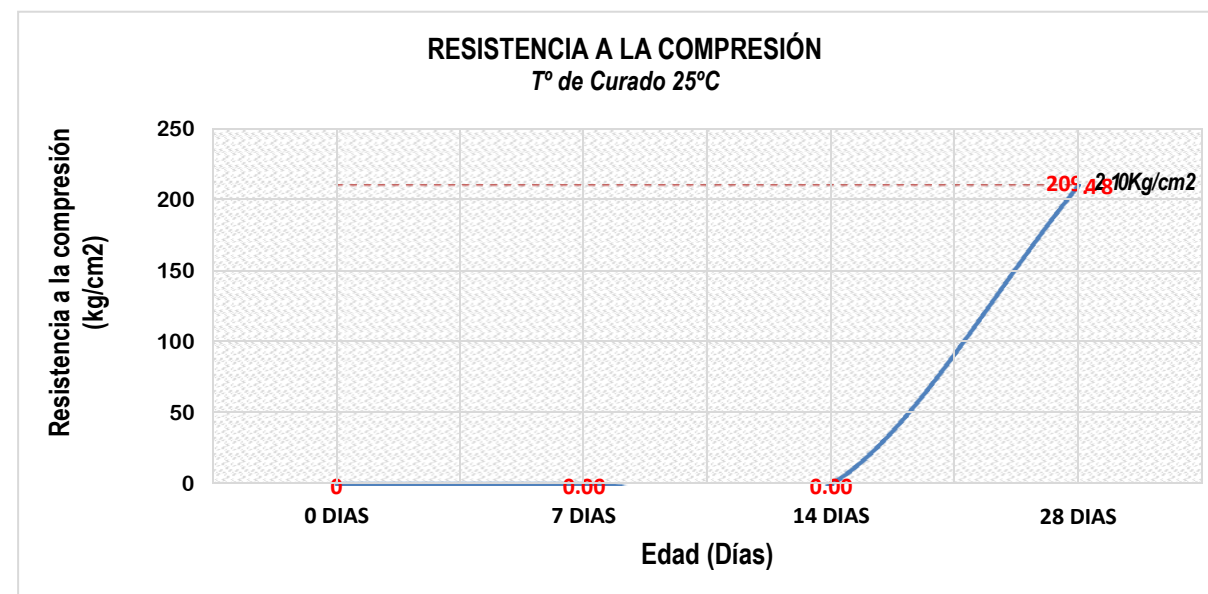
% DE ADITIVO	N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO
0	PA1	07/10/2019	14/10/2019	7	163.89	164.05
	PA2	07/10/2019	14/10/2019	7	164.02	
	PA3	07/10/2019	14/10/2019	7	164.23	
1%	PT1-1	08/10/2019	15/10/2019	7	175.05	174.97
	PT1-2	08/10/2019	15/10/2019	7	173.45	
	PT1-3	08/10/2019	15/10/2019	7	176.42	
2%	PT2-1	09/10/2019	16/10/2019	7	185.06	185.10
	PT2-2	09/10/2019	16/10/2019	7	185.23	
	PT2-3	09/10/2019	16/10/2019	7	185.00	
3%	PT3-1	10/10/2019	17/10/2019	7	196.39	196.11
	PT3-2	10/10/2019	17/10/2019	7	195.77	
	PT3-3	10/10/2019	17/10/2019	7	196.17	
4%	PT4-1	11/10/2019	18/10/2019	7	209.24	209.48
	PT4-2	11/10/2019	18/10/2019	7	209.63	
	PT4-3	11/10/2019	18/10/2019	7	209.57	
1%	PT1-1B	08/10/2019	15/10/2019	7	175.33	174.99
	PT1-2B	08/10/2019	15/10/2019	7	173.34	
	PT1-3B	08/10/2019	15/10/2019	7	176.31	
2%	PT2-1B	09/10/2019	16/10/2019	7	179.47	179.52
	PT2-2B	09/10/2019	16/10/2019	7	179.68	
	PT2-3B	09/10/2019	16/10/2019	7	179.42	
3%	PT3-1B	10/10/2019	17/10/2019	7	189.64	189.78
	PT3-2B	10/10/2019	17/10/2019	7	190.22	
	PT3-3B	10/10/2019	17/10/2019	7	189.47	
4%	PT4-1B	11/10/2019	18/10/2019	7	205.89	205.58
	PT4-2B	11/10/2019	18/10/2019	7	205.75	
	PT4-3B	11/10/2019	18/10/2019	7	205.11	



**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS**  
 ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
OBRA	: Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018	RESPONSABLE	: Arq. Jose German RAMIREZ M.						
SOLICITANTE	: Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	ING.RESP.	: Ing. Eric CHAVEZ RIOS						
UBICACIÓN	: Yanahuanca - Pasco - Pasco	FECHA	: 23/10/2019						
		FORMATO	: F-01						

RESISTENCIA DE DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>		4%		SIKA													
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
				N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
PT4-1	11/10/2019	18/10/2019	7	15.1	15.1	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	37470	209.24	99.64%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
PT4-2	11/10/2019	18/10/2019	7	15.1	15.2	15.15	30.5	30.5	30.50	2.01	OK	180.3	37790	209.63	99.83%	75%	CONO Y CUARTEO	SI CUMPLE	209.48
PT4-3	11/10/2019	18/10/2019	7	15.1	15.1	15.1	30.3	30.4	30.35	2.01	OK	179.1	37530	209.57	99.80%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	







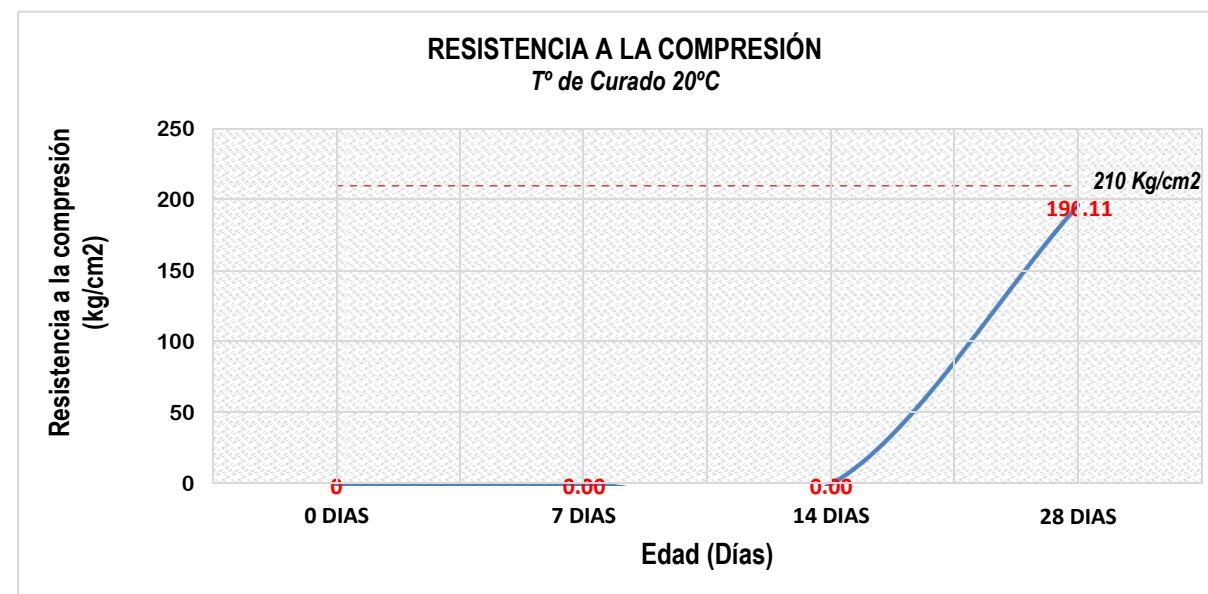
**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS**  
 ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
OBRA	: Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018	RESPONSABLE	: Arq. Jose German RAMIREZ M.						
SOLICITANTE	: Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	ING.RESP.	: Ing. Eric CHAVEZ RIOS						
UBICACIÓN	: Yanahuanca - Pasco - Pasco	FECHA	: 22/10/2019						
		FORMATO	: F-01						

RESISTENCIA DE DISEÑO		3% SIKA	
	210		Kg/cm <sup>2</sup>

N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
				N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
PT3-1	10/10/2019	17/10/2019	7	15.1	15.1	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	35170	196.39	93.52%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
PT3-2	10/10/2019	17/10/2019	7	15.1	15.2	15.15	30.5	30.5	30.50	2.01	OK	180.3	35290	195.77	93.22%	75%	CONO Y CUARTEO	SI CUMPLE	196.11
PT3-3	10/10/2019	17/10/2019	7	15.1	15.1	15.1	30.3	30.4	30.35	2.01	OK	179.1	35130	196.17	93.41%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	



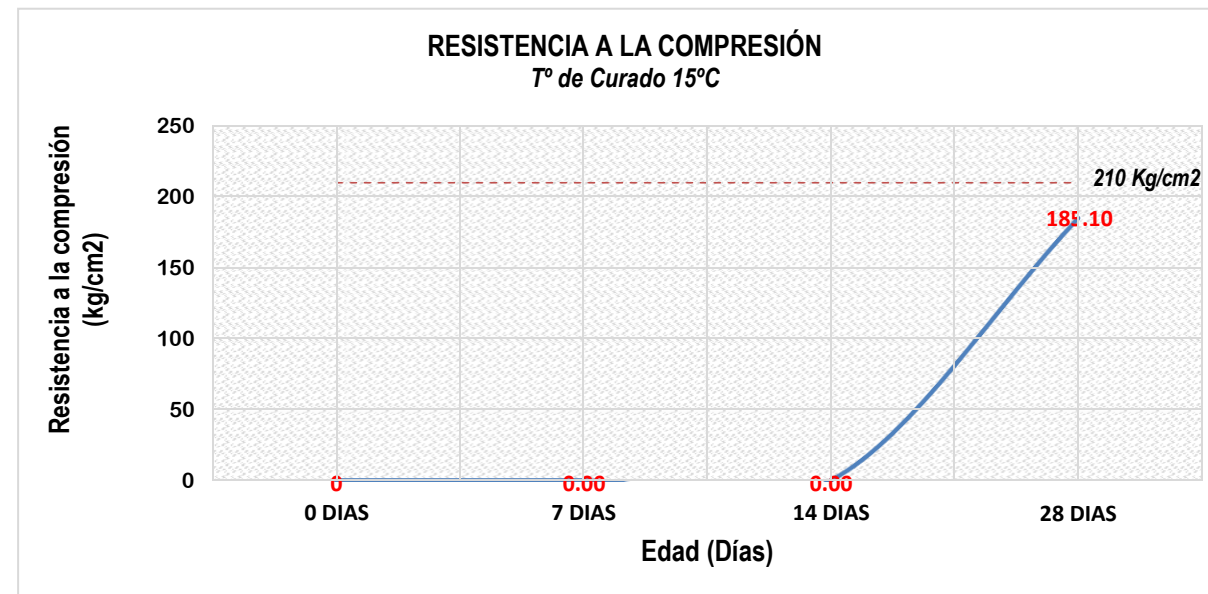


**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS**

1

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
OBRA	: Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018	RESPONSABLE	: Arq. Jose German RAMIREZ M.						
SOLICITANTE	: Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	ING.RESP.	: Ing. Eric CHAVEZ RIOS						
UBICACIÓN	: Yanahuanca - Pasco - Pasco	FECHA	: 21/10/2019						
		FORMATO	: F-01						

RESISTENCIA DE DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>		2%		SIKA													
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
				N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
PT2-1	09/10/2019	16/10/2019	7	15.1	15.1	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	33140	185.06	88.12%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
PT2-2	09/10/2019	16/10/2019	7	15.1	15.2	15.15	30.5	30.5	30.50	2.01	OK	180.3	33390	185.23	88.20%	75%	CONO Y CUARTEO	SI CUMPLE	185.10
PT2-3	09/10/2019	16/10/2019	7	15.1	15.1	15.1	30.3	30.4	30.35	2.01	OK	179.1	33130	185.00	88.10%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	

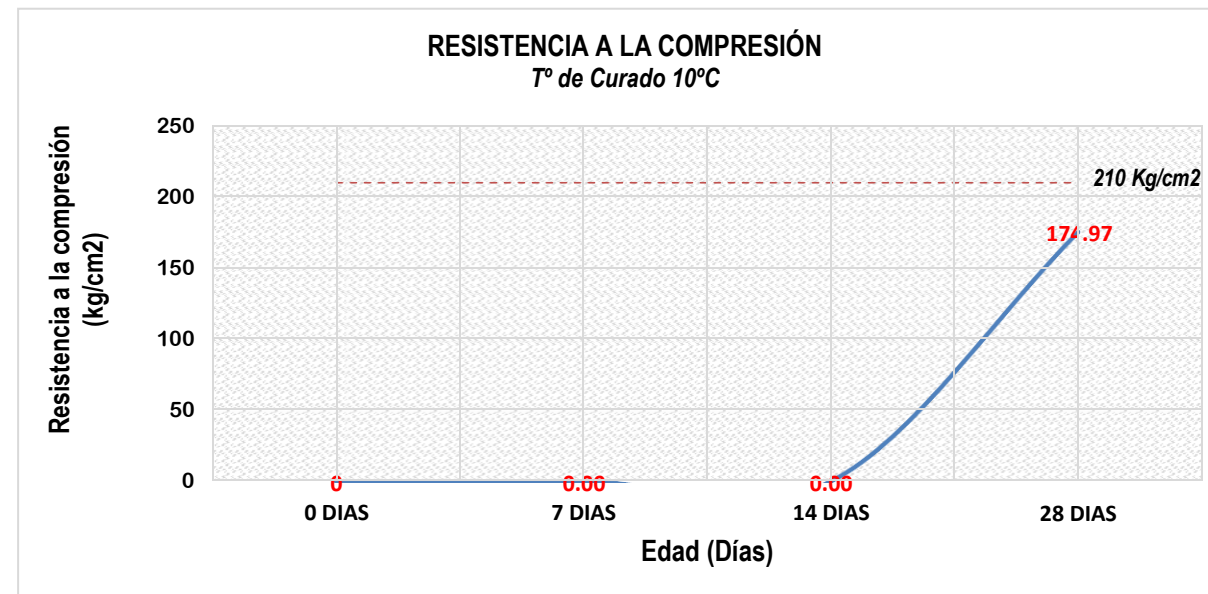




**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS**  
 ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018	RESPONSABLE :	Arq. Jose German RAMIREZ M.
SOLICITANTE :	Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	ING.RESP. :	Ing. Eric CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN :	Yanahuanca - Pasco - Pasco	FECHA :	20/10/2019
		FORMATO :	F-01

RESISTENCIA DE DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>		1%		SIKA													
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
				N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
PT1-1	08/10/2019	15/10/2019	7	15	15.1	15.05	29.8	30.00	29.90	1.99	OK	177.9	31140	175.05	83.36%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
PT1-2	08/10/2019	15/10/2019	7	15.2	15.4	15.3	30.5	30.5	30.50	1.99	OK	183.9	31890	173.45	82.60%	75%	CONO Y CUARTEO	SI CUMPLE	174.97
PT1-3	08/10/2019	15/10/2019	7	15.3	15.5	15.4	30.3	30.4	30.35	1.97	OK	186.3	32860	176.42	84.01%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	

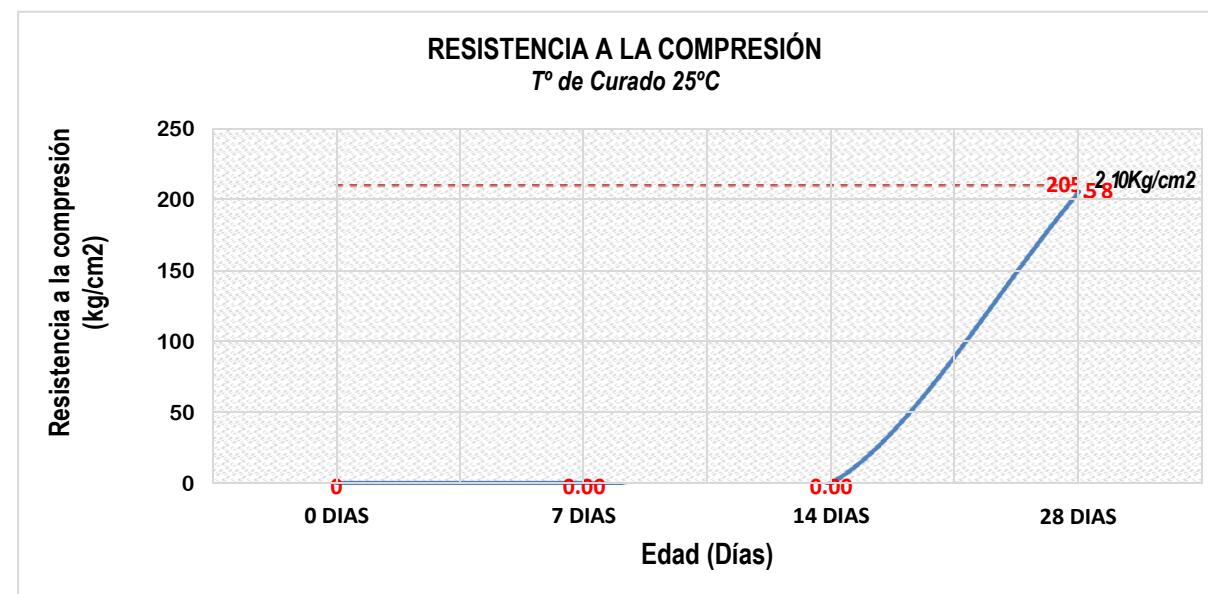




**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS**  
 ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
OBRA	: Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018	RESPONSABLE	: Arq. Jose German RAMIREZ M.						
SOLICITANTE	: Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	ING.RESP.	: Ing. Eric CHAVEZ RIOS						
UBICACIÓN	: Yanahuanca - Pasco - Pasco	FECHA	: 23/10/2019						
		FORMATO	: F-01						

RESISTENCIA DE DISEÑO		4% CHEMA																	
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
				N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
PT4-1B	11/10/2019	18/10/2019	7	15.1	15.1	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	36870	205.89	98.04%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
PT4-2B	11/10/2019	18/10/2019	7	15.1	15.2	15.15	30.5	30.5	30.50	2.01	OK	180.3	37090	205.75	97.98%	75%	CONO Y CUARTEO	SI CUMPLE	205.58
PT4-3B	11/10/2019	18/10/2019	7	15.1	15.1	15.1	30.3	30.4	30.35	2.01	OK	179.1	36730	205.11	97.67%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	

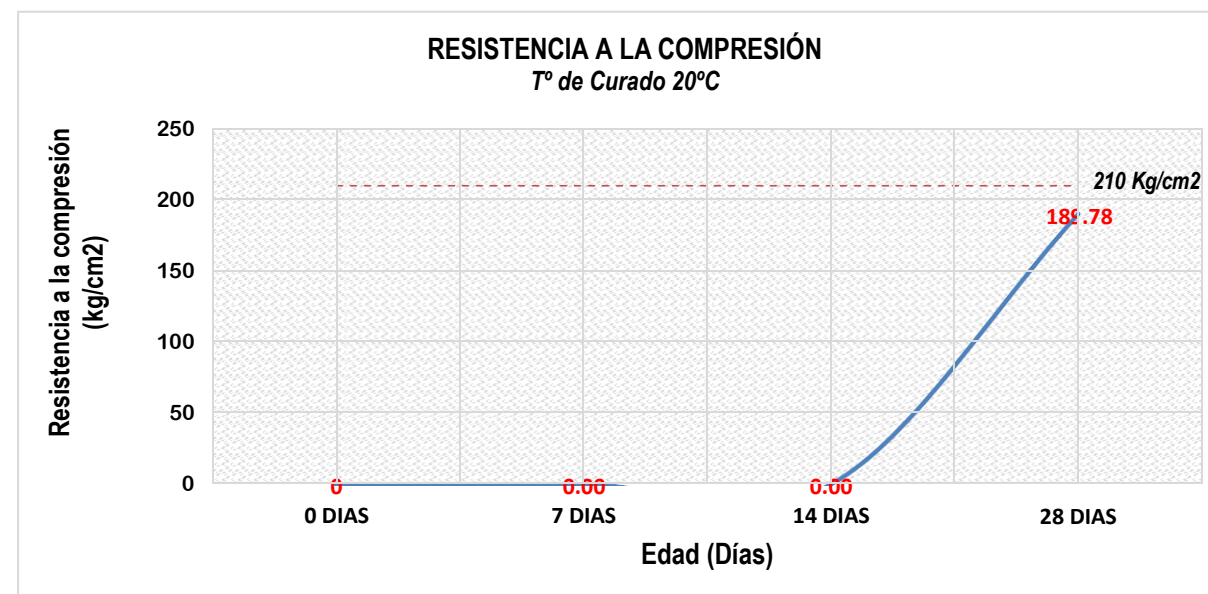




**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS**  
 ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA	: Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018	RESPONSABLE	: Arq. Jose German RAMIREZ M.
SOLICITANTE	: Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	ING.RESP.	: Ing. Eric CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN	: Yanahuanca - Pasco - Pasco	FECHA	: 22/10/2019
		FORMATO	: F-01

RESISTENCIA DE DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>		3%		CHEMA													
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
				N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
PT3-1B	10/10/2019	17/10/2019	7	15.1	15.1	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	33960	189.64	90.30%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
PT3-2B	10/10/2019	17/10/2019	7	15.1	15.2	15.15	30.5	30.5	30.50	2.01	OK	180.3	34290	190.22	90.58%	75%	CONO Y CUARTEO	SI CUMPLE	189.78
PT3-3B	10/10/2019	17/10/2019	7	15.1	15.1	15.1	30.3	30.4	30.35	2.01	OK	179.1	33930	189.47	90.22%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	



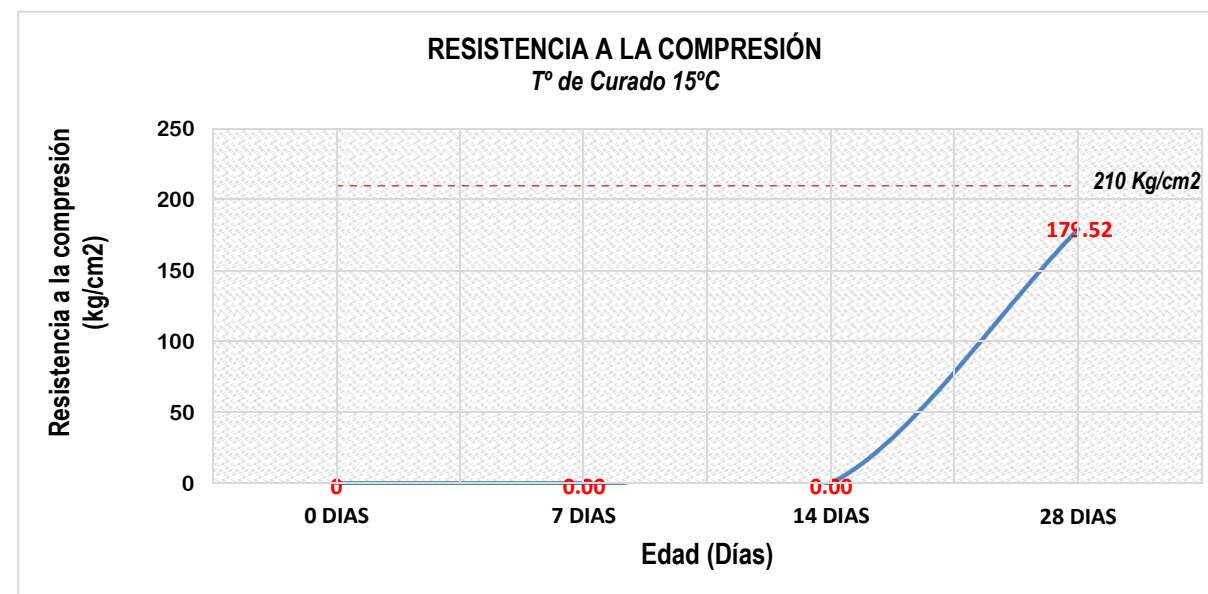


**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS**

1

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA	: Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018	RESPONSABLE	: Arq. Jose German RAMIREZ M.
SOLICITANTE	: Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	ING.RESP.	: Ing. Eric CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN	: Yanahuanca - Pasco - Pasco	FECHA	: 21/10/2019
		FORMATO	: F-01

RESISTENCIA DE DISEÑO		210 Kg/cm <sup>2</sup>		2%		CHEMA													
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
				N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
PT2-1B	09/10/2019	16/10/2019	7	15.1	15.1	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	32140	179.47	85.46%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
PT2-2B	09/10/2019	16/10/2019	7	15.1	15.2	15.15	30.5	30.5	30.50	2.01	OK	180.3	32390	179.68	85.56%	75%	CONO Y CUARTEO	SI CUMPLE	179.52
PT2-3B	09/10/2019	16/10/2019	7	15.1	15.1	15.1	30.3	30.4	30.35	2.01	OK	179.1	32130	179.42	85.44%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	





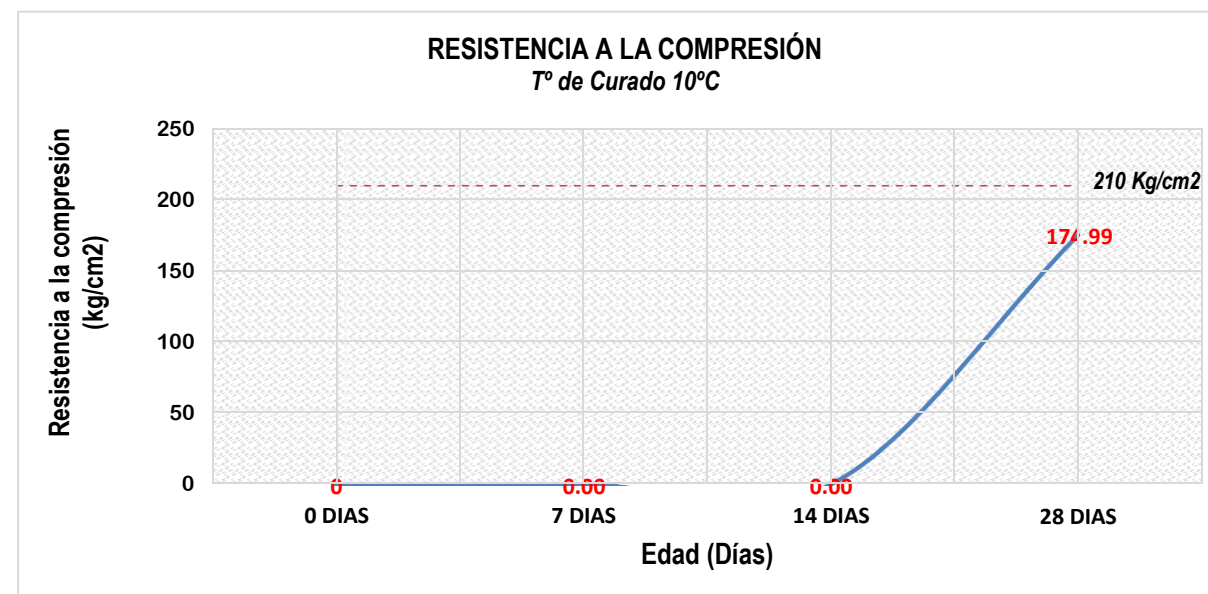
**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS**  
 ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
OBRA	: Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018	RESPONSABLE	: Arq. Jose German RAMIREZ M.						
SOLICITANTE	: Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	ING.RESP.	: Ing. Eric CHAVEZ RIOS						
UBICACIÓN	: Yanahuanca - Pasco - Pasco	FECHA	: 20/10/2019						
		FORMATO	: F-01						

RESISTENCIA DE DISEÑO		1% CHEMA	
	210 <i>Kg/cm2</i>		1% CHEMA

N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
				N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
PT1-1B	08/10/2019	15/10/2019	7	15	15.1	<b>15.05</b>	29.8	30.00	<b>29.90</b>	1.99	OK	177.9	31190	175.33	83.49%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
PT1-2B	08/10/2019	15/10/2019	7	15.2	15.4	<b>15.3</b>	30.5	30.5	<b>30.50</b>	1.99	OK	183.9	31870	173.34	82.54%	75%	CONO Y CUARTEO	SI CUMPLE	174.99
PT1-3B	08/10/2019	15/10/2019	7	15.3	15.5	<b>15.4</b>	30.3	30.4	<b>30.35</b>	1.97	OK	186.3	32840	176.31	83.96%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	





**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS**  
**ASTM C-39-NTP 339.034**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
<b>OBRA</b>	:	Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018	<b>RESPONSABLE</b>	:	Arq. Jose German RAMIREZ M.
<b>SOLICITANTE</b>	:	Daniel Marcos BAUTISTA PUENTE	<b>ING.RESP.</b>	:	Ing. Eric CHAVEZ RIOS
<b>UBICACIÓN</b>	:	Yanahuanca - Pasco - Pasco	<b>FECHA</b>	:	19/10/2019
			<b>FORMATO</b>	:	F-01

**RESISTENCIA DE DISEÑO**      210      Kg/cm<sup>2</sup>

N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTEZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
				N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
PA1	07/10/2019	14/10/2019	7	15.3	15.1	<b>15.2</b>	29.8	30.00	<b>29.90</b>	1.97	OK	181.5	29740	163.89	78.04%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
PA2	07/10/2019	14/10/2019	7	15.5	15.5	<b>15.5</b>	30.5	30.5	<b>30.50</b>	1.97	OK	188.7	30950	164.02	78.11%	75%	CONO Y CUARTEO	SI CUMPLE	164.05
PA3	07/10/2019	14/10/2019	7	15.2	15.9	<b>15.55</b>	30.3	30.4	<b>30.35</b>	1.95	OK	189.9	31190	164.23	78.21%	75%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	

