

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**“ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL  
CONCRETO CONVENCIONAL USANDO AGREGADO GLOBAL DEL  
RÍO BADO HUAMACHUCO-LA LIBERTAD Y ADITIVO CHEMA 3”**

---

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CONSTRUCCION Y MATERIALES**

**AUTOR:** Br. Camacho Urtecho, Mayra Alessandra

**ASESOR:**

**ING. PAREDES ESTACIO, JORGE LUIS**

**TRUJILLO - PERÚ**

**2017**

**N°Registro.....**

**“ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL  
USANDO AGREGADO GLOBAL DEL RÍO BADO HUAMACHUCO-LA LIBERTAD Y ADITIVO  
CHEMA 3”**

---

**PRESIDENTE**

Ing. William Conrad Galicia Guarniz

---

**SECRETARIO**

Ing. Rocio Del Pilar Durand Orellana

---

**VOCAL**

Ing. Rolando Ochoa Zevallos

---

**ASESOR**

Ing. Jorge Luis Paredes Estacio

**“ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL  
USANDO AGREGADO GLOBAL DEL RÍO BADO HUAMACHUCO-LA LIBERTAD Y ADITIVO  
CHEMA 3”**

Esta tesis la dedico a mis padres que estuvieron siempre a mi lado brindándome su apoyo, son la razón de estar hoy en día dedicándole estas palabras por intermedio de mi esfuerzo hacia lo profesional, gracias al fruto de su amor; a mis abuelitas que son un gran ejemplo a seguir, a toda mi familia porque en cada uno de ellos he logrado obtener conocimientos diferentes.

**Camacho Urtecho, Mayra Alessandra**

**“ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL  
USANDO AGREGADO GLOBAL DEL RÍO BADO HUAMACHUCO-LA LIBERTAD Y ADITIVO  
CHEMA 3”**

**AGRADECIMIENTO**

A Dios porque está siempre con nosotros guiándonos a cada momento en las buenas y malas, a toda mi familia, porque ellos son el motivo de mi vida, siempre cuento con su apoyo para poder seguir adelante pese a las dificultades que nos depara la vida son un verdadero ejemplo y modelos a seguir, mi dedicación y perseverancia siempre es constante para poder sobresalir en todo aquello que me propongo.

En especial para mis Padres Marco Antonio Camacho y Patricia Gloria Urtecho ellos son un gran ejemplo de mi persona, por su perseverancia conmigo y su formación. Gracias a mis abuelitas Teresa y Delia por sus consejos y las jaladas de oreja, soy lo que hoy en día ven. Gracias a todos mis profesores que desde el colegio hasta el término de Universidad pude aprender mucho y doy gracias al destino.

Gracias a todas esas personas que formaron y forman parte de mi vida, gracias a sus consejos estoy aquí hoy en día presentando mi tesis para titularme y cumplir uno de mis grandes sueños que es ser Ingeniera Civil.

Este es el primer gran paso, sé que tengo mucho camino por recorrer. Esta tesis es contribución al conocimiento colectivo y continuaré mi labor de investigación.

¡Viva la Patria, Viva el Perú!

**“ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL  
USANDO AGREGADO GLOBAL DEL RÍO BADO HUAMACHUCO-LA LIBERTAD Y ADITIVO  
CHEMA 3”**

**RESUMEN**

El agregado global se utiliza en la industria de la construcción (sierra). Se caracteriza por ser natural en la corteza terrestre y se emplea tal cual se extrae de la cantera del Rio Bado, cuyo tamaño máximo es 1”, el agregado grueso es de forma redondeada y semiredondeada, el agregado fino es arena de rio; este material es empleado de dos formas; separando el grueso y el fino por el tamiz n°4” para preparar un concreto patrón; también empleando el hormigón de forma global. El agua empleada en la investigación es agua potable de las instalaciones del laboratorio de ensayo de la UPAO. La propiedad del agregado global con el concreto que facilita su ingreso es su permeabilidad. En este estudio se realizaron ensayos para medir su resistencia, aplicando aditivo Chema3. la presente tesis se resume en determinar las características y propiedades de los materiales empleado por el método de “fuller”, se utiliza cemento Portland tipo Ico “Pacasmayo” cuyo peso específico es de 3150 kg/m<sup>3</sup>, en resistencia a compresión a los 28 días, todo esto para el concreto denominado diseño (Concreto patrón). Se establece el diseño para el agregado global del Rio Bado para las relaciones a/c (0.40, 0.45, 0.50, 0.55), se repitió cada mezcla tres veces con el objetivo de tener mayores resultados. Con este ensayo, se elaboró una gráfica para establecer el diseño final  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , para las relaciones 7, 14 y 28 días con aditivo y sin aditivo Chema3 en estado fresco obteniendo un slump de 3”, con los resultados de este ensayo, se elaboraron curvas y gráficos vs relación a/c y vs relación días. Estos resultados sirvieron para concluir que el diseño inicial (concreto patrón) varía respecto a la relación a/c, que a menor relación a/c mayor resistencia y el diseño final  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  aumenta la resistencia a la compresión, respecto a la relación en días, que a mayor días mayor resistencia. Esta tesis ha sido determinada para demostrar que el aditivo genera mayor resistencia en menor tiempo y que es necesario para las construcciones a menor plazo.

**“ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL  
USANDO AGREGADO GLOBAL DEL RÍO BADO HUAMACHUCO-LA LIBERTAD Y ADITIVO  
CHEMA 3”**

**ABSTRACT**

The global aggregate is used in the industry of construction (sierra). It is characterized by being natural in the Earth's crust and used such which is extracted from the quarry of the Rio Bado, whose maximum size is 1", the added thickness is rounded, the fine aggregate is River sand; This material is used in two ways; separating the thick and the thin by sieve n°4" to prepare a specific pattern; also using concrete on a global basis. The water used in the research is drinking water from the the UPAO testing laboratory facilities. The property of the global aggregate with concrete which facilitates its entrance is its permeability. In this study, tests were performed to measure its resistance, by applying additive Chema3. the present thesis is summarized in determining the characteristics and properties of the materials used by the " fuller " method, this is used Portland cement type Ico "Pacasmayo" whose specific weight is of 3150 kg/m<sup>3</sup>, the 28-day compressive strength, all the concrete called design (concrete pattern). Sets the design for aggregate global Rio Bado for relations them (0.40, 0.45, 0.50, 0.55), a/c recurred each mixture three times in order to have better results. With this test, a graph was prepared to establish the final design F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>, for relations 7, 14 and 28 days with additive and non-additive Chema3 in fresh state obtaining a slump of 3", With the results of this trial, curves and graphics vs relationship were developed w/c and vs relationship days. These results served to conclude that the initial design (concrete pattern) varies with respect to the w/b ratio, which in lower w/c relation greater resistance and the final design F'c = 210 kg/cm increases the resistance to compression, with respect to the relationship in days, that a more days more resistance. This thesis has been determined to show that the additive generates more resistance in shortest time and that it is necessary for the shortest buildings.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACION DE LA TESIS</b>	i
<b>DEDICATORIA</b>	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b>	iii
<b>RESUMEN</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>INDICE DE CONTENIDOS</b>	vi
<b>INDICE DE TABLAS</b>	vii
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	viii
<b>INDICE DE GRAFICOS</b>	ix
<b>CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION</b>	
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivo de la investigación	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4. Justificación	3
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO</b>	
2.1. Antecedentes del estudio	5
2.2. Datos teóricos	9
2.2.1. Cemento portland	9
2.2.1.1. Clasificación del cemento portland	9
2.2.2. Concreto	10
2.2.2.1. Tipos de concreto	11
2.2.2.2. El agua en el concreto	12

2.2.2.2.1.	Requisitos que debe cumplir el agua	12
2.2.3.	Aditivo	12
2.2.3.1.	Razones para el empleo de aditivos	14
2.2.3.2.	Clasificación de los aditivos para concreto	14
2.2.3.3.	Aditivos acelerantes	15
2.2.3.4.	Tipos de aditivos	15
2.2.4.	Agregados para el concreto	16
2.2.4.1.	Clasificación de los agregados para concreto	17
2.2.4.2.	Características físicas	17
2.2.4.2.1.	Peso específico	18
2.2.4.2.2.	Peso unitario	18
2.2.4.2.3.	Absorción	18
2.2.4.2.4.	Humedad	19
2.2.4.3.	Análisis granulométrico	19
2.2.4.4.	El módulo de fineza	21
2.2.4.5.	Diseño de mezcla de concreto normales	21
2.2.4.5.1.	Parámetros básicos de los métodos de diseño de mezclas de concreto	22
2.2.4.6.	Método del módulo de fineza total	24
2.2.4.7.	El agua para curado del concreto	25
2.2.4.8.	Resistencia a la compresión del concreto	26
2.2.4.9.	Rigidez del concreto a edades tempranas	26

### **CAPITULO III: HIPOTESIS**

3.1.	Formulación de la hipótesis	27
3.2.	Variables	27



## **CAPITULO IV: MATERIALES Y PROCEDIMIENTO**

4.1.	Agregado global	28
4.1.1.	Propiedades físicas del agregado global del Rio Bado	28
	A. Determinación del contenido de humedad natural	29
	B. Determinación del peso específico y absorción	30
	C. Determinación del peso unitario suelto del agregado "Hormigón del Rio Bado"	32
	D. Diseño de mezcla tomando como referencia método del módulo de fineza	33
	E. Análisis granulométrico	34
	E.1. Parábola de Fuller	35
4.2.	Aditivo Chema 3	36
4.2.1.	Características y propiedades del aditivo	36
4.3.	Cemento Portland	38
4.3.1.	Tipo Ico	38
4.4.	Agua	38

## **CAPITULO V: METODO**

5.1.	Diseño de mezcla tomando como referencia método módulo de Fineza	39
5.2.	Diseño de la mezcla para diferentes relaciones agua/cemento tipo Ico.	39
5.2.1.	Relación Agua/Cemento 0.40	39
5.2.2.	Relación Agua/Cemento 0.45	42
5.2.3.	Relación Agua/Cemento 0.50	45
5.2.4.	Relación Agua/Cemento 0.55	48

## **CAPITULO VI: DISEÑO DEL CONCRETO**



6.1.	Resistencia a la compresión para las relaciones agua/cemento 0.40, 0.45, 0.50, 0.55 a los 28 días.	51
6.2.	Diseño del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	52
6.2.1.	Relación Agua/Cemento 0.53	52
6.3.	Diseño de la mezcla para la resistencia $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mas el aditivo Chema3	53

## **CAPITULO VII: ENSAYOS**

7.1.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco sin aditivo chema3 para los días 7, 14,28.	55
7.1.1.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco para 7 días.	55
7.1.2.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco para 14 días.	55
7.1.3.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco para 28 días.	56
7.2.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco con aditivo chema3 para los días 7, 14,28.	56
7.2.1.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco con aditivo para 7 días.	56
7.2.2.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco con aditivo para 14 días.	57
7.2.3.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco con aditivo para 28 días.	57

## **CAPITULO VIII: RESULTADOS**



8.1.	Evaluación promedio a la compresión para las relaciones agua/cemento 0.40, 0.45, 0.50, 0.55 a los 28 días.	58
8.1.1.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco A/C 0.40	58
8.1.2.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco A/C 0.45	58
8.1.3.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco A/C 0.50	59
8.1.4.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco A/C 0.55	59
8.2.	Grafica relación Agua/Cemento vs. Resistencia a la compresión con el cemento portland tipo lco para obtener $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	60
8.3.	Evaluación promedio a la compresión para las relaciones 7,14 y 28 días.	60
8.3.1.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco para 7 días.	60
8.3.2.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco para 14 días.	61
8.3.3.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco para 28 días.	61
8.4.	Grafica de resistencia a la compresión con cemento tipo lco para los 7, 14 y 28 días.	62
8.5.	Evaluación promedio a la compresión para las relaciones 7,14 y 28 días con aditivo chema3	62
8.5.1.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco para 7 días.	62
8.5.2.	Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco para 14 días.	63



8.5.3. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico para 28 días.	63
8.6. Grafica de resistencia a la compresión del concreto con el cemento portland tipo Ico para los 7,14 y 28 días con aditivo chema3.	64
8.7. Grafica de barras comparativa con aditivo chema3 y sin aditivo	64

## **CAPITULO IX: DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

9.1. Discusión de Resultados	65
9.2. Conclusiones	68
9.3. Recomendaciones	72

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>73</b>
-----------------------------------	-----------

<b>ANEXOS</b>	<b>74</b>
---------------	-----------



**“ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL  
USANDO AGREGADO GLOBAL DEL RÍO BADO HUAMACHUCO-LA LIBERTAD Y ADITIVO  
CHEMA 3”**

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Valor Máximo Admisible (Ph) NTP 339.088	12
Tabla 2: Tamices Standard ASTM	20
Tabla 3: Tamaño máximo de agregado (Enrique Pasquel)	23
Tabla 4: Parábola de Fuller (Enrique Pasquel)	24
Tabla 5: Granulometría Agregado Global NTP: 400-03	28
Tabla 6: Granulometría de la muestra global del Rio Bado	28
Tabla 7: Especificaciones técnicas cemento tipo Ico	38
Tabla 8: Dosificación de mezcla tanda F'c concreto fabricado con cemento (Ico) y agregado global-Fuente propia	68
Tabla 9: Relación A/C y endurecido F'c - Fuente propia	68
Tabla 10: Dosificación de mezcla tanda con y sin aditivo Chema3	69
Tabla 11: Relación días y resistencia F'c con y sin aditivo Chema3 – Fuente propia	70

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Localización del distrito de Huamachuco (fuente: Municipalidad distrital de Huamachuco)	1
Figura 2: diseño por rendimiento incorrecto A/C 0.40	40
Figura 3: diseño por asentamiento Correcto A/C 0.40	40
Figura 4: diseño por rendimiento incorrecto A/C 0.45	43
Figura 5: diseño por asentamiento Correcto A/C 0.45	43
Figura 6: diseño por rendimiento incorrecto A/C 0.50	46
Figura 7: diseño por asentamiento Correcto A/C 0.50	46
Figura 8: diseño por rendimiento incorrecto A/C 0.55	49
Figura 9: diseño por asentamiento Correcto A/C 0.55	49

## **ÍNDICE DE GRAFICOS**

Grafico 1: Tamices standard ASTM, % Pasante y % Retenido	20
Grafico 2: Incremento de la Resistencia en el concreto a edades Fuente: Aguilar y Rodríguez (2009)	25
Grafico 3: Granulometría global del Rio Bado (fuente propia)	35
Grafico 4: Fuller Vs. Granulometría global del Rio Bado	36
Grafico 5: Relación a/c Vs. Resistencia $F'c=kg/cm^2$	60
Grafico 6: Relación Días Vs. Resistencia $F'c=kg/cm^2$	62
Grafico 7: Relación Días Vs. Resistencia $F'c=kg/cm^2$ con aditivo Chema3	64
Grafico 8: Porcentaje relación Sin aditivo Vs Con Aditivo Chema3.	64
Grafico 9: Relación Días Vs. Resistencia $F'c=kg/cm^2$ con aditivo Chema3 y sin aditivo.	66

## **CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huamachuco, busca constituirse según los planes específicos y los proyectos de intervenciones urbanas futuras, con participación pública y privada, orientada al desarrollo integral y sostenible del territorio provincial. Se utilizan los materiales o agregados de la zona, denominado HORMIGON que es extraído de la cantera Rio Bado , la población tiene la necesidad de usar este material ya que es natural de su zona (Sierra), es denominado agregado global (NTP 400.037) según la NTP(Norma Técnica Peruana) y según el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), la norma técnica de edificaciones E-060 “NORMA DE CONCRETO ARMADO” en su capítulo 3.3.10 menciona que el Hormigón no puede usarse en concretos con resistencias mayores a 10MPA que equivale a 108.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

El agregado utilizado para la realización de la presente investigación, pertenece a la cantera del Rio Bado, el material consta de arena y grava mezclados, extraído es su estado natural sin afectar el cauce, su altitud es de 3,400 mts s.n.m.m, a 18 km al Este de la mina lagunas Norte (Barrick).

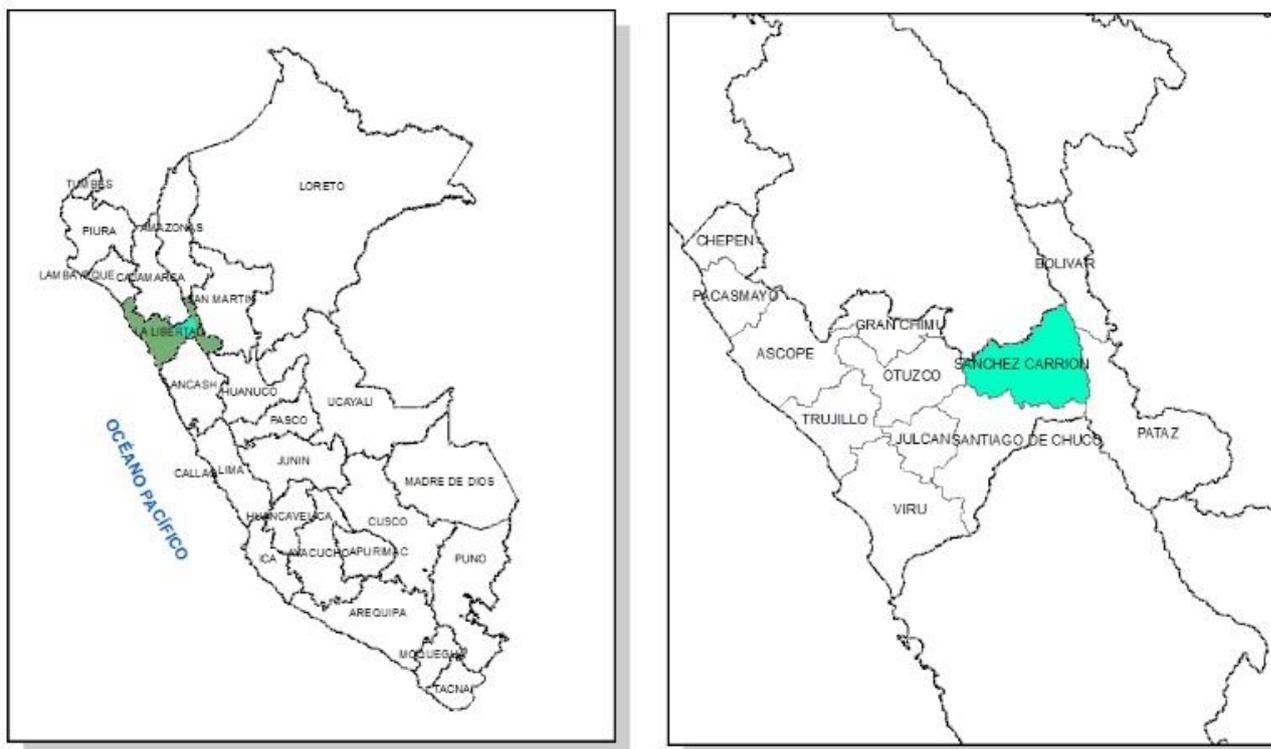


Figura 1. Localización del distrito de Huamachuco: FUENTE: Municipalidad Distrital de Huamachuco.

En Huamachuco, la mayoría de viviendas son edificaciones de 2 pisos, en las especificaciones técnicas los elementos estructurales más frecuentes, solicitan Resistencia a la compresión de  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , determinando un diseño de mezcla utilizando el aditivo para incrementar la resistencia temprana, demostrando que a través de los ensayos cumpla con el elemento estructural  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en estado Fresco (Asentamiento, Rendimiento) y estado endurecido requerido con el agregado global del Rio Bado. Esto es debido a la necesidad de mejoramiento en la construcción de las zonas que van empleándose cada vez más.

## **1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las características mecánicas de un concreto de resistencia inicial  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  elaborado con agregado global del Rio Bado –La Libertad y adición del aditivo Chema 3?

## **1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACION**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar las características del concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  en estado fresco y endurecido con el aditivo fabricado con agregado global del Rio Bado.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Realizar el estudio de las propiedades físicas del agregado global de la cantera del Rio Bado.

- ✓ Realizar el diseño de mezcla con el agregado global de la cantera del Rio Bado para la relación agua/cemento de 0,40 – 0,45 – 0,50 y 0,55, para un asentamiento entre 3” – 4”. Para cemento portland (Ico)
- ✓ Elaborar 12 testigos cilíndricos con el diseño de mezcla de concreto con Cemento Portland Tipo Ico, para determinar su resistencia a la compresión a edad de 28 días.
- ✓ Elaborar la curva de resistencia a la compresión del concreto Vs. relación agua/ cemento para hallar  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ .
- ✓ Realizar el diseño de mezcla para la relación agua/cemento de un  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  con y sin aditivo Chema3.
- ✓ Elaborar 18 testigos cilíndrico para la mezcla patrón con  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  para los 7,14 y 28 días con y sin aditivo Chema3.
- ✓ Elaborar la curva de resistencia a la compresión del concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  Vs. Días con y sin aditivo Chema3.
- ✓ Determinar el desempeño en resistencia del uso del aditivo Chema3 para  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ .

#### 1.4. JUSTIFICACION

La razón por la cual este proyecto de investigación se inicia a partir de la necesidad de saber el comportamiento del aditivo junto con la mezcla de concreto y la ayuda de uso con el agregado global de la cantera Rio Bado, satisfaciendo y cumpliendo los requerimientos de las especificaciones técnicas tomando como parámetro principal el tipo de concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  y logrando expresar mediante una curva el comportamiento en su etapa de fraguado.

La investigación que se realizará servirá como guía y referencia para la localidad de Huamachuco, tanto para obras públicas y privadas, usando el agregado global de la cantera Rio Bado, con la mezcla de agua/cemento y aditivo Chema 3 siendo el resultado es su comportamiento. Si las curvas nos indican un contenido un mínimo de resistencia y durabilidad, la mezcla deberá diseñarse con aquel criterio que conduzca a una mayor cantidad de cemento.

Según la norma E-060 el Hormigón no se puede usar, eso quiere decir que aditivos tampoco porque lo prohíbe la norma y es por eso que se va a seleccionar la cantera Rio Bado para poder hacer el análisis en relación a/c y obtener un concreto de alto desempeño con aditivo Chema 3. El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas al tomar contacto el cemento con el agua. Se llama fraguado a la fase inicial de hidratación y se caracteriza por el paso de la mezcla de estado fluido a estado sólido. Posteriormente a medida que avanzan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los componentes del cemento, el concreto va endureciéndose y ganando un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO

### 2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

**A.** Sánchez & Tapia (2015), Realizaron una tesis Titulada “RELACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO A EDADES DE 3,7,14,28 Y 56 DIAS RESPECTO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO A EDAD DE 28 DIAS” , En la Universidad Privada Antenor Orrego , la investigación llevo a la siguientes principales conclusiones:

- Para sus concretos elaborados y curados en laboratorio, la resistencia a compresión a los 28 días, sobre la base de resistencias a edades aproximadas están dada sus fórmulas:

a. Para el cemento portland tipo Ico:

- Para resistencias aproximadas hasta 150 kg/cm<sup>2</sup> :

$$R_{28} = \frac{R}{0.2877 T^{0.341} \pm 0.031}$$

- Para resistencias aproximadas entre 150 a 210 kg/cm<sup>2</sup> :

$$R_{28} = \frac{R}{0.3864 T^{0.276} \pm 0.055}$$

- Para resistencias mayores entre 210 a 280 kg/cm<sup>2</sup> :

$$R_{28} = \frac{R}{0.4398 T^{0.2275} \pm 0.092}$$

b. Para el cemento portland tipo V:

- Para resistencias aproximadas entre 150 a 280 kg/cm<sup>2</sup> :

$$R_{28} = \frac{R}{0.5133 T^{0.1856} \pm 0.122}$$

**B. Cueva & Muñoz (2016),** Realizaron una tesis Titulada “CARACTERISTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO FABRICADO CON AGREGADO GLOBAL DEL RIO CANCHAN, CHILLIA-PATAZ-LA LIBERTAD” En la Universidad Privada

Antenor Orrego , la investigación llevo a la siguientes principales conclusiones:

- Se realizaron los diseños de mezcla de concreto con los dos tipos de cemento portland (ico y ms). Ya que la distribución granulométrica del agregado global del Rio Canchan se aproximan a la gradación propuesta por la parábola de Fuller, se utilizó el método del módulo de fineza para la mezcla de agregados y se determinaron las características del concreto en estado fresco y endurecido fabricado con Agregado Global de la cantera Rio Canchan siendo las siguientes.

						CARACTERISTICAS	
DOSIFICACION DE MEZCLA TANDA						FRESCO	ENDURECIDO
CEMENTO	A/C	AGUA (lt)	CEMENTO (blsa)	AGR. GLOBAL (lata)	AGUA (lata)	SLUMP (")	F'c
Ico	0.4	195	1	4.5	0.7	3.5	316.04
	0.45	179	1	5.9	0.8	3.1	256.29
	0.5	166	1	7.5	0.9	3	188.12
	0.55	158	1	8.9	1.0	3.8	155.76
Ms	0.4	195	1	4.5	0.7	3.5	356.21
	0.45	179	1	5.9	0.8	3.5	310.92
	0.5	166	1	7.5	0.9	3.5	261.65
	0.55	158	1	8.9	1.0	3	210.29

(\*) Este diseño se realizó con Modulo de fineza de agregado de 5.55 y TMN ¼”.

Concluyendo que a menor relación A/C mayor será las resistencia del concreto.

- Las características del agregado global de la cantera Rio Canchan son óptimas para realizar el diseño de mezcla por el método del módulo de fineza.
- Se determinaron las propiedades químicas del agregado global de la cantera Rio canchan y se obtuvieron valores que están dentro de lo permisible por la NTP.334.090, entonces se concluye que estas propiedades no afectan de manera significativa en el diseño de mezcla del concreto.
- Se logró determinar una curva  $a/c$  Vs  $F'c$  para cada tipo de cemento, obteniéndose un rango de resistencia a la compresión con el cemento Ico de (155.76 – 316.04) kg/cm<sup>2</sup> y para cemento tipo Ms (210.29-356.21) kg/cm<sup>2</sup>.

**C.** Anchayhua (2005), Realizo una tesis Titulada “USO DEL HORMIGON CLASIFICADO DE RIO EN LA FABRICACION DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA Y SU EXPLITACION COMO AGREGADO GLOBAL” En la Universidad Nacional de Ingeniería, la investigación llego a la siguientes principales conclusiones:

- Es recomendable el uso del hormigón clasificado, para la fabricación de concretos masivos de mediana a baja resistencia, debido a que estos tienen una muy buena trabajabilidad – bajo una buena dosificación de mezcla – el cual se puede utilizar en cualquier tipo de estructura.
- De la comparación de resistencias a la compresión obtenida, los concretos fabricados con agregado GLOBAL DE RIO son menos resistentes hasta en 22 % para la relación agua /cemento. 0/60, 16% en  $a/c$  0.65 y 15% en  $a/c$  0.70, que aquel concreto fabricado con piedra chanchada y arena gruesa de cerro (agregado convencional): habiendo una tendencia de ser menos resistentes los concretos fabricados con agregado GLOBAL DE RIO en comparación a los concretos convencionales, conforme disminuye la relación agua cemento.

		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
		0.60	0.65	0.70
AGREGADO	DISEÑO	VALOR PORCENTUAL (%)		
Hormigón de Río	Global de Río	100	100	100
Convencional (Piedra Chancada + Arena de Cerro)	D. Avendaño	122	116	115

- Finalmente; para fabricar concreto de mediana a baja resistencia, en lugares donde es imposible fabricar piedra chancada y arena gruesa de cerro (agregado convencional) por el alto costo que pueda ocasionar la instalación de equipos y maquinarias; el uso del hormigón clasificado de río como agregado global es una alternativa ineludible ya que el comportamiento del concreto fabricado con este agregado es satisfactorio para su uso, que finalmente puede reducirnos el tiempo de ejecución y el costo de la obra.

**D.** Huincho (2011), Realizo una tesis Titulada “CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA USANDO ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, MICROSILICE Y NANOSILICE CON CEMENTO PORTLAND TIPO I” En la Universidad Nacional de Ingeniería, la investigación llego a la siguientes principales conclusiones:

- Se ha logrado obtener un concreto de alta resistencia a la compresión con un valor de 1423 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de los 90 días y que además tiene la propiedad de ser un concreto autocompactado.
- Los concretos con adiciones de microsilice (10, 15,20%) reportan resistencias a la compresión superiores a los concretos con adición de nanosilice (1.0, 1.5 y 2.0%), sin embargo la adición de nanosilice incrementa también la resistencia a la compresión del concreto pero no en la misma magnitud que la micrilice, su ventana es su estado líquido y también su uso en bajas dosis (menor al 1%).
- El aditivo superplastificante en una dosis de 3.00% en peso de cemento reduce la cantidad de agua en más del 40%.

## **2.2. DATOS TEORICOS**

### **2.2.1. CEMENTO PORTLAND**

R. el cemento portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finalmente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas. **(Abanto, F.1996).**

#### **2.2.1.1. CLASIFICACION DEL CEMENTO PORTLAND**

R. los cementos portland, se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se ha normalizado sobre la base de la especificación ASTM de normas para el cemento Portland (C 150).

**TIPO I:** Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento

**TIPO II:** Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado a calor de hidratación.

**TIPO III:** Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos en cemento tipo I o tipo II.

**TIPO IV:** es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación

**TIPO V:** es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar.

### 2.2.2. CONCRETO

El concreto se constituye aproximadamente de entre 70-80% de agregados (grava y arena) en volumen, el resto es pasta de cemento. La pasta de cemento a su vez se compone de un 30-50% de cemento en volumen y el resto es agua. El agregado ocupa el mayor volumen del concreto, este ingrediente es uno de los más abundantes en la corteza terrestre, aunque no necesariamente el más barato, especularmente cuando se requiere someterlo a un proceso de trituración o lavado. El cemento, es sin lugar a dudas el ingrediente más caro con el que se elabora el concreto, gran parte de los conocimientos que contiene la tecnología del concreto va encaminados hacia el uso racional de este ingrediente, el cemento se debe emplear solo en las cantidades adecuadas para cumplir con la resistencia y durabilidad. **(Domínguez, J.2013).**

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijas, especialmente la resistencia.

### **CONCRETO = CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA**

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto. **(Abanto, F.1996).**

### 2.2.2.1. TIPOS DE CONCRETO

**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.

**CEMENTO + A.FINO + A.GRUESO + AGUA = CONCRETO SIMPLE**

**Concreto armado:** se denomina al concreto simple cuando este lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzo de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto.

**CEMENTO + A.FINO + ARMADURAS = CONCRETO ARMADO**

**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-establecida en el diseño y una durabilidad adecuada.

**Concreto ciclópeo:** se denomina así al concreto simple que esta completado 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.

**CONCRETO + PIEDRA = CONCRETO  
SIMPLE DESPLAZADORA CICLOPEO**

### 2.2.2.2. EL AGUA EN EL CONCRETO

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

#### 2.2.2.2.1. REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL AGUA

El agua a emplearse en la preparación del concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero, para comparar los resultados con los valores máximos admisible de las sustancias existentes en el agua a utilizarse en la preparación del concreto que a continuación indicamos:

Ensayos	Tolerancias
Sólidos en suspensión (ppm)	5000 máx.
Materia Orgánica (ppm)	3,00 máx.
Alcalinidad $\text{NaHCO}_3$ - (ppm)	1000 máx.
Sulfatos como ión Cl (ppm)	1000 máx.
pH	5,5 a 8,0

Tabla 1: Valor Máximo Admisible (PH) NTP 339.088

### 2.2.3. ADITIVO

Se denomina aditivo a las sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades y hacerlo mejor para el fin a que se destine.

Los aditivos que deben emplearse en el concreto cumplirán con las especificaciones de la norma ITINTEC 339.086 (**Abanto, F.1996**).

Un aditivo se define como cualquier sustancia diferente a los ingredientes convencionales del concreto, como son: agua, agregados y el cemento. El aditivo puede tener forma líquida o en polvo y puede ser orgánico o inorgánico, la sustancia se agrega normalmente un poco antes del mezclado o durante el mezclado del concreto. Los aditivos se pueden emplear para propósitos muy diversos, sin embargo generalmente se emplean para hacer al concreto más manejable en su estado fresco, para modificar las etapas de hidratación o para resaltar alguna propiedad en el estado endurecido. Generalmente el uso de aditivos encarece el producto final, por lo que es recomendable que antes de emplear un aditivo se verifique primero si con un cambio en las proporciones de los ingredientes convencionales se obtienen los resultados deseados. También es recomendable que cuando se haya decidido emplear aditivos, estos no se usen directamente en la obra sin antes haber realizado ensayos, puede resultar desastroso para la obra el descubrir que los aditivos no lograron los efectos deseados. Los aditivos al igual que otros materiales son susceptibles de variaciones. **(Domínguez, J.2013)**

Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto. En nuestro país no es frecuente el empleo de aditivos por la creencia generalizada de que su alto costo no justifica su utilización en el concreto de manera rutinaria; pero si se hace un estudio detallado del incremento en costo del m<sup>3</sup>. De concreto (incremento que normalmente oscila entre el 0.5 al 5% dependiendo del producto en particular), y de la economía en mano de obra, horas de operación y mantenimiento del equipo, reducción de plazos de ejecución de las labores, mayor vida útil de las estructuras etc., se concluye en que el costo extra es solo aparente en la mayoría de los casos, en contraposición a la gran cantidad de beneficios que se obtienen. Aunado a esto, hay mucho desconocimiento sobre el uso y potencialidades de los aditivos, ya que al no

ser productos de gran disponibilidad y consumo en el mercado local, son relativamente pocos los profesionales que tienen la oportunidad de emplearlo e investigar sus posibilidades con los materiales y condiciones locales. **(Pasquel, E. 1998).**

### **2.2.3.1. RAZONES PARA EL EMPLEO DE ADITIVOS**

Los aditivos son utilizados principalmente para mejorar una o varias de las siguientes características del concreto:

- Aumentar la trabajabilidad, sin modificar el contenido del agua.
- Retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial.
- Modificar la velocidad de producción de calor de hidratación.
- Reducir la exudación y sangrado.
- Incrementar la durabilidad o resistencia.
- Reducir la permeabilidad a los líquidos.
- Incrementar la adherencia del concreto viejo y nuevo.
- Mejorar la adherencia del concreto con el refuerzo.

### **2.2.3.2. CLASIFICACION DE LOS ADITIVOS PARA CONCRETO**

Para el desarrollo de los diferentes tipos de aditivos, los clasificaremos desde el punto de vista de las propiedades del concreto que modifican, ya que ese es el aspecto básico al cual se apunta en obra cuando se desea buscar una alternativa de solución que no puede lograrse con el concreto normal.

### 2.2.3.3. ADITIVOS ACELERANTES

Sustancias que reducen el tiempo normal de endurecimiento de la pasta de cemento y/o aceleran el tiempo normal de desarrollo de la resistencia Proveen una serie de ventajas como son:

- a) Desencofrado en menor tiempo del usual
- b) Reducción del tiempo de espera necesario para dar acabado superficial
- c) Reducción del tiempo de curado
- d) Posibilidad de combatir rápidamente las fugas de agua en estructuras hidráulicas
- e) Reducción de presiones sobre lo encofrados posibilitando mayores alturas de vaciado
- f) Contrarrestar el efecto de las bajas temperaturas en clima frío desarrollando con mayor velocidad el calor de hidratación, incrementando la temperatura del concreto y consecuentemente la resistencia. **(Pasquel, E. 1998).**

### 2.2.3.4. TIPOS DE ADITIVOS

Los aditivos son considerados en la norma de acuerdo a la siguiente clasificación:

- a) Plastificante, reductor de agua**, que mejora la consistencia del concreto y reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir concreto de consistencia determinada.
- b) Retardador**, que alarga el tiempo de fraguado del concreto.
- c) Acelerador**, que acorta el tiempo de fraguado y el desarrollo de la resistencia inicial del concreto.
- d) Plastificante y retardador**, que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y retarda el fraguado.

**e) Plastificante y acelerador**, que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y acelera su fraguado y el desarrollo de su resistencia.

**f) Incorporadores de aire**, aumentan la resistencia del concreto a la acción de las heladas por que introducen burbujas diminutas en la mezcla de cemento endurecida. Estas burbujas actúan como amortiguadores para los esfuerzos inducidos por la congelación y descongelación

**g) Adhesivos**, que mejoran la adherencia con el refuerzo.

**h) Impermeabilizantes e inhibidores de corrosión.**

#### **2.2.4. AGREGADOS PARA EL CONCRETO:**

Agregado fino: arena

Agregado grueso: grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos.

Observaciones

#### **CEMENTO + AGUA = PASTA**

#### **AGREGADO FINO + AGREGADO GRUESO = HORMIGON**

Las operaciones en la producción del concreto variaran de acuerdo con el género de la obra que lo requiere y con el tipo de concreto que se produzcan.

Las etapas principales para la producción de un buen concreto son:

1. Dosificación
2. Mezclado
3. Transporte
4. Colocación
5. Consolidación
6. Curado. **(Abanto, F.1996).**

Ocupan alrededor de las  $\frac{3}{4}$  partes del volumen total, están constituidos básicamente por partículas minerales de arenisca, granito, basalto, cuarzo o combinaciones de ellos, y sus características físicas y químicas tienen influencia en prácticamente todas las propiedades del concreto. La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el Concreto para obtener una estructura densa y eficiente así como una Trabajabilidad adecuada. Está científicamente demostrado que debe haber un ensamble casi total entre las partículas, de manera que las más pequeñas ocupen los espacios entre las mayores y el conjunto esté unido por la pasta de cemento. **(Pasquel, E. 1998).**

#### **2.2.4.1. CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO**

La Norma Técnica Peruana se aplica las siguientes definiciones, además de las que se presentan en la NTP 400.011. NTP 334.001 y NTP 339.047

**a) Agregado para hormigón (concreto):** es un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la presente NTP.

**b) Agregado fino:** es el agregado proveniente

#### **2.2.4.2. CARACTERISTICAS FISICAS**

En general son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación.

Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas standard que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas. Es importante para evaluar estos requerimientos el tener claros los conceptos relativos a las siguientes características físicas de los agregados y sus expresiones numéricas. **(Pasquel, E. 1998).**

#### **2.2.4.2.1. PESO ESPECIFICO**

Las normas ASTM C-127 y C-128 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación. Hay que tomar en cuenta que las expresiones de la norma son adimensionales, luego hay que multiplicarlas por la densidad del agua en las unidades que se deseen para obtener el parámetro a usar en los cálculos.

#### **2.2.4.2.2. PESO UNITARIO**

La norma ASTM C-29 define el método estándar para evaluarlo, en la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8" en 3 capas. El valor obtenido, es el que se emplea en algunos métodos de diseño de mezclas para estimar las proporciones y también para hacer conversiones de dosificaciones en peso a dosificaciones en volumen.

#### **2.2.4.2.3. ABSORCION**

La norma ASTM C-127 Y 128 establecen la metodología para su determinación expresada en formulas.

#### **2.2.4.2.4. HUMEDAD**

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto. La humedad se expresa con formula según la norma ASTM C-566.

#### **2.2.4.3. ANALISIS GRANULOMETRICO**

Se tamiza por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos refiriéndose en % con respecto al peso total, se le denomina análisis granulométrico o granulometría, es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños, los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordinado semi-logaritmico que permite apreciar la distribución acumulada. La serie de tamices estándar ASTM para concreto tiene la particularidad de que empieza por el tamiz de abertura cuadrada 3" y el siguiente tiene una abertura igual a la mitad de la anterior. A partir de la malla 3/8" se mantiene la misma secuencia, pero el nombre de las mallas se establece en función del número de aberturas por pulgada cuadrada.

### Tamices Standard ASTM

DENOMINACION DEL TAMIZ	ABERTURA EN PULGADAS	ABERTURA EN MILIMETROS
3"	3.0000	75.0000
1 1/2"	1.5000	37.5000
3/4"	0.7500	19.0000
3/8"	0.3750	9.5000
No 4	0.1870	4.7500
No 8	0.0937	2.3600
No 16	0.0469	1.1800
No 30	0.0234	0.5900
No 50	0.0117	0.2950
No 100	0.0059	0.1475
No 200	0.0029	0.0737

Tabla 2.- Tamices Standard ASTM

El significado práctico del análisis granulométrico de los agregados es que la granulometría influye directamente en muchas propiedades del concreto fresco así como en algunas del concreto endurecido, por lo que interviene como elemento indispensable en todos los métodos de diseño de mezcla.

### Tamices Standard ASTM , % Pasante y % Retenido

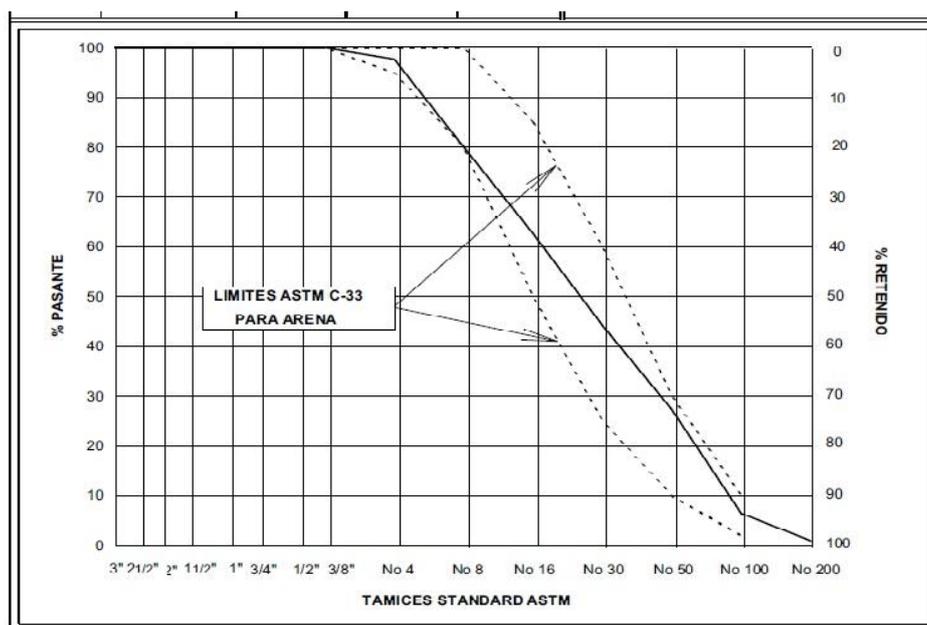


Gráfico 1: Tamices standard ASTM, % Pasante y % Retenido (ASTM)

#### 2.2.4.4. EL MODULO DE FINEZA

Es un concepto sumamente importante establecido por Duff Abrams en el año 1925 y se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie Standard hasta el Tamiz No 100 y esta cantidad se divide entre 100. El sustento matemático del Módulo de Fineza reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de partículas de una cierta distribución granulométrica. Se tiene en cuenta que es un criterio que se aplica tanto para la piedra como para la arena, en lo general sirve para caracterizar cada agregado independientemente o la mezcla de agregados en conjunto. La base experimental que apoya al concepto de Modulo de fineza es que granulometrías que tengan igual M.F. independientemente de la gradación individual, requieren la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de similar plasticidad, resistencia y lo convierte en un parámetro ideal para el diseño y control de mezclas.

$$MF = \frac{\sum \%Ret. Acum. (1\frac{1}{2}'' ; \frac{3}{4}'' ; \frac{3}{8}'' ; N^{\circ}4; N^{\circ}8; N^{\circ}16; N^{\circ}30; N^{\circ}50; N^{\circ}100)}{100}$$

#### 2.2.4.5. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMALES

El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto constructivo.

Consiste en la aplicación sistemática de ciertas tablas y proporciones ya establecidas que satisfacen prácticamente todas las situaciones normales en las obras, lo cual está muy alejado de la realidad, ya que es en esta etapa del proceso constructivo cuando resulta primordial la labor creativa del

responsable de dicho trabajo y en consecuencia el criterio personal. Existen en la actualidad una serie de métodos de diseño de mezclas que con mayor o menor refinamiento establecen tablas y/o gráficos para estimar cantidades de agua de amasado en función del tamaño máximo, geometría del agregado y el asentamiento; relaciones Agua/ Cemento a usar las proporciones en que deben intervenir la piedra y la arena en base a gradaciones y consideraciones teóricas y/o prácticas etc.

No existe ningún método perfecto ni que nos proporcione una receta infalible para solucionar todos los casos prácticos, por lo que las bondades de un método sobre otro residen finalmente en el criterio personal de quien lo aplique y los resultados que cada profesional con su conocimiento técnico y experiencia obtenga en obra.

#### **2.2.4.5.1. PARAMETROS BASICOS DE LOS METODOS DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

##### **a) La resistencia en compresión y la relación Agua/Cemento**

Dado por lo general la resistencia en compresión es un requisito fundamental que emana del proyecto estructural o en algunas ocasiones el proyectista exige consideraciones especiales de durabilidad, se deriva entonces que un parámetro ineludible en el diseño de mezclas es la relación Agua/Cemento. **(Pasquel, E. 1998).**

**Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire**

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
<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	---
% Aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
<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	---
<b>% de Aire incorporado en función del grado de exposición</b>								
Normal	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Moderada	8.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Extrema	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Tabla 3: tamaño máximo de agregado (ENRIQUE PASQUEL)

En la tabla se establece relaciones Agua/Cemento a 28 días para concreto sin y con aire incorporado, que pueden usarse sin problemas para diseños de mezcla iniciales. Los valores se ha determinado experimentalmente para concreto si aire incorporado con hasta 2% de aire atrapado y tienen validez para concreto hasta 6% de aire incorporado. La resistencias corresponden a probetas cilíndricas estándar y concreto con agregado grueso de tamaño máximo entre 3/4 a 1".

### 2.2.4.6. METODO DEL MODULO DE FINEZA TOTAL

Se toma el módulo de fineza total siendo un método en el cual los agregados en curvas teóricas son evaluados para satisfacer determinado diseño de mezcla. El sustento teórico reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de las partículas para una cierta distribución granulométrica y experimentalmente, los concretos con igual módulo de fineza total de los agregados tienen ciertos límites para el requerimiento de agua, resistencia y trabajabilidad. En base a esto varios investigadores han establecido módulos de fineza óptimos para ciertas condiciones de contenido de cemento, tamaño máximo y tipo de agregados que permiten una aproximación práctica muy buena a los diseños eficientes. **(Pasquel, E. 1998).**

#### Curva Granulométrica Teórica de Fuller

<b>FORMULA GENERAL</b>	$y = g (D/ d)^i + (100 - g) x ( d/D)^h$
------------------------	---

AUTOR	PARAMETROS			LIMITES OPTIMOS		NOTAS
	g	i	h	n	D	
Fuller y Thompson	0	..	0.5	6 9	5 a 100 20 a 40	(1) (1)

<u>PARAMETROS</u>	<u>NOTAS</u>
<p><b>y</b> = % Pasante acumulado  <b>d</b> = Abertura del Tamiz  <b>D</b> = Tamaño máximo de partículas  <b>n</b> = Relación Agregado / Cemento en peso  <b>Agregado</b> = Arena y piedra  <b>Asentamiento</b> = 3" a 5"</p>	<p>(1) Solo para Agregado                  (2) Mezcla Cemento = Agregado                  (3) Mezcla Cemento = Agregado chancado                  (4) Agregado con gradación fuller</p>

Tabla 4: Parábola de Fuller (ENRIQUE PASQUEL)

Para encontrar de manera simple la proporción de mezcla de los agregados conocidos para acercarnos al Módulo de fineza óptimo se calculara de la siguiente manera:

$$MF_{(P+A)} \text{ en Peso} = \%P \times MF_P + \% A \times MF_A$$

Donde :

- M.F.<sub>(P+A)</sub> = M.de fineza de la mezcla de los agregados P y A.
- % P = % en peso en que interviene P en la mezcla.
- % A = % en peso en que interviene A en la mezcla.
- M.F.<sub>(P)</sub> = Módulo de fineza del agregado P.
- M.F.<sub>(A)</sub> = Módulo de fineza del agregado A.

### 2.2.4.7. EL AGUA PARA CURADO DEL CONCRETO

El curado consiste en los contenidos de humedad y de temperaturas, durante el periodo definido después de la colocación y acabado con el tiempo deseado a 28 días la medida de reacción de hidratación se desarrolla completamente, influirá en la resistencia, durabilidad y densidad del concreto. Los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado.

El agua adicional que puede contribuir a hidratar el concreto proveniente del curado, representa una fracción solamente del agua total, por lo que las limitaciones para el caso del agua de curado pueden ser menos exigentes que en el caso del agua de mezcla, pudiendo aceptarse reducirlas a la mitad en la mayoría de los casos. Es recomendable el curado. **(Pasquel, E. 1998).**

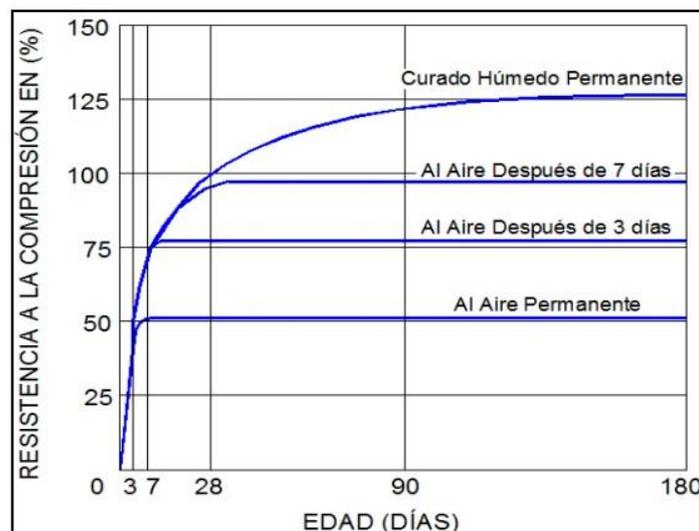


Gráfico 2: Incremento de la Resistencia en el concreto a edades  
Fuente: Aguilar y Rodríguez (2009)

#### **2.2.4.8. RESISTENCIA A LA COMPRESION EL CONCRETO**

La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto a la carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>) a una edad de 28 días se le designa con el símbolo  $f_c$ . Para determinar la resistencia a la compresión, se realizan pruebas especímenes cilíndricos de concreto que miden 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de altura. La resistencia del concreto a la compresión es una propiedad física fundamental, y es frecuentemente empleada en los cálculos para diseño de estructuras. El concreto de uso generalizado tiene una resistencia a la compresión entre 210 y 350 kg/cm<sup>2</sup>. Un concreto de alta resistencia tiene una resistencia a la compresión de al menos 420 kg/cm<sup>2</sup>. Resistencia de 1,400 kg/cm<sup>2</sup> se ha llegado a utilizar en aplicaciones de construcción. En la sección 2.3 se estudia el ensayo del método de madurez del concreto, el cual será el que objetivo de esta investigación para determinar la evolución de resistencia en una vivienda moldeada y colada en el sitio, ya que precisamente es esa la finalidad del ensayo, conocer la evolución de las características del concreto desde el momento que inicia la hidratación del cemento hasta que cumple su resistencia potencial o hasta que el usuario desea conocer. **(Aguilar y Rodríguez ,2009).**

#### **2.2.4.9. RIGIDEZ DEL CONCRETO A EDADES TEMPRANAS**

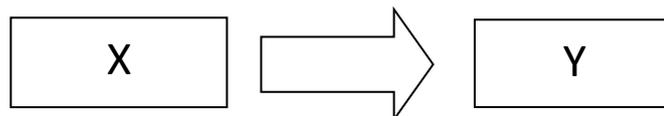
Las probetas a partir de que están elaboradas y/o concreto, se da inicio a las reacción entre el cemento y el agua que generan perdida de rigidez de la mezcla luego endurece y genera resistencia. Su proceso de evolución se caracteriza por un periodo inicial durante la mezcla de concreto permanece sin grandes cambios en su consistencia luego manifiesta su segundo periodo en el que la mezcla comienza a perder fluidez hasta convertirse en una masa rígida y no es moldeable la cual se denomina periodo de fraguado, para terminar este proceso inicia un tercer periodo que puede durar varios años. Con el ensayo de la resistencia a la penetración según las norma (ASTM C-403) se puede determinar el momento de inicio y finalización del fraguado del concreto.

### CAPITULO III: HIPOTESIS

#### 3.1. FORMULACION DE LA HIPOTESIS

Si le añado aditivo Chema 3 como parte de la dosificación del concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  preparado con agregado global del Rio Bado obtendré una resistencia mayor a una mezcla patrón.

#### 3.2. VARIABLES



Independiente (X): concreto convencional tipo Ico

Dependiente (Y): -Agregado Global Del Rio Bado  
-Aditivo chema 3

## CAPITULO IV: MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS

### 4.1. AGREGADO GLOBAL

Es una mezcla de Agregado fino y agregado grueso, normalizado por una granulometría. En la presente tabla se incluye los límites granulométricos del agregado global los que proporcionan una mayor amplitud de uso. En caso las granulometrías no cumplan al 100 % se recomienda realizar diseños de mezcla para mejor experiencia.

TAMIZ	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados		
	Tamaño máximo nominal		
	37,5 mm(1 ½ Pulg)	19,0 mm(¾Pulg)	9,5 mm(¾Pulg)
50 mm (2pulg)	100		
37,5 mm(1 ½ Pulg)	95 a 100	100	
19,0 mm (1 ½ Pulg)	45 a 80	95 a 100	
12,5 mm (¾ Pulg)			100
9,5 mm (¾ Pulg)			95 a 100
4,75 mm (No. 4)	25 a 50	35 a 55	30 a 65
2,36 mm (No. 8)			20 a 50
1,18 mm (No. 16)			15 a 40
600 µm (No. 30)	8 a 30	10 a 35	10 a 30
300 µm (No. 50)			5 a 15
150 µm (No. 100)	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*

\* Incrementar 10% para finos de roca triturada

Tabla 5: Granulometría Agregado Global NTP: 400-03

#### 4.1.1. PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO GLOBAL DEL RIO BADO

La cantidad de muestra de ensayo de agregado global es la misma para la del agregado grueso.

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (¾)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
<b>19,0 (¾)</b>	<b>5 (11)</b>
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Tabla 6- cantidad mínima de la muestra de agregado global del Rio Bado

### A. Determinación del contenido de humedad natural

Este ensayo determina el contenido de una muestra de suelo, la importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la de aire, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este. El método tradicional para la

$$w\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100$$

determinación de la humedad en el laboratorio es por medio del secado a horno, donde la humedad de un suelo es la relación expresada en porcentaje entre el peso del agua existente en una determinada masa de suelo y el peso de las partículas sólidas.

Donde:

W = contenido de humedad expresado en %

Ph = peso de la muestra húmeda

Ps = peso de la muestra seca

ENSAYO		
Peso Tara	363.5	gr
Peso Tara + MH	7631.9	gr
Peso Tara + MSeca	7522.4	gr
Ph.- Peso muestra húmeda	7268.4	gr
Ps.- Peso muestra seca	7158.9	gr
W%=(PH-PS)/PS*100	<b>1.53</b>	gr

**B. Determinación del peso específico y absorción**

## a) Procedimiento de ensayo para el agregado fino

1. Saturar una muestra mayor de 500 gramos
2. Coger 500 gr de muestra saturada superficialmente seca ( método del cono)
3. Pesar la fiola
4. Introducir la muestra saturada superficialmente seca en la fiola
5. Dejar reposar por 15 – 20 minutos
6. Determinar el peso total
7. Tratar de botar un poco de agua del frasco
8. Llevar al horno 24 horas
9. Dejar enfriar a temperatura ambiente durante 1 hora y pesar

A	Peso de la muestra seca al horno
B	Peso en el aire de la muestra SSS. (gr)
C	Peso de la muestra saturada (en agua) SSS.(gr)

Cálculos:

$$P.E.masa = A/(B-C) \quad P.E.msss = B/(B-C) \quad P.E.apar = A/(A-C)$$

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

Donde:

	CALCULOS	gr
A	4999.1	gr
B	5054.5	gr
C	3003.0	gr

Pem	2.43
Pmsss	2.45
Pea	2.50
% Abs	1.10

b) Procedimiento de ensayo para el agregado grueso

1. Saturar una muestra mayor de 500 gr.
2. Coger 500 gr de muestra saturada superficialmente seca (método del cono)
3. Pesar la fiola
4. Introducir la muestra saturada superficialmente seca en la fiola.
5. Llenar con agua hasta la marca de 500 cc.
6. Eliminar las burbujas de aire agitando la fiola
7. Dejar reposar por 15 – 20 minutos
8. Determinar el peso total
9. Tratar de botar un poco de agua del frasco
10. Llevar al horno 24 horas
11. Dejar enfriar a temperatura ambiente durante 1 hora y pesar.

Wo.	Peso de la arena secada en la estufa.
V.	Volumen de frasco
Va.	Peso del agua en gramos o volumen en cm <sup>3</sup>

Cálculos:



	AGREGADO GLOBAL	gr
Peso de la muestra + vasija	18391.22	gr
Peso de la vasija	7285.3	gr
Peso de la muestra suelta	11105.92	gr
Volumen del recipiente	8495.05	cm <sup>3</sup>

**D. Diseño de mezcla tomando como referencia método del módulo de fineza**

	AGREGADO GLOBAL	
	FINO	GRUESO
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2410.00	2430.00
Módulo de fineza	4.47	
Absorción (%)	1.34	1.10
Humedad (%)	1.53	
Pus (kg/m <sup>3</sup> )	1307.34	

**E. Análisis granulométrico (ASTM 136)**

1. Obtener una muestra representativa de grava, la cual deberá estar secada al horno
2. Pesar aproximadamente 6000gr
3. Colocar el material por partes y tamizar (esto para evitar que el exceso de peso rompa la malla)
4. Realizar el proceso de vibración de las mallas (tamizado). Girando 5° cada 25 segundos
5. Pesar el contenido de cada malla
6. Limpiar las mallas
7. Dibujar curva granulométrica

<b>GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL</b>					
MUESTRA:		Rio Bado			
PESO DE LA MUESTRA:		7268.4gr			
PROCEDENCIA:		Huamachuco			
PESO DE TARA:		363.5			
$MF = \frac{\sum \%Ret. Acum, (1\frac{1}{2}'' ; 3\frac{3}{4}'' ; 3\frac{3}{8}'' ; N^{\circ}4; N^{\circ}8; N^{\circ}16; N^{\circ}30; N^{\circ}50; N^{\circ}100)}{100}$					
TAMIZ		PESO RETEN C/MALLA A (GR)	% RET EN C/MALLA	%ACUM. RET.	%ACUM. QUE PASA
Pulg.	mm				
3''	75.00	0	0	0	100.00
2''	50.00	0	0	0	100.00
1 1/2''	37.50	0	0	0	100.00
1''	25.00	0	0	0	100.00
3/4''	19.00	718.70	12.25	12.25	87.75
1/2''	12.50	591.10	10.07	22.32	77.68
3/8''	9.50	350.90	5.98	28.30	71.70
N 4	4.75	626.70	10.68	38.98	61.02
N 8	2.36	458.20	7.81	46.79	53.21
N 16	1.18	425.20	7.25	54.04	45.96
N 30	0.60	1181.90	20.14	74.18	25.82
N 50	0.30	1165.80	19.87	94.04	5.96
N 100	0.15	272.00	4.64	98.68	1.32
N 200	0.08	64.10	1.09	99.77	0.23
FONDO		13.60	0.23	100.00	
TOTAL		5868.2	100	MF =	4.47

Límites: NTP 400.037	
100	100.00
95	100
35	55
10	35
0	8

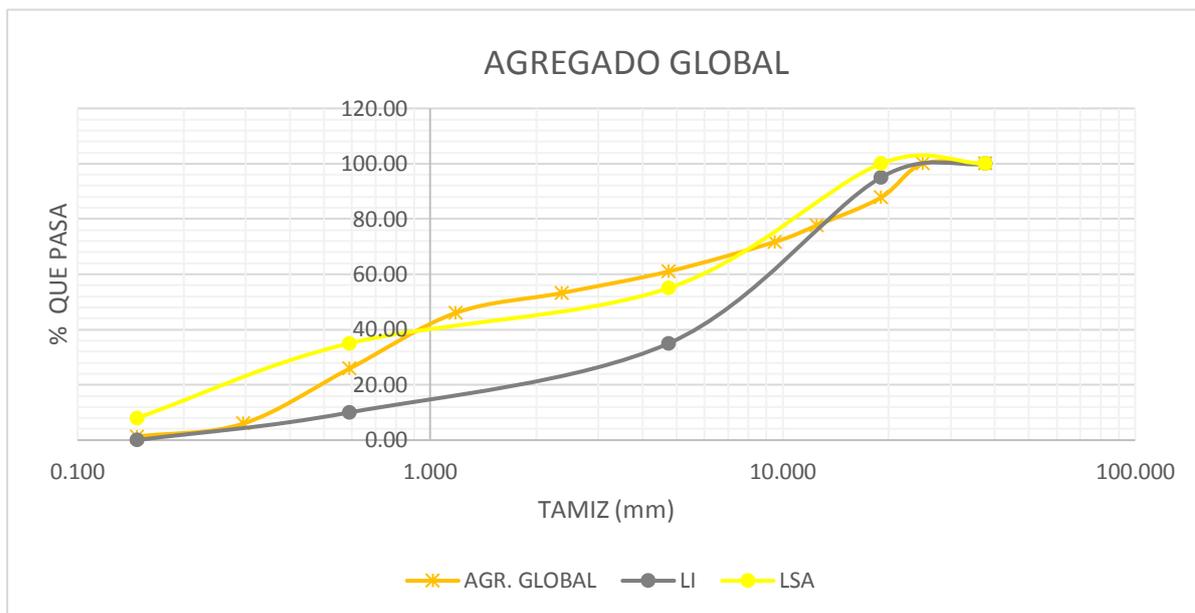


Grafico3: Granulometría global del Rio Bado (fuente propia)

### E.1. Parábola de Fuller

Se realiza una comparación de la mezcla natural de arena y grava que tiene el agregado global del Rio Bado. Analizando con este material el método de diseño de mezcla del módulo de fineza.

MALLA		AGREGADO GLOBAL	FULLER
Pulg.	mm	% PASA	%PASA
3"	75.000	100.00	
2 1/2"	63.000	100.00	
2"	50.000	100.00	
1 1/2"	37.500	100.00	
1"	25.000	100	100
3/4"	19.000	87.75	87.18
1/2"	12.500	77.68	70.71
3/8"	9.500	71.70	61.64
N° 4	4.750	61.02	43.59
N° 8	2.360	53.21	30.72
N° 16	1.180	45.97	21.73
N° 30	0.590	25.82	15.36
N° 50	0.295	5.96	10.86
N° 100	0.148	1.32	7.68

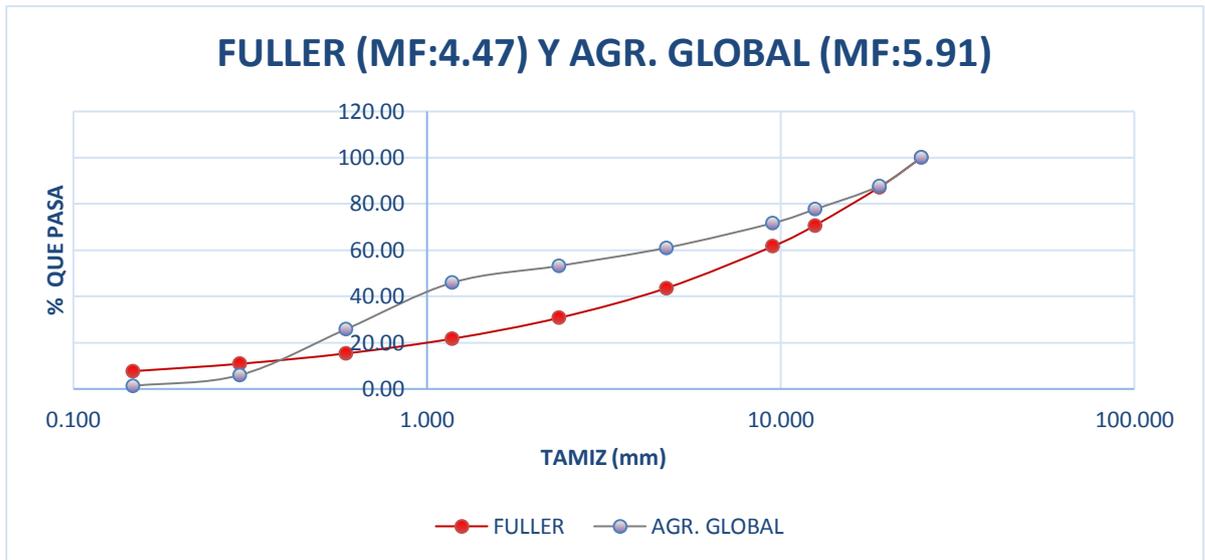


Grafico 4: Fuller Vs. Granulometría global del Rio Bado (fuente propia)

## 4.2. ADITIVO CHEMA 3

CHEMA 3 es un acelerante de fragua sin cloruros y mortero. Produce ganancias tempranas de la resistencia a la compresión, logra una reducción aproximada del 20% de tiempo de fragua. Se usa para evitar vaciados en cualquier clima donde se requiere obtener una fuerza a la compresión del concreto en menor tiempo.

### 4.2.1. Características y propiedades del aditivo

#### a. Ventajas

- Permite lograr altas resistencias iniciales en el concreto, ahorrándose tiempo de espera para desencofrar estructuras o elementos prefabricados.
- Permite abrir el tránsito en pisos o losas de concreto.
- Al ser anticongelante evita que los morteros y concretos se malogren por las bajas temperaturas.
- Reduce los costos de construcción al reducir los tiempos de espera.
- Mayor trabajabilidad.

### **b. Usos**

- Para vaciados en cualquier clima, donde se requiere obtener una fuerza a la comprensión del concreto en menor tiempo.
- Para desencofrar en menor tiempo estructuras de concreto armado.
- En vaciados de concreto a baja temperatura o donde se espera una helada; fraguará el concreto en la mitad del tiempo a pesar de la baja temperatura funcionando a la vez como anticongelante.
- Para reparaciones económicas y con rápida puesta en servicio.
- Para vaciados en terrenos sulfurosos.
- Para elementos de concreto pre fabricados.
- Para morteros y concretos con altas resistencias iniciales.
- Para morteros de anclaje con altas resistencias mecánicas.
- Para vaciados en zonas con aguas subterráneas, superficiales.

### **c. Rendimiento**

Utilizar según su necesidad, una de las siguientes dosificaciones de acuerdo al clima y tiempos requeridos:

- REDUCIDA: 500 ml (1/2 Litro) x bolsa de cemento (en el agua de amasado).

### **d. Preparación**

- Mezclar el CHEMA3 en el agua de amasado al momento en que prepare la mezcla.

### 4.3. CEMENTO PORTLAND

#### 4.3.1. Tipo Ico

El cemento extraforte Ico, fabricado por la empresa CEMENTOS PACASMAYO S.A.A, es un cemento de uso general recomendado para columnas, vigas, losas, cimentaciones y otras obras que no se encuentren en ambientes salitrosos. Este cemento contiene adiciones especiales seleccionadas y formuladas que le brindan buena resistencia a la compresión, mejor maleabilidad y moderado calor de hidratación.

#### ✓ PROPIEDADES:

- Moderado calor de hidratación
- Mejor trabajabilidad

#### ✓ APLICACIONES

- Obras de concreto y concreto armado en general
- Morteros en general
- Pavimentos y cimentaciones
- Estructuras de concreto masivo

#### ✓ ESPECIFICACIONES TECNICAS

Propiedades Físicas	Medida	CPSAA	Requisitos NTP 334.090
Contenido de Aire	%	4	Máximo 12
Superficie Especifica	cm <sup>2</sup> /gr	5640	NO ESPECIFICA
Densidad	%	4.2	NO ESPECIFICA
Retenido M325	g/ml	2.92	NO ESPECIFICA

Tabla 7: Especificaciones técnicas Cemento tipo Ico.

### 4.4. AGUA

El agua empleada para el presente diseño y dosificación de testigos para el concreto fue potable de la ciudad de Trujillo en el laboratorio de la UPAO la misma que cumple con todos los requisitos normativos vigentes.

## CAPITULO V: METODO

### 5.1. DISEÑO DE MEZCLA TOMANDO COMO REFERENCIA METODO MODULO DE FINEZA.

	AGREGADO GLOBAL	
	FINO	GRUESO
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2410.00	2430.00
Módulo de fineza	4.47	
Absorción (%)	1.34	1.10
Humedad (%)	1.53	
Pus (kg/m <sup>3</sup> )	1307.34	

### 5.2. DISEÑO DE LA MEZCLA PARA DIFERENTES RELACIONES AGUA/CEMENTO TIPO ICO.

#### 5.2.1. Relación Agua/ Cemento 0.40

##### ✓ Diseño Inicial

Agua requerida por m <sup>3</sup>	kg		250
Volumen de agua	m <sup>3</sup>	250/1000	0.25
Relación agua cemento	A/C	0.40	0.40
Cemento	Kg	250/0.40	625
Volumen de cemento	m <sup>3</sup>	625/3150	0.20
Aire atrapado	%	Tabla TMN y SLUMP	1.50
Volumen de aire	m <sup>3</sup>	1.50/100	0.015
Volumen u. parcial	m <sup>3</sup>	0.015+0.25+0.20	0.46
Agregado global	m <sup>3</sup>	1-0.46	0.54
Porcentaje grava	%	Sumatoria	38.98
Porcentaje de arena	%	sumatoria	61.02
Volumen de grava	m <sup>3</sup>	0.54*38.98/100	0.21
Volumen de arena	m <sup>3</sup>	0.54*61.02/100	0.33
Peso de grava	Kg	0.21*2430	510.3
Peso de arena	Kg	0.33*2410	795.3
Peso agr.global seco	Kg	510.3+795.3	1305.6
Peso agr.global húmedo	kg	1305.6*(1+1.53/100)	1325.58
Balance agua agr.global	%	(1.34*61.02/100)+(1.1*38.98/100)-1.53	-0.28
Aumento agua agr.global	Kg	1325.58*(-0.28)/100	-3.76
Agua mezcla corregida	Kg	-3.76+250	246.24

DOSIFICACION EN VOLUMEN	
AGUA (m <sup>3</sup> )	<b>0.27</b>
CEMENTO ( m <sup>3</sup> )	<b>0.46</b>
HORMIGON ( m <sup>3</sup> )	<b>1.10</b>

DOSIFICACION EN PESO	
AGUA (kg)	<b>271.86</b>
CEMENTO ( kg)	<b>690.01</b>
HORMIGON ( kg)	<b>1463.46</b>

DOSIFICACION EN PESO CONO ABRAMS	
AGUA (kg)	<b>1.495</b>
CEMENTO ( kg)	<b>3.795</b>
HORMIGON ( kg)	<b>8.049</b>

○ **La corrección por rendimiento y asentamiento:**

Para la relación 250 se obtuvo un asentamiento de 2” por tal motivo que aumentamos 30 litros de agua por metro cubico de mezcla.



Figura 2: diseño por rendimiento incorrecto



Figura 3: diseño por asentamiento Correcto (Fuente propia)

De acuerdo a la tabla 2.4 "cantidades aproximadas de agua" para determinar el slump. Nos aproximamos con agua requerida de 250 obteniendo un factor de corrección por rendimiento de 280, su asentamiento es de 3.5", siendo el factor para el diseño de la relación 0.40 y su diseño es:

Agua requerida por m <sup>3</sup>	kg		280
Volumen de agua	m <sup>3</sup>	280/1000	0.28
Relación agua cemento	A/C	0.40	0.40
Cemento	Kg	280/0.40	700
Volumen de cemento	m <sup>3</sup>	700/3150	0.22
Aire atrapado	%	Tabla TMN y SLUMP	1.50
Volumen de aire	m <sup>3</sup>	1.50/100	0.015
Volumen u. parcial	m <sup>3</sup>	0.015+0.22+0.28	0.52
Agregado global	m <sup>3</sup>	1-0.46	0.48
Porcentaje grava	%	Sumatoria	38.98
Porcentaje de arena	%	Sumatoria	61.02
Volumen de grava	m <sup>3</sup>	0.48*38.98/100	0.19
Volumen de arena	m <sup>3</sup>	0.48*61.02/100	0.29
Peso de grava	Kg	0.19*2430	461.70
Peso de arena	Kg	0.29*2410	709.93
Peso agr.global seco	Kg	461.70+709.93	1171.63
Peso agr.global húmedo	kg	1171.63*(1+1.53/100)	1189.25
Balance agua agr.global	%	(1.34*61.02/100)+(1.1*38.98/100)-1.53	-0.28
Aumento agua agr.global	Kg	1189.25*(-0.28)/100	-3.37
Agua mezcla corregida	Kg	-3.37+280	276.63

DOSIFICACION EN VOLUMEN	
AGUA (m³)	<b>0.31</b>
CEMENTO ( m³)	<b>0.52</b>
HORMIGON ( m³)	<b>0.99</b>

DOSIFICACION EN PESO	
AGUA (kg)	<b>305.40</b>
CEMENTO ( kg)	<b>772.82</b>
HORMIGON ( kg)	<b>1312.96</b>

DOSIFICACION EN PESO CONO ABRAMS	
AGUA (kg)	<b>1.681</b>
CEMENTO ( kg)	<b>4.250</b>
HORMIGON ( kg)	<b>7.221</b>

### 5.2.2. Relación Agua/Cemento 0.45

✓ **Diseño inicial**

Agua requerida por m³	kg		250
Volumen de agua	m³	250/1000	0.25
Relación agua cemento	A/C	0.45	0.45
Cemento	Kg	250/0.45	555.56
Volumen de cemento	m³	555.56/3150	0.18
Aire atrapado	%	Tabla TMN y SLUMP	1.50
Volumen de aire	m³	1.50/100	0.015
Volumen u. parcial	m³	0.015+0.25+0.18	0.44
Agregado global	m³	1-0.44	0.56
Porcentaje grava	%	Sumatoria	38.98
Porcentaje de arena	%	sumatoria	61.02
Volumen de grava	m³	0.56*38.98/100	0.22
Volumen de arena	m³	0.56*61.02/100	0.34
Peso de grava	Kg	0.22*2430	530.20
Peso de arena	Kg	0.34*2410	819.40
Peso agr.global seco	Kg	530.20+819.40	1349.60
Peso agr.global húmedo	kg	1349.6*(1+1.53/100)	1370.25
Balance agua agr.global	%	(1.34*61.02/100)+(1.1*38.98/100)-1.53	-0.28
Aumento agua agr.global	Kg	1370.25*(-0.28)/100	-3.89
Agua mezcla corregida	Kg	-3.89+250	246.11

DOSIFICACION EN VOLUMEN	
AGUA (m³)	<b>0.27</b>
CEMENTO ( m³)	<b>0.41</b>
HORMIGON ( m³)	<b>1.14</b>

DOSIFICACION EN PESO	
AGUA (kg)	<b>271.72</b>
CEMENTO ( kg)	<b>613.35</b>
HORMIGON ( kg)	<b>1512.49</b>

DOSIFICACION EN PESO CONO ABRAMS	
AGUA (kg)	<b>1.494</b>
CEMENTO ( kg)	<b>3.373</b>
HORMIGON ( kg)	<b>8.320</b>

- **La corrección por rendimiento y asentamiento:**

El asentamiento para la relación 250 se obtuvo un asentamiento de 2.8” por tal motivo que aumentamos 10 litros de agua por metro cubico de mezcla.



Figura 4: diseño por rendimiento incorrecto (Fuente propia)



Figura 5: diseño por asentamiento Correcto

Nos aproximamos con agua requerida de 250 obteniendo un factor de corrección por rendimiento de 260, su asentamiento es de 3.4", siendo el factor para el diseño de la relación 0.45 y su diseño es:

Agua requerida por m <sup>3</sup>	kg		260
Volumen de agua	m <sup>3</sup>	260/1000	0.26
Relación agua cemento	A/C	0.45	0.45
Cemento	Kg	260/0.45	577.78
Volumen de cemento	m <sup>3</sup>	577.78/3150	0.18
Aire atrapado	%	Tabla TMN y SLUMP	1.50
Volumen de aire	m <sup>3</sup>	1.50/100	0.015
Volumen u. parcial	m <sup>3</sup>	0.015+0.26+0.18	0.46
Agregado global	m <sup>3</sup>	1-0.46	0.54
Porcentaje grava	%	Sumatoria	38.98
Porcentaje de arena	%	sumatoria	61.02
Volumen de grava	m <sup>3</sup>	0.54*38.98/100	0.21
Volumen de arena	m <sup>3</sup>	0.54*61.02/100	0.33
Peso de grava	Kg	0.21*2430	510.30
Peso de arena	Kg	0.33*2410	795.3
Peso agr.global seco	Kg	510.30+795.30	1305.60
Peso agr.global húmedo	kg	1305.60*(1+1.53/100)	1325.58
Balance agua agr.global	%	(1.34*61.02/100)+(1.1*38.98/100)-1.53	-0.28
Aumento agua agr.global	Kg	1325.58*(-0.28)/100	-3.76
Agua mezcla corregida	Kg	-3.76+260	256.24

DOSIFICACION EN VOLUMEN	
AGUA (m <sup>3</sup> )	<b>0.28</b>
CEMENTO ( m <sup>3</sup> )	<b>0.43</b>
HORMIGON ( m <sup>3</sup> )	<b>1.10</b>

DOSIFICACION EN PESO	
AGUA (kg)	<b>282.90</b>
CEMENTO ( kg)	<b>637.88</b>
HORMIGON ( kg)	<b>1463.46</b>

DOSIFICACION EN PESO CONO ABRAMS	
AGUA (kg)	<b>1.556</b>
CEMENTO ( kg)	<b>3.508</b>
HORMIGON ( kg)	<b>8.049</b>

### 5.2.3. Relación Agua/Cemento 0.50

- **Diseño inicial**

Agua requerida por m <sup>3</sup>	kg		240
Volumen de agua	m <sup>3</sup>	240/1000	0.24
Relación agua cemento	A/C	0.50	0.50
Cemento	Kg	240/0.50	480.00
Volumen de cemento	m <sup>3</sup>	480.00/3150	0.15
Aire atrapado	%	Tabla TMN y SLUMP	1.50
Volumen de aire	m <sup>3</sup>	1.50/100	0.015
Volumen u. parcial	m <sup>3</sup>	0.015+0.24+0.15	0.41
Agregado global	m <sup>3</sup>	1-0.41	0.59
Porcentaje grava	%	Sumatoria	38.98
Porcentaje de arena	%	Sumatoria	61.02
Volumen de grava	m <sup>3</sup>	0.59*38.98/100	0.23
Volumen de arena	m <sup>3</sup>	0.59*61.02/100	0.36
Peso de grava	Kg	0.23*2430	558.90
Peso de arena	Kg	0.36*2410	867.60
Peso agr.global seco	Kg	558.90+867.60	1426.50
Peso agr.global húmedo	kg	1426.50*(1+1.53/100)	1448.33
Balance agua agr.global	%	(1.34*61.02/100)+(1.1*38.98/100)-1.53	-0.28
Aumento agua agr.global	Kg	1448.04*(-0.28)/100	-4.11
Agua mezcla corregida	Kg	-4.11+240	235.89

DOSIFICACION EN VOLUMEN	
AGUA (m <sup>3</sup> )	<b>0.26</b>
CEMENTO ( m <sup>3</sup> )	<b>0.35</b>
HORMIGON ( m <sup>3</sup> )	<b>1.20</b>

DOSIFICACION EN PESO	
AGUA (kg)	<b>260.43</b>
CEMENTO ( kg)	<b>529.93</b>
HORMIGON ( kg)	<b>1598.98</b>

DOSIFICACION EN PESO CONO ABRAMS	
AGUA (kg)	<b>1.434</b>
CEMENTO ( kg)	<b>2.915</b>
HORMIGON ( kg)	<b>8.794</b>

- **La corrección por rendimiento y asentamiento:**  
 Para la relación 240 se obtuvo un asentamiento de 2.5" por tal motivo que se disminuyo 15 litros de agua por metro cubico de mezcla



Figura 6: diseño por rendimiento incorrecto (Fuente propia)



Figura 7: diseño por asentamiento Correcto

Nos aproximamos con agua requerida de 240 obteniendo un factor de corrección por rendimiento de 225, su asentamiento es de 3.25'', siendo el factor para el diseño de la relación 0.50 y su diseño es:

Agua requerida por m <sup>3</sup>	kg		225
Volumen de agua	m <sup>3</sup>	225/1000	0.23
Relación agua cemento	A/C	0.50	0.50
Cemento	Kg	225/0.50	450.00
Volumen de cemento	m <sup>3</sup>	450.00/3150	0.14
Aire atrapado	%	Tabla TMN y SLUMP	1.50
Volumen de aire	m <sup>3</sup>	1.50/100	0.015
Volumen u. parcial	m <sup>3</sup>	0.015+0.23+0.15	0.38
Agregado global	m <sup>3</sup>	1-0.41	0.62
Porcentaje grava	%	Sumatoria	38.98
Porcentaje de arena	%	sumatoria	61.02
Volumen de grava	m <sup>3</sup>	0.62*38.98/100	0.24
Volumen de arena	m <sup>3</sup>	0.62*61.02/100	0.38
Peso de grava	Kg	0.24*2430	583.20
Peso de arena	Kg	0.38*2410	915.80
Peso agr.global seco	Kg	583.20+915.80	1499.00
Peso agr.global húmedo	kg	1499.00*(1+1.53/100)	1521.93
Balance agua agr.global	%	(1.34*61.02/100)+(1.1*38.98/100)-1.53	-0.28
Aumento agua agr.global	Kg	1521.93*(-0.28)/100	-4.32
Agua mezcla corregida	Kg	-4.32+225	220.68

DOSIFICACION EN VOLUMEN	
AGUA (m <sup>3</sup> )	0.24
CEMENTO ( m <sup>3</sup> )	0.33
HORMIGON ( m <sup>3</sup> )	1.27

DOSIFICACION EN PESO	
AGUA (kg)	243.64
CEMENTO ( kg)	496.81
HORMIGON ( kg)	1680.25

DOSIFICACION EN PESO CONO ABRAMS	
AGUA (kg)	1.340
CEMENTO ( kg)	2.732
HORMIGON ( kg)	9.241

### 5.2.4. Relación Agua/Cemento 0.55

○ **Diseño inicial**

Agua requerida por m <sup>3</sup>	kg		193
Volumen de agua	m <sup>3</sup>	193/1000	0.19
Relación agua cemento	A/C	0.55	0.55
Cemento	Kg	193/0.55	350.91
Volumen de cemento	m <sup>3</sup>	350.91/3150	0.11
Aire atrapado	%	Tabla TMN y SLUMP	1.50
Volumen de aire	m <sup>3</sup>	1.50/100	0.015
Volumen u. parcial	m <sup>3</sup>	0.015+0.19+0.11	0.32
Agregado global	m <sup>3</sup>	1-0.32	0.68
Porcentaje grava	%	Sumatoria	38.98
Porcentaje de arena	%	sumatoria	61.02
Volumen de grava	m <sup>3</sup>	0.68*38.98/100	0.27
Volumen de arena	m <sup>3</sup>	0.68*61.02/100	0.42
Peso de grava	Kg	0.27*2430	656.1
Peso de arena	Kg	0.42*2410	1012.2
Peso agr.global seco	Kg	656.1+1012.2	1668.30
Peso agr.global húmedo	kg	1662.99*(1+1.53/100)	1693.82
Balance agua agr.global	%	(1.34*61.02/100)+(1.1*38.98/100)-1.53	-0.28
Aumento agua agr.global	Kg	1693.82*(-0.28)/100	-4.80
Agua mezcla corregida	Kg	-4.80+193	188.20

DOSIFICACION EN VOLUMEN	
AGUA (m <sup>3</sup> )	0.21
CEMENTO ( m <sup>3</sup> )	0.26
HORMIGON ( m <sup>3</sup> )	1.41

DOSIFICACION EN PESO	
AGUA (kg)	207.77
CEMENTO ( kg)	387.41
HORMIGON ( kg)	1870.02

DOSIFICACION EN PESO CONO ABRAMS	
AGUA (kg)	1.143
CEMENTO ( kg)	2.131
HORMIGON ( kg)	10.285

○ **La corrección por rendimiento y asentamiento:**

Para la relación 195 se obtuvo un asentamiento de 2.5" por tal motivo que aumentamos 15 litros de agua por metro cubico de mezcla



Figura 8: diseño por rendimiento incorrecto (Fuente propia)



Figura 9: diseño por asentamiento Correcto

Nos aproximamos con agua requerida de 195 obteniendo un factor de corrección por rendimiento de 210, su asentamiento es de 3", siendo el factor para el diseño de la relación 0.55 y su diseño es:

Agua requerida por m <sup>3</sup>	kg		210
Volumen de agua	m <sup>3</sup>	210/1000	0.21
Relación agua cemento	A/C	0.55	0.55
Cemento	Kg	210/0.50	381.82
Volumen de cemento	m <sup>3</sup>	381.82/3150	0.12
Aire atrapado	%	Tabla TMN y SLUMP	1.50
Volumen de aire	m <sup>3</sup>	1.50/100	0.015
Volumen u. parcial	m <sup>3</sup>	0.015+0.21+0.12	0.35
Agregado global	m <sup>3</sup>	1-0.41	0.65
Porcentaje grava	%	Sumatoria	38.98
Porcentaje de arena	%	sumatoria	61.02
Volumen de grava	m <sup>3</sup>	0.65*38.98/100	0.25
Volumen de arena	m <sup>3</sup>	0.65*61.02/100	0.40
Peso de grava	Kg	0.24*2430	583.2
Peso de arena	Kg	0.40*2410	813.2
Peso agr.global seco	Kg	583.2+813.2	1396.40
Peso agr.global húmedo	kg	1396.40*(1+1.53/100)	1417.76
Balance agua agr.global	%	(1.34*61.02/100)+(1.1*38.98/100)-1.53	-0.28
Aumento agua agr.global	Kg	1417.76*(-0.28)/100	-4.02
Agua mezcla corregida	Kg	-4.02+210	205.98

<b>DOSIFICACION EN VOLUMEN</b>	
AGUA (m <sup>3</sup> )	<b>0.23</b>
CEMENTO ( m <sup>3</sup> )	<b>0.28</b>
HORMIGON ( m <sup>3</sup> )	<b>1.18</b>

<b>DOSIFICACION EN PESO</b>	
AGUA (kg)	<b>227.41</b>
CEMENTO ( kg)	<b>421.54</b>
HORMIGON ( kg)	<b>1565.24</b>

<b>DOSIFICACION EN PESO CONO ABRAMS</b>	
AGUA (kg)	<b>1.251</b>
CEMENTO ( kg)	<b>2.318</b>
HORMIGON ( kg)	<b>8.609</b>

## CAPITULO VI: DISEÑO DEL CONCRETO

### 6.1. RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA LAS RELACIONES AGUA/CEMENTO 0.40, 0.45, 0.50, 0.55 A LOS 28 DIAS.

<b>Diseño del concreto, cemento tipo Ico con Relación Agua/Cemento 0.40</b>					
<b>N°PROBETA</b>	<b>ALTURA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>PESO</b>	<b>ROTURA(kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA.MAX(kgf)</b>
1	30	15	12159g	396.30	70030.17
2	30	15	12205g	398.00	70330.58
3	30	15	12202g	396.80	70118.53

<b>Diseño del concreto, cemento tipo Ico con Relación Agua/Cemento 0.45</b>					
<b>N°PROBETA</b>	<b>ALTURA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>PESO</b>	<b>ROTURA(kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA.MAX(kgf)</b>
1	30	15	12479g	372.8	65877.49
2	30	15	12406g	359.9	63597.93
3	30	15	12386g	378.2	66831.72

<b>Diseño del concreto, cemento tipo Ico con Relación Agua/Cemento 0.50</b>					
<b>N°PROBETA</b>	<b>ALTURA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>PESO</b>	<b>ROTURA(kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA.MAX kgf)</b>
1	30	15	12554g	308.90	54585.72
2	30	15	12544g	309.40	54674.07
3	30	15	12546g	309.90	54762.43

<b>Diseño del concreto, cemento tipo Ico con Relación Agua/Cemento 0.55</b>					
<b>N°PROBETA</b>	<b>ALTURA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>PESO</b>	<b>ROTURA(kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA.MAX (kgf)</b>
1	30	15	12527g	294.1	51970.41
2	30	15	12512g	289.0	51069.20
3	30	15	12492g	293.7	51899.73

## 6.2. DISEÑO DEL CONCRETO PATRON $F'c=210\text{kg/cm}^2$

### 6.2.1. Relación Agua/Cemento 0.53

Agua requerida por m <sup>3</sup>	kg		215
Volumen de agua	m <sup>3</sup>	215/1000	0.22
Relación agua cemento	A/C	0.53	0.53
Cemento	Kg	215/0.53	405.66
Volumen de cemento	m <sup>3</sup>	405.66/3150	0.13
Aire atrapado	%	Tabla TMN y SLUMP	1.50
Volumen de aire	m <sup>3</sup>	1.50/100	0.015
Volumen u. parcial	m <sup>3</sup>	0.015+0.22+0.13	0.36
Agregado global	m <sup>3</sup>	1-0.36	0.64
Porcentaje grava	%	Sumatoria	38.98
Porcentaje de arena	%	Sumatoria	61.02
Volumen de grava	m <sup>3</sup>	0.64*38.98/100	0.25
Volumen de arena	m <sup>3</sup>	0.64*61.02/100	0.39
Peso de grava	Kg	0.25*2430	607.50
Peso de arena	Kg	0.39*2410	939.90
Peso agr.global seco	Kg	607.50+964.00	1547.40
Peso agr.global húmedo	kg	1547.40*(1+1.53/100)	1571.08
Balance agua agr.global	%	(1.34*61.02/100)+(1.1*38.98/100)-1.53	-0.28
Aumento agua agr.global	Kg	1571.08*(-0.28)/100	-4.45
Agua mezcla corregida	Kg	-4.45+215	210.55

DOSIFICACION EN VOLUMEN	
AGUA (m <sup>3</sup> )	0.23
CEMENTO ( m <sup>3</sup> )	0.30
HORMIGON ( m <sup>3</sup> )	1.31

DOSIFICACION EN PESO	
AGUA (kg)	232.45
CEMENTO ( kg)	447.86
HORMIGON ( kg)	1734.50

DOSIFICACION EN PESO CONO ABRAMS	
AGUA (kg)	1.278
CEMENTO ( kg)	2.463
HORMIGON ( kg)	9.540

**6.3. DISEÑO DE LA MEZCLA PARA LA RESISTENCIA  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  MAS EL ADITIVO CHEMA 3**

Agua requerida por m <sup>3</sup>	kg		215
Volumen de agua	m <sup>3</sup>	215/1000	0.22
Relación agua cemento	A/C	0.53	0.53
Cemento	Kg	215/0.53	405.66
Volumen de cemento	m <sup>3</sup>	405.66/3150	0.13
Aire atrapado	%	Tabla TMN y SLUMP	1.50
Volumen de aire	m <sup>3</sup>	1.50/100	0.015
Volumen u. parcial	m <sup>3</sup>	0.015+0.22+0.13	0.36
Agregado global	m <sup>3</sup>	1-0.36	0.64
Porcentaje grava	%	Sumatoria	38.98
Porcentaje de arena	%	Sumatoria	61.02
Volumen de grava	m <sup>3</sup>	0.64*38.98/100	0.25
Volumen de arena	m <sup>3</sup>	0.64*61.02/100	0.39
Peso de grava	Kg	0.25*2430	607.50
Peso de arena	Kg	0.39*2410	939.90
Peso agr.global seco	Kg	607.50+964.00	1547.40
Peso agr.global húmedo	kg	1547.40*(1+1.53/100)	1571.08
Balance agua agr.global	%	(1.34*61.02/100)+(1.1*38.98/100)-1.53	-0.28
Aumento agua agr.global	Kg	1571.08*(-0.28)/100	-4.45
Agua mezcla corregida	Kg	-4.45+215	210.55

Con el agua requerida de 215 y su asentamiento es de 3", siendo el factor para el diseño de la relación 0.53, agregando el aditivo, disminuyendo agua quedando la dosificación en el cono de abrams:

FORMULA PARA EL ADITIVO	
A=(0.5*CEMENTO)/ 42.5*1000	

ADITIVO	AGUA
0.03	1278
28.98	1249

<b>DOSIFICACION EN VOLUMEN</b>	
AGUA (m <sup>3</sup> )	<b>0.23</b>
CEMENTO ( m <sup>3</sup> )	<b>0.30</b>
HORMIGON ( m <sup>3</sup> )	<b>1.31</b>

<b>DOSIFICACION EN PESO</b>	
AGUA (kg)	<b>232.45</b>
CEMENTO ( kg)	<b>447.86</b>
HORMIGON ( kg)	<b>1734.50</b>

<b>DOSIFICACION EN PESO CONO ABRAMS</b>	
AGUA (kg)	<b>1.249</b>
CEMENTO ( kg)	<b>2.463</b>
HORMIGON ( kg)	<b>9.540</b>

## CAPITULO VII: ENSAYOS

### 7.1. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO Ico SIN ADITIVO CHEMA 3 PARA LOS DIAS 7, 14 Y 28.

#### 7.1.1. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico para 7 días.

20/07/2017	#	Altura	Diámetro	Peso	Rotura (kgf/cm <sup>2</sup> )	Carga Max. (kgf)
<b>SIN ADITIVO</b>	1	30	15	12794g	130.4	23044.20
	2	30	15	12577g	224.7	39725.00
	3	30	15	12576g	212.3	37532.70

#### 7.1.2. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico para 14 días.

27/07/2017	#	Altura	Diámetro	Peso	Rotura (kgf/cm <sup>2</sup> )	Carga Max. (kgf)
<b>SIN ADITIVO</b>	1	30	15	12942g	250.0	44193.2
	2	30	15	12732g	258.6	45702.5
	3	30	15	12723g	220.0	38859.8

**7.1.3. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico para 28 días.**

10/08/2017	#	Altura	Diámetro	Peso	Rotura (kgf/cm <sup>2</sup> )	Carga Max. (kgf)
<b>SIN ADITIVO</b>	1	30	15	12845g	265.9	46990.4
	2	30	15	12705g	252.1	44556.3
	3	30	15	12814g	256.3	45293.3

**7.2. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO Ico CON ADITIVO CHEMA 3 PARA LOS DIAS 7, 14 Y 28.**

**7.2.1. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico para 7 días.**

20/07/2017	#	Altura	Diámetro	Peso	Rotura (kgf/cm <sup>2</sup> )	Carga Max. (kgf)
<b>CON ADITIVO</b>	1	30	15	12727g	169.5	2999.2
	2	30	15	12662g	238.4	42142.4
	3	30	15	12801g	243.00	42954.4

**7.2.2. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico para 14 días.**

<b>27/07/2017</b>	<b>#</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Peso</b>	<b>Rotura (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Max. (kgf)</b>
<b>CON ADITIVO</b>	<b>1</b>	30	15	12727g	295.20	52168.90
	<b>2</b>	30	15	12662g	265.50	46920.70
	<b>3</b>	30	15	12801g	256.30	45309.10

**7.2.3. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico para 28 días.**

<b>10/08/2017</b>	<b>#</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Peso</b>	<b>Rotura (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Max. (kgf)</b>
<b>CON ADITIVO</b>	<b>1</b>	30	15	12658g	313.10	55341.5
	<b>2</b>	30	15	12634g	308.80	54881.7
	<b>3</b>	30	15	12651g	283.20	50050.5

## CAPITULO VIII: RESULTADOS

### 8.1. EVALUACION PROMEDIO A LA COMPRESION PARA LAS RELACIONES AGUA/CEMENTO 0.40, 0.45, 0.50, 0.55 A LOS 28 DIAS.

#### 8.1.1. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco A/C 0.40

CONCRETO FABRICADO CON AGREGADO GLOBAL DE LA CANTERA RIO BADO							
Evaluación promedio a la compresión para la relación A/C 0.40							
N °	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO	SECCION	ROTURA (kgf/cm <sup>2</sup> )	CARGA. MAX(kgf)	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	13/06/2017	11/07/2017	15.00	176.71	396.30	70030.17	<b>397.03</b>
2	13/06/2017	11/07/2017	15.00	176.71	398.00	70330.58	
3	13/06/2017	11/07/2017	15.00	176.71	396.80	70118.53	

#### 8.1.2. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco A/C 0.45

CONCRETO FABRICADO CON AGREGADO GLOBAL DE LA CANTERA RIO BADO							
Evaluación promedio a la compresión para la relación A/C 0.45							
N °	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO	SECCION	ROTURA (kgf/cm <sup>2</sup> )	CARGA. MAX(kgf)	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	13/06/2017	11/07/2017	15.00	176.71	372.8	65877.49	<b>370.30</b>
2	13/06/2017	11/07/2017	15.00	176.71	359.9	63597.93	
3	13/06/2017	11/07/2017	15.00	176.71	378.2	66831.72	

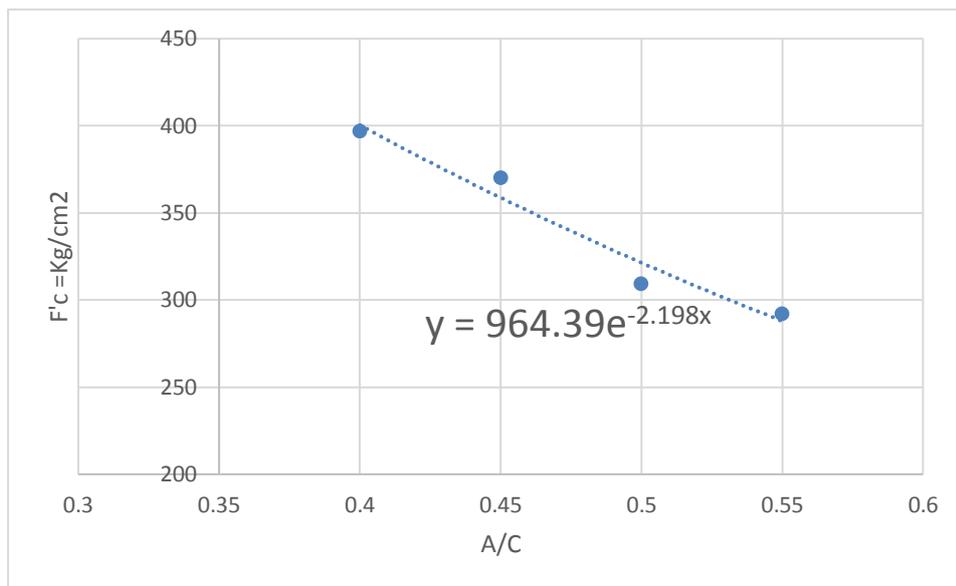
### 8.1.3. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico A/C 0.50

<b>CONCRETO FABRICADO CON AGREGADO GLOBAL DE LA CANTERA RIO BADO</b>							
<b>Evaluación promedio a la compresión para la relación A/C 0.50</b>							
<b>N °</b>	<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>SECCION</b>	<b>ROTURA (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA. MAX(kgf)</b>	<b>PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	13/06/2017	11/07/2017	15.00	176.71	308.90	54585.72	<b>309.40</b>
2	13/06/2017	11/07/2017	15.00	176.71	309.40	54674.07	
3	13/06/2017	11/07/2017	15.00	176.71	309.90	54762.43	

### 8.1.4. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico A/C 0.55

<b>CONCRETO FABRICADO CON AGREGADO GLOBAL DE LA CANTERA RIO BADO</b>							
<b>Evaluación promedio a la compresión para la relación A/C 0.55</b>							
<b>N °</b>	<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>SECCION</b>	<b>ROTURA (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA. MAX(kgf)</b>	<b>PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	13/06/2017	11/07/2017	15.00	176.71	294.1	51970.41	<b>292.26</b>
2	13/06/2017	11/07/2017	15.00	176.71	289.0	51069.20	
3	13/06/2017	11/07/2017	15.00	176.71	293.7	51899.73	

**8.2. GRAFICA RELACION AGUA/CEMENTO VS. RESISTENCIA A LA COMPRESION CON EL CEMENTO PORTLAND TIPO ICO PARA OBTENER F'c=210kg/cm².**



Grafica 5: Relación a/c Vs. Resistencia F'c=kg/cm². (Fuente propia)

**8.3. EVALUACION PROMEDIO A LA COMPRESION PARA LAS RELACIONES 7,14 Y 28 DIAS.**

**8.3.1. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo lco para 7 días**

CONCRETO FABRICADO CON AGREGADO GLOBAL DE LA CANTERA RIO BADO							
Evaluación promedio a la compresión para la relación de 7 días							
N °	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO	SECCION	ROTURA (kgf/cm²)	CARGA. MAX(kgf)	PROMEDIO (kg/cm²)
1	13/07/2017	20/07/2017	15.00	176.71	130.4	23044.20	189.13
2	13/07/2017	20/07/2017	15.00	176.71	224.7	39725.00	
3	13/07/2017	20/07/2017	15.00	176.71	212.3	37532.70	

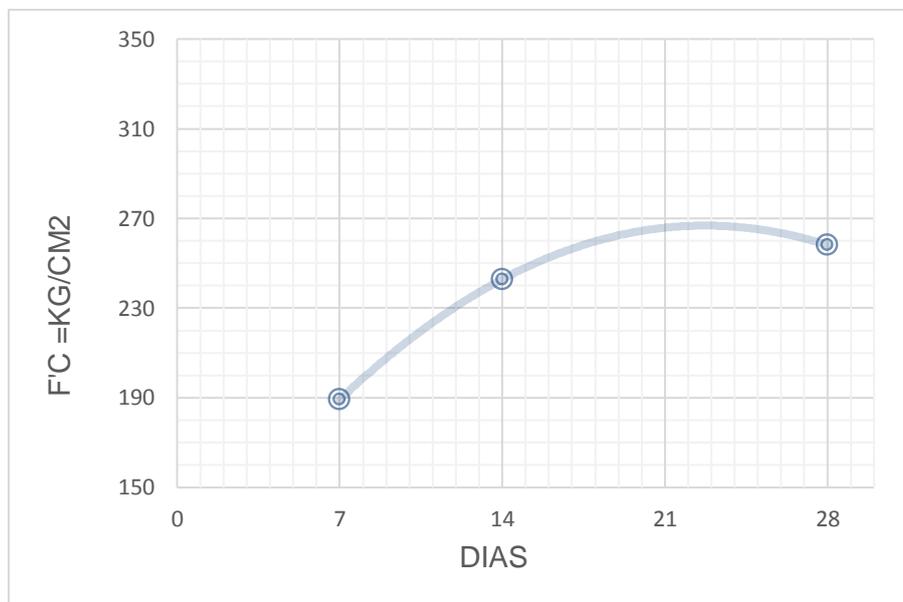
### 8.3.2. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico para 14 días

<b>CONCRETO FABRICADO CON AGREGADO GLOBAL DE LA CANTERA RIO BADO</b>							
<b>Evaluación promedio a la compresión para la relación de 14 días</b>							
<b>N °</b>	<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>SECCION</b>	<b>ROTURA (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA. MAX(kgf)</b>	<b>PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20/07/2017	27/07/2017	15.00	176.71	250.0	44193.2	<b>242.87</b>
2	20/07/2017	27/07/2017	15.00	176.71	258.6	45702.5	
3	20/07/2017	27/07/2017	15.00	176.71	220.0	38859.8	

### 8.3.3. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico para 28 días

<b>CONCRETO FABRICADO CON AGREGADO GLOBAL DE LA CANTERA RIO BADO</b>							
<b>Evaluación promedio a la compresión para la relación de 28 días</b>							
<b>N °</b>	<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>SECCION</b>	<b>ROTURA (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA. MAX(kgf)</b>	<b>PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	27/07/2017	10/08/2017	15.00	176.71	265.9	46990.4	<b>258.10</b>
2	27/07/2017	10/08/2017	15.00	176.71	252.1	44556.3	
3	27/07/2017	10/08/2017	15.00	176.71	256.3	45293.3	

**8.4. GRAFICA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO ICO PARA LOS 7, 14 Y 28 DIAS.**



Grafica 6: Relación Días Vs. Resistencia F'c=kg/cm². (Fuente propia)

**8.5. EVALUACION PROMEDIO A LA COMPRESION PARA LAS RELACIONES 7,14 Y 28 DIAS CON ADITIVO CHEMA 3.**

**8.5.1. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico para 7 días**

<b>CONCRETO FABRICADO CON AGREGADO GLOBAL DE LA CANTERA RIO BADO</b>							
<b>Evaluación promedio a la compresión para la relación de 7 días más aditivo chema3</b>							
<b>N °</b>	<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>SECCION</b>	<b>ROTURA (kgf/cm²)</b>	<b>CARGA. MAX(kgf)</b>	<b>PROMEDIO (kg/cm²)</b>
1	13/07/2017	20/07/2017	15.00	176.71	169.76	299992	<b>217.10</b>
2	13/07/2017	20/07/2017	15.00	176.71	238.48	42142.4	
3	13/07/2017	20/07/2017	15.00	176.71	243.07	42954.4	

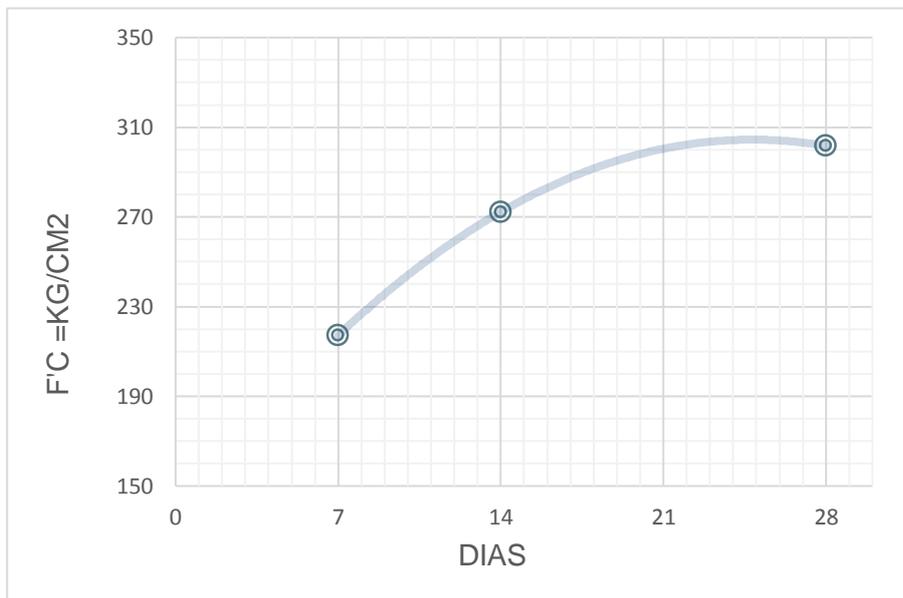
### 8.5.2. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico para 14 días

<b>CONCRETO FABRICADO CON AGREGADO GLOBAL DE LA CANTERA RIO BADO</b>							
<b>Evaluación promedio a la compresión para la relación de 14 días más aditivo chema3</b>							
<b>N °</b>	<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>SECCION</b>	<b>ROTURA (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA. MAX(kgf)</b>	<b>PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	20/07/2017	27/07/2017	15.00	176.71	295.2	52168.9	<b>272.23</b>
2	20/07/2017	27/07/2017	15.00	176.71	265.5	46920.7	
3	20/07/2017	27/07/2017	15.00	176.71	256.3	45702.5	

### 8.5.3. Resistencia a la compresión del concreto con cemento tipo Ico para 28 días

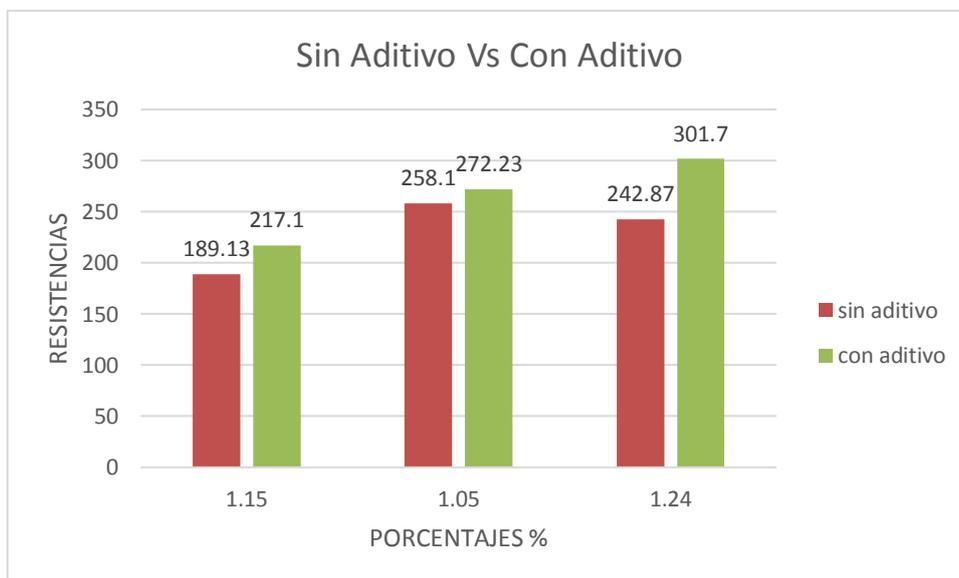
<b>CONCRETO FABRICADO CON AGREGADO GLOBAL DE LA CANTERA RIO BADO</b>							
<b>Evaluación promedio a la compresión para la relación de 28 días más aditivo chema3</b>							
<b>N °</b>	<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>SECCION</b>	<b>ROTURA (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA. MAX(kgf)</b>	<b>PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	27/07/2017	10/08/2017	15.00	176.71	313.1	55341.5	<b>301.70</b>
2	27/07/2017	10/08/2017	15.00	176.71	308.8	54881.7	
3	27/07/2017	10/08/2017	15.00	176.71	283.2	50050.5	

**8.6. GRAFICA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO ICO PARA LOS 7, 14 Y 28 DIAS CON ADITIVO CHEMA3**



Grafica 7: Relación Días Vs. Resistencia F'c=kg/cm² con aditivo Chema3. (Fuente propia)

**8.7. GRAFICA DE BARRAS COMPARATIVA CON ADITIVO CHEMA3 Y SIN ADITIVO**



Grafica 8: Porcentaje relación Sin aditivo Vs Con Aditivo Chema3.

## CAPITULO IX: DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1. DISCUSION DE RESULTADOS

- ✓ Análisis de Agregado global: Antes de la mezcla del concreto, se sustrajo muestra del Rio Bado, aproximadamente 40 kg de agregado fino y grueso. Fueron llevadas al laboratorio de materiales (UPAO), para realizar los ensayos con la finalidad de saber sus propiedades físicas.

**El módulo de fineza** es un indicador de mayor a menos finura. El material entre grueso y fino pasando por cada una de las mallas siguientes: (porcentaje acumulado retenido y porcentaje acumulado que pasa) y dividiendo la suma entre 100: 0.15 mm (N 100), 0.30 mm (N 50), 0.60 mm (N 30), 1.18 mm (N 16), 2.36 mm (N 8), 4.75 mm (N 4), 9.5 mm (N 3/8), 19.00 mm (N 3/4) (ASTM 136). Es un criterio que nos ayuda a saber cómo se comporta un concreto con diferentes proporciones de agregado global. Mediante este criterio se controla y garantiza comportamientos de mezcla distintas, relación A/C, slump y resistencia.

- ✓ Análisis de la dosificación del concreto: se determinó que la mezcla para 0.40, 0.45, 0.50, 0.55 según el módulo de fineza, su resistencia a la compresión conforme a la relación en aumento su resistencia va disminuyendo a los 28 días. La grafica 5, nos muestra la relación Vs. Su resistencia F'c kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ Análisis de la dosificación real F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> del concreto: se determinó la mezcla final por intermedio de la formula exponencial mostrada en el grafico 5. Obteniendo con el cemento tipo Ico un tipo de resistencia con relación a/c: 0.53 y su requerimiento de agua 215 kg.

- ✓ Análisis de trabajabilidad en el concreto con aditivo Chema3: se deduce que para llegar a resistencias mayores es recomendable utilizar aditivos que plastifiquen la mezcla, siendo el aditivo Chema3 reductor de agua, siendo una alternativa efectiva a una de las partidas y/o actividades más importantes de la autoconstrucción con fines de medición, evaluación y pago para cada obra.
  
- ✓ Análisis del concreto endurecido con aditivo Chema3 Vs sin aditivo: Se calculó la dosificación para 42.5 kg de cemento. El parámetro más importante a comparar, es la cantidad de agua que se usó y la cantidad de aditivo, ya que el agua hace ganar o perder la concentración de relación a/c. en ambos casos, los asentamientos con aditivo y sin aditivo fueron similares, el siguiente grafico muestra que la resistencia es mayor al diseño real F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> a edad temprana de 7 días.

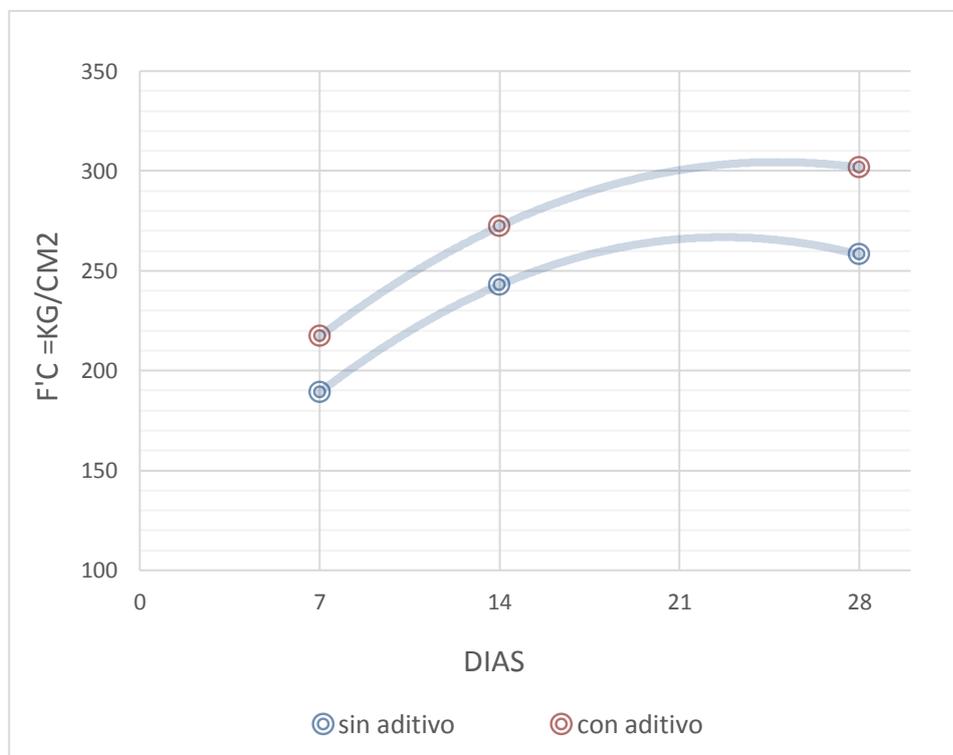


Grafico 9: Relación Días Vs. Resistencia F'c=kg/cm<sup>2</sup> con aditivo Chema3 y sin aditivo.

- ✓ Análisis comparativo de los Resultados a compresión con y sin aditivo: según la gráfica 8 de porcentajes, se observa tres casos, cuando su resistencia con aditivo a 7 días es mayor por 1.15% teniendo resistencia superior al F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, segundo, cuando su resistencia con aditivo a 14 días es mayor por 1.05% que sin aditivo, y por ultimo a los 28 días genera 1.24% de resistencia siendo mayor que a los 14 días.
  
- ✓ El análisis del desempeño en resistencia con aditivo Chema3 para F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, surge a causa de la necesidad para obtener un concreto que pueda ser empleado en construcciones de diferentes obras civiles y de manera temprana obtener resistencia de desencofrado, presenta una resistencia a la compresión mayor a edad de 7 días, respecto a la mezcla sin aditivo (mezcla patrón) un porcentaje de 1.15% ; por lo consiguiente a los 28 días de edad tiene una resistencia mucho mayor que a los 7 y 14 días, con un porcentaje de 1.24%, lo que indica que el uso del aditivo acelerador aumenta resistencias por encima del diseño en comparación a un concreto sin aditivo. Se determinó que el concreto con aditivo a 7 días obtiene un F'c 217.10 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días F'c 301.70 kg/cm<sup>2</sup>, indicando que dicha estructura puede ser utilizada para ser habilitada.

## 9.2. CONCLUSIONES

- ✓ los estudios de las propiedades físicas del agregado global del Rio Bado, son las siguientes:

	AGREGADO GLOBAL	
	FINO	GRUESO
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2410.00	2430.00
Módulo de fineza	4.47	
Absorción (%)	1.34	1.10
Humedad (%)	1.53	
Pus (kg/m <sup>3</sup> )	1307.34	

- ✓ Se realizó el diseño inicial a los 28 días para la relación agua/cemento de 0.40, 0.45, 0.50, 0.55 del Rio Bado con agregado global para determinar el diseño final (F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>) y el asentamiento (slump) respectivamente.

DISEÑO	A/C	AGUA (M3)	CEMENTO (bolsa)	AGR GLOBAL (lata)	AGUA (lata)	SLUMP (")
Sin aditivo	0.40	280	1	2.7	0.8	3.6
	0.45	260	1	3.6	0.9	3.4
	0.50	225	1	5.3	1.0	3.3
	0.55	210	1	5.9	1.1	3

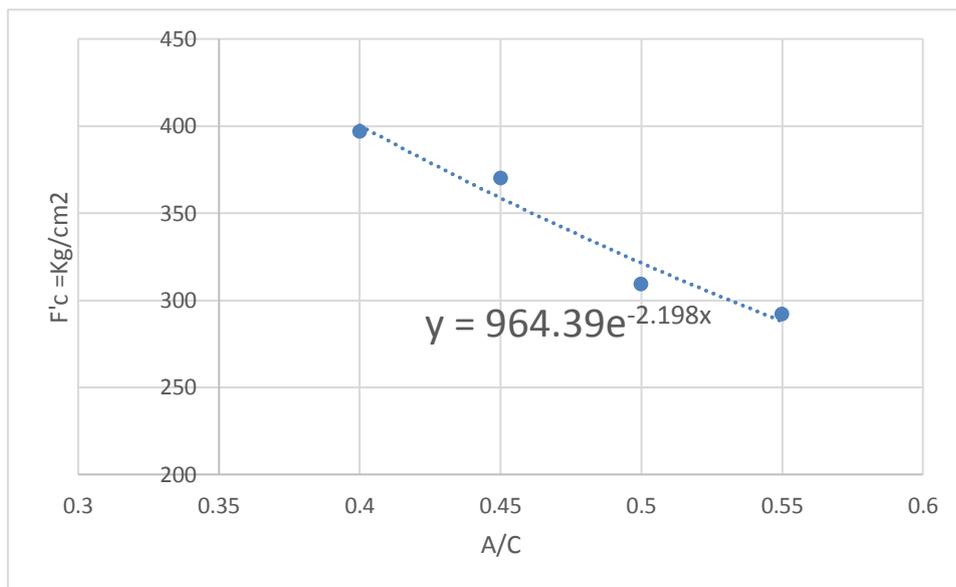
Tabla 8: Dosificación de mezcla tanda F'c concreto fabricado con cemento (lco) y agregado global-Fuente: propia.

- ✓ Se determinó la resistencia del concreto a los 28 días en estado endurecido con las relaciones a/c , fabricado con Agregado Global de la cantera Rio Bado siendo las siguientes:

A/C	ENDURECIDO F'c=(kg/cm <sup>2</sup> )
0.40	397.03
0.45	370.30
0.50	309.40
0.55	292.26

Tabla 9: Relación A/C y endurecido F'c (fuente propia).

- ✓ Se determinó la siguiente curva a/c Vs F'c para determinar el diseño final F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con cemento (Ico).



- ✓ Se realizó el diseño final para los 7, 14 y 28 días en relación agua/cemento, con y sin aditivo del Rio Bado con agregado global y el asentamiento (slump) recomendado respectivamente.

	DIAS	DISEÑO (lt)	RELACION A/C	CEMENT O (blsa)	AGR GLOBAL (lata 20 lt)	AGUA (lata 20 lt)	ADITIVO ( kg)	SLUMP (")
Sin aditivo	7	215	0.53	1	6.1	1.1	-	3
	14							
	28							
Con aditivo	7	215	0.53	1	6.1	0.6	0.5	3
	14							
	28							

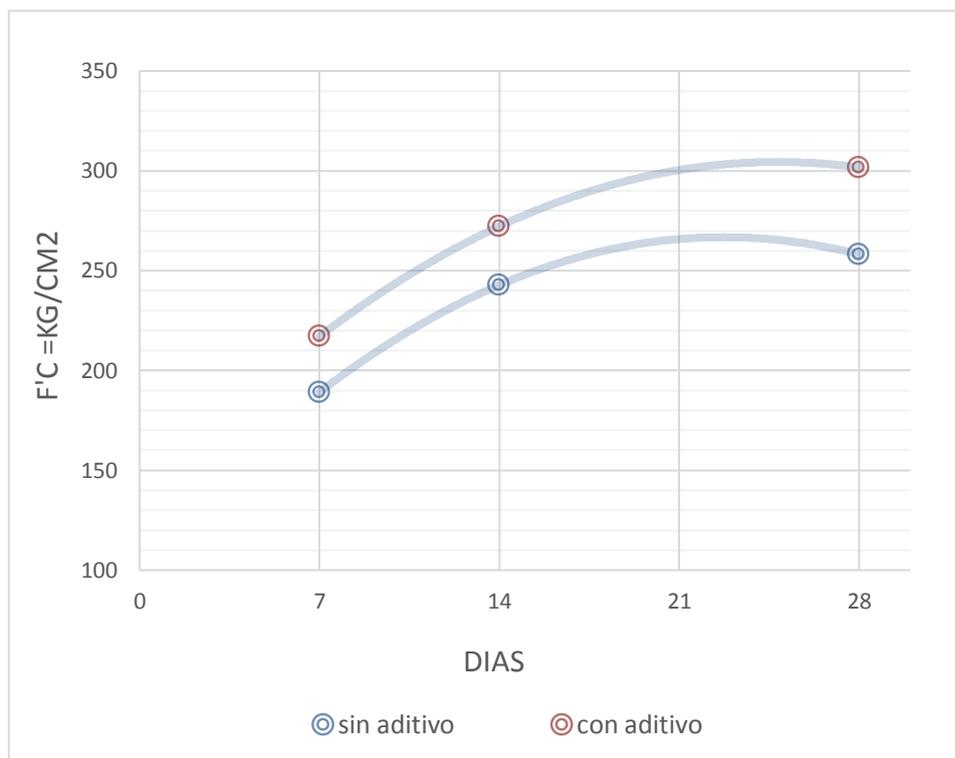
Tabla 10: Dosificación de mezcla tanda con y sin aditivo Chema3 (fuente propia).

- ✓ Se determinó la resistencia del concreto a los 7,14 y 28 días en estado endurecido con y sin aditivo, fabricado con Agregado Global de la cantera Rio Bado siendo las siguientes:

DISEÑO	DIAS	ENDURECIDO F'c=(kg/cm <sup>2</sup> )
SIN ADITIVO	7	189.13
	14	242.87
	28	258.10
CON ADITIVO	7	217.10
	14	272.23
	28	301.70

Tabla 11: Relación Días y resistencia F'c con y sin aditivo Chema3 (fuente propia).

- ✓ Se determinó la Relación Días Vs. Resistencia F'c=kg/cm<sup>2</sup> con aditivo Chema3 y sin aditivo a los 7,14 y 28 días fabricado con Agregado Global de la cantera Rio Bado.



- ✓ El desempeño en resistencia de uso de aditivo Chema3 para F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, fue elaborada con 3% de aditivo Chema3 respecto a la mezcla patrón, estadísticamente existe una diferencia significativa entre ambas mezclas se observó la diferencia y el aumento de resistencia entre los 7, 14 y 28 días. Por lo expuesto se concluye que el aditivo Chema3 cumple con la función esperada como acelerador de resistencia, permitiendo alcanzar mayor resistencia a temprana edad sin afectar la resistencia de diseño, a los 7 días con un porcentaje de 1.15% (217.1 kg/cm<sup>2</sup>), para 14 días con un porcentaje de 1.05% (272.23 kg/cm<sup>2</sup>) y para los 28 días con un porcentaje de 1.24% (301.7 kg/cm<sup>2</sup>) mayor que sin aditivo la cual también a los 14 días incremento, siendo su resistencia para los 7 días sin aditivo ( 189.13 kg/cm<sup>2</sup> ) , para los 14 días (258.1 kg/cm<sup>2</sup>) y para los 28 días (242.87 kg/cm<sup>2</sup>).

### 9.3. RECOMENDACIONES

Los ensayos en campo y la teoría en libros, puedo decir que es importante seguir las especificaciones y el uso de métodos, para llegar a lo que se requiere obtener, facilitando diseños y logrando obtener una resistencia para una edificación duradera, comprobando por intermedio de los laboratorios.

- Los resultados obtenidos, especifican cuanto se debe utilizar para determinada tanda (20 litros), obteniendo una resistencia favorable y precisa.
- Emplear otros tipos de cemento del mercado como: Sol, Andino, Inka, etc. Para poder obtener mejores resultados a las formulas encontradas.
- Emplear otro tipo de aditivo del mercado como: SikaRapid®-1 para poder obtener mejores resultados a las formulas encontradas.
- Desarrollar con mayor variedad de relación agua/cemento para 0.60, 0.65, 0.70, 0.75, etc.
- Hacer varios trabajos de investigaciones para aumentar las probabilidades de análisis comparativos y eficientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto Castillo, Flavio. Tecnología del concreto. Editorial San Marcos. Lima-Peru.
- Reglamento para optar el título profesional de Ingeniero Civil mediante la modalidad de presentación y aprobación de una tesis. 1999. Edit. UPAO. Trujillo.
- Pasquel Carbajal, E (1993) Tecnología del Concreto. Edición 1 Lima – Perú. 45.67p.
- GOMEZ DOMINGUEZ, J (2013) Materiales de Construcción. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey-Monterrey.48.133p.
- Normas ASTM
  - ASTM C31-2003, “Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimen in the Field”. ASTM, EE.UU.,2003.
- código ACI318.
  - ACI 318-2002,“Building Code Requirements for Reinforced Concrete Test Specimen in the Field”, EE.UU., 2003
- Normas Tecnicas Peruanas
  - Contenido natural de humedad NTP.339.185
  - Análisis granulométrico NTP.400.012
  - Peso unitario NTP.400.012
  - Peso específico y absorción NTP.400.021,400.022
  - Compresión testigos cilíndricos de concreto NTP.339.034

## ANEXOS

### IMÁGENES DE LA CANTERA RIO BADO:



El hormigón fue extraído del Rio Bado, con la ayuda de la retroexcavadora.



1 m<sup>3</sup> de hormigón TM: 1 TMN: 3/4

### IMÁGENES DE PREPARACION DE MUESTRA (NTP 400.12) y ADITIVO CHEMA3



Preparación de la muestra de agregado global del Rio Bado



Imagen representativa del aditivo Chema3

### IMÁGENES DE TESTIGOS CILINDRICOS



Llenado de Probetas de 30 (altura) y 15 de (diámetro) según las (NTP)



Desencofrado de las probetas de concreto (testigos)



Testigos cilíndricos



Curado de testigos cilíndricos

## IMÁGENES DE ENSAYOS DE PROBETAS CILINDRICAS



Probetas con y sin aditivo chema3 según las (NTP)



Determinación de la resistencia



Rotura de probeta y/o testigo cilíndrico

