



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“APLICACIÓN DEL ADITIVO ACELERANTE DE  
FRAGUA MARCA PER RAPID 10 Y NIVEL DE  
EFECTIVIDAD EN CONCRETOS APLICABLES A ZONAS  
DE LA REGIÓN MADRE DE DIOS, 2017”**

**Presentado Por:**

**BCH. RONY SAPACAYO PELAEZ**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**PUERTO MALDONADO – PERÚ**

**2017**

## **Dedicatoria**

Está presente investigación se la dedico a mis padres quienes me dieron la fuerza necesaria para lograr todos mis objetivos.

### **Agradecimientos**

Agradecer a la Universidad “Alas Peruanas” por la excelente formación de Pre Grado que nos viene ofreciendo y darnos la oportunidad de optar el título profesional de ingeniero civil y a todas las personas que contribuyeron en la realización de la presente investigación, brindándome su apoyo incondicional y acompañándome en el camino hacia el logro de mis objetivos.

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo analizar el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido (trabajabilidad, tiempo de fraguado y resistencia mecánica y costo), debido a la incorporación del aditivo acelerante de fragua Per Rapid 10 en las mezclas de concreto.

Para esto primeramente se prepararon los diseños mezclas patrones (sin el aditivo mencionado)  $a/c=0.58$ , según el método de agregado global, y para un asentamiento de cono de 3"; luego sin variar los componentes iniciales del concreto patrón, se incorporó aditivo acelerantes Per Rapid 10, obteniéndose así los diseños de mezclas experimental. Todas las variantes hacen un total de 2 diseños de mezcla.

En cada una de las mezclas (patrón y experimental) se efectuaron ensayos de tiempo de fraguado, en el concreto fresco; resistencia a la compresión, en el concreto endurecido. Los resultados obtenidos de los ensayos, son sometidos a un análisis

comparativo entre las mezclas experimentales respecto a las mezclas patrones.

Finalmente se concluye que el aditivo acelerante ocasiona lo siguiente:

aumenta la trabajabilidad del concreto, reduce el tiempo de fraguado, y además se obtuvieron resistencias a la compresión por encima del 70% respecto al concreto patrón (referente 28 días) en 7, 14 y 28 días.

### **Palabras Claves:**

aditivos, concreto, acelerante, resistencia, fraguado, ensayo, asentamiento

## ABSTRACT

The present thesis aims to analyze the behavior of the concrete in fresh and hardened condition (workability, set time and mechanical strength and cost), due to the incorporation of the accelerator additive of Per Rapid 10 for concrete mixtures.

For this purpose, the pattern mixtures (without the mentioned additive) at  $f/c = 0.58$  were prepared according to the global aggregation method and for a 3 "cone settling; Then without varying the initial components of the standard concrete, different doses of accelerating additive were incorporated, obtaining the designs of experimental mixtures. All variants make a total of 2 mix designs.

In each of the mixtures (standard and experimental), set time tests were carried out on fresh concrete; Resistance to compression, in the hardened concrete. The results obtained from the tests are subjected to a

Comparing the experimental mixtures with respect to the standard mixtures.

Finally, it is concluded that the accelerating additive causes the following:

Increases the workability of the concrete, reduces the time of setting, and also obtained compressive strengths above 70% with respect to the Concrete pattern (referring 28 days) in 7, 14 and 28 days.

### **Keywords:**

Additives, concrete, accelerator, strength, setting, test, settling

## ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INDICE	v
INTRODUCCIÓN	ix

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	01
1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	04
1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	05
1.3.1 Problema principal	05
1.3.2 Problemas secundarios	05
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	05
1.4.1 Objetivo General	05
1.4.2 Objetivos Específicos	05
1.5 1.FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	06
1.5.1 Hipótesis General.	06
1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	06
1.6.1 Variable de estudio	06
1.6.3 Operacionalización de Variables.	07
1.7 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	08
1.7.1 Tipo de Investigación	08
1.7.2 Nivel de Investigación	08
1.7.3 Métodos de Investigación	08
1.7.4 Diseño de investigación	08
1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	09

1.8.1 Población	09
1.8.2 Muestra	09
1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	09
1.9.1. Técnicas	09
1.9.2. Instrumentos	10
1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.10.1 Justificación	24
1.11.1 Importancia	24

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	25
2.2. BASES TEÓRICAS	29
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	56

## **CAPÍTULO III**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

3.1 RESULTADOS	58
<b>CONCLUSIONES</b>	66
<b>RECOMENDACIONES</b>	71
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	72

## ÍNDICE DE TABLAS

	página
Tabla N°1. Resumen del ensayo de asentamiento máximo del concreto con y sin aditivo, con respecto a las relaciones $a/c=0.58$	58
Tabla N°2. Resumen del ensayo de tiempo de fraguado del concreto con y sin aditivo, con respecto a las relaciones $a/c=0.58$	59
Tabla N°3. Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para diferentes edades, en mezclas patrones de relaciones $a/c=0.58$ , con y sin aditivo	60



## ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico N°1. Asentamiento máximo del concreto para dosis de A1=0mg y A2=1500	58
Gráfico N°2. Tiempo de fraguado inicial del concreto para diferentes dosis de aditivo, con respecto a la relación a/c=0.58	59
Gráfico N°3. Tiempo de fraguado final del concreto para diferentes dosis de aditivo, con respecto a la relación a/c=0.58	60
Gráfico N°4. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días, en mezclas de relación a/c=0.58 con diferentes dosis de aditivo, A-1=(0mg) y A-2(1500mg).	61
Gráfico N°5. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días, en mezclas de relación a/c=0.58 con diferentes dosis de aditivo, A-1=(0mg) y A-2(1500mg).	62
Gráfico N°6. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, en mezclas de relación a/c=0.58 con diferentes dosis de aditivo, A-1=(0mg) y A-2(1500mg).	62

## INTRODUCCIÓN

El concreto es el material que ha tenido mayor uso en la construcción de edificios e infraestructura en la historia de la civilización, es por esto que la industria de la construcción se ha preocupado en buscar la forma de producir concretos con mejores desempeños, tanto técnicos como económicos, y en los últimos tiempos, ecológicos. Esto ha hecho que se mire a la búsqueda de materiales cementantes alternativos al cemento pórtland que aporten nuevas cualidades al concreto a la vez que contribuyan al ahorro energético y a la disminución de la emisión de contaminantes, propias de la producción del cemento pórtland.

EL proceso de producción del cemento pórtland es el que tiene mayor demanda de energía después de la que requiere la producción del aluminio y del acero; se necesitan 4GJ para la producción de una tonelada de cemento pórtland. Es también un proceso con alta emisión de contaminantes, una tonelada de CO<sub>2</sub> por cada tonelada de cemento, considerando que la producción anual de cemento es de más de 1,600 millones de toneladas con la respectiva emisión de CO<sub>2</sub> y la emisión total de CO<sub>2</sub> es de 23,000 millones de toneladas al año, la producción de cemento contribuye con el 7% de la emisión total de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

El propósito de la investigación es determinar en qué medida el aditivo acelerante de fragua marca Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.**

La industria de la construcción es una actividad de suma importancia dentro del desarrollo económico de un país, constituyendo un verdadero motor en el progreso de una sociedad, es por eso que en la actualidad el concreto ha experimentado un gran avance de nuevas tecnologías que ha originado cada vez más considerar a los aditivos como un componente normal dentro de la Tecnología moderna del concreto. Es así que la industria de los aditivos del concreto se ha visto en la necesidad de buscar nuevas tecnologías que aporten mejoras a la calidad del concreto de acuerdo a las necesidades de los actuales proyectos que se desarrollan en nuestro País.

En nuestro medio, principalmente en la provincia de Tambopata, región de Madre de Dios, existen constructoras, que se dedican a la construcción y levantamiento de edificios, condominios, viviendas y otras obras civiles empleando para ello concreto convencional, el cual es un concreto con escasa fluidez y poca facilidad de colocación lo que origina una construcción más lenta o trabada, necesitando para ello un elevado número de mano de obra. Es por ello que el concreto con acelerante es una buena alternativa para combatir las dificultades que presenta el concreto convencional que vienen siendo usados por las constructoras en

la provincia de Tambopata. El concreto desarrollado con aditivos acelerantes, es un nuevo concepto de Concreto que ofrece una muy buena colocación de la mezcla, pero Los aditivos acelerantes han sido desarrollados hace poco, es motivo por el cual, no existe la debida información que pueda motivar su uso e investigación, por ésta razón estos aditivos no son muy comerciales lo cual ha ocasionado que tenga un elevado costo en la industria de la construcción, por ende, las empresas constructoras prefieren seguir utilizando los aditivos convencionales; vale resaltar que los aditivos acelerantes pueden obtener mayores beneficios en proyectos que demanden una gran cantidad de concreto.

El concreto es un material heterogéneo compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua, agregado fino y grueso. Es el material de construcción de mayor uso a nivel mundial. En la actualidad el concreto requiere para su composición la incorporación de aditivos con la finalidad de mejorar sus características, El tiempo del asentamiento en el concreto es importante ya que nos da a conocer su trabajabilidad y nos permite producir concretos que necesitan mantener la fluidez por varias horas. Es por eso que considero necesario la presente, investigación donde se experimentó incorporando aditivos acelerantes, específicamente desarrollados para incrementar el tiempo de trabajabilidad.

En los últimos años el crecimiento de la industria de la construcción ha llevado a que se incremente el consumo del concreto, este crecimiento se da en diferentes distritos y muchas veces a grandes distancias, dando como resultado que el concreto no tenga el mismo asentamiento cuando llegue a la obra, porque la distancia es muy lejana, en la presente investigación se diseñan concretos que mantengan su fluidez por varias horas, incrementando el tiempo de trabajabilidad y también se estudia el comportamiento del asentamiento del concreto usando aditivos.

En la actualidad en la industria de la construcción existen proyectos muy desafiantes, en los cuales los requerimientos son cada vez mayores, es

por ello que es necesaria la utilización de concretos con mayor trabajabilidad y manteniendo la fluidez por muchas horas con el objetivo de poder transportar, colocar y compactar correctamente al concreto.

La tecnología del concreto moderna considera a los aditivos ya no como una opción alternativa del diseño de mezcla, sino como un ingrediente más. Actualmente, según datos de la *European Cement Research Academy* (2005) se estima que en Europa más del 90% de los hormigones preparados contienen algún tipo de aditivo, de los que más del 70% son aditivos Plastificantes Y acelerantes manteniéndose esa misma tendencia en los últimos años.

En el Perú, especialmente en la región de Madre de Dios, no es frecuente el empleo de aditivos acelerantes, debido al desconocimiento sobre su uso y potencialidades, ya que al no ser un producto de gran disponibilidad y consumo en el mercado local, son relativamente pocos los profesionales que tienen la oportunidad de emplearlos e investigar para mejorar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido (trabajabilidad, tiempo de fraguado y resistencia mecánica), debido a estas razones la informalidad alcanzada en la fabricación y utilización del concreto es del 77% respecto su producción total (Garay,2017).

En la región de Madre de Dios, unos de los problemas principales en la fabricación del concreto son: la reducción de la resistencia del concreto, debido a la modificación sin ningún control de la relación agua/cemento en busca de mejorar la trabajabilidad; y el poco control del tiempo de fraguado del concreto, dato que es relevante en la planificación de las operaciones del concreto en obra.

A través del empleo del aditivo acelerante en las mezclas de concreto, buscaremos contrarrestar estos efectos negativos, es decir buscaremos mejorar la trabajabilidad sin alterar la resistencia mecánica final del concreto; y estimar el tiempo de fraguado del concreto, con la finalidad de

realizar una adecuada planificación sobre las operaciones del concreto en obra (transporte, colocación, consolidación y acabado).

Por ello el concreto es el material de construcción más utilizado en obras y por tanto se hace indispensable conocer sus diferentes propiedades mecánicas: resistencia a la compresión, tracción, flexión y corte. Se considera un material pétreo, durable y resistente; pero, dado que se trabaja en su forma fluida o plástica, puede adquirir prácticamente cualquier forma. Esta combinación de características es la razón principal por la que es un material de construcción tan popular, empleado para todo tipo de construcciones. La resistencia del concreto depende de la calidad y proporción de los materiales que lo componen, de la calidad de la mano de obra y de los cuidados posteriores al vaciado. El cemento es un insumo primordial para el desarrollo y crecimiento de un país. Su participación en el sector de la construcción es el más determinante, y este es uno de los sectores con mayor importancia en el producto interno bruto del mismo. La característica más relevante en la medición de la calidad del concreto es su resistencia a la compresión. Por lo tanto es trascendental conocer como varía esta resistencia con relación a la variación de sus componentes, en especial con respecto al tipo de cemento utilizado para su elaboración

## **1.2. DELIMITACION DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

La investigación se realizó en la región de Madre de Dios

### **1.2.2. Delimitación temporal**

El objeto de la investigación se realizó a partir de marzo del 2017 y se culminó en julio del 2017

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Problema principal**

¿En qué medida el aditivo acelerante de fragua marca Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017?

#### **1.3.2. Problemas secundarios.**

**PS1:** ¿Como el diseño de mezcla de los aditivos acelerante de Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017?

**PS2:** ¿Cómo las propiedades mecánicas de los aditivos acelerante de Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017?

### **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar en qué medida el aditivo acelerante de fragua marca Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

**OE1:** Determinar como el diseño de mezcla de los aditivos acelerante de Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017

**OE.2.** Determinar cómo las propiedades mecánicas de los aditivos acelerante de Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017

## **1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. Hipótesis general.**

El aditivo acelerante de fragua marca Per Rapid 10 influye significativamente en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017

### **1.5.2. Hipótesis secundarias.**

**HS1:** El diseño de mezcla de los aditivos acelerante de Per Rapid 10 influye significativamente en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017

**HS.2.** Las propiedades mecánicas de los aditivos acelerante de Per Rapid 10 influye significativamente en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017

## **1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. Variable independiente.**

- Nivel de efectividad del aditivo acelerante de Per Rapid 10

### **1.6.2. Variable dependiente.**

- Concretos aplicables a zonas de la región

### **1.6.3 Operacionalización de las variables**



VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICES	UNIDAD DE MEDICIÓN
Aditivo acelerante de fragua marca per rapid 10	Diseño de mezcla	Físicas	Densidad	Kg/m <sup>3</sup>
			Coloración	
		Químicas	Acelerar la degradación	Kg/cm <sup>2</sup>
			Protección Bateria	Ufc/m <sup>3</sup>
	Propiedades mecánicas	Selección	Per Rapid 10	Mm

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	INDICES	Unidad de medición
Nivel de efectividad	Composición	Cemento	Cemento Portland Extra Forte	Kg
		Agregados	Agregado Grueso	M <sup>3</sup>
			Agregado Fino	M <sup>3</sup>
		Agua	Agua Potable	Lts
	Estados	CONCRETO FRESCO	Tiempo de fraguado	hh:mm
			Trabajabilidad	Slump
		CONCRETO Endurecido	Durabilidad	Adimensional
			Elasticidad	Kg/cm <sup>2</sup>

## **1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1. Tipo de investigación**

#### **Descriptivo.**

Porque se detallaron las características que están inmersos en nuestro tema acerca de la efectividad de los aditivos acelerantes de fragua en concretos aplicables a zonas de la región madre de dios.

#### **Cuantitativo**

Porque se analizaron los estados de las propiedades mecánicas de los concretos aplicables a zonas de la región Madre De Dios, para ellos se utilizaron técnicas de ensayo de laboratorio, se requiera del análisis de los datos en forma estadística y cuantificada.

### **1.7.2. Nivel de investigación**

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúnen por su nivel las características de un estudio experimental. El trabajo pertenece al diseño de aplicativo de corte transversal, debido a que se realiza en un periodo de tiempo, además se consideran análisis de documentos y aplicación de fichas de observación con la finalidad de obtener información para la investigación.

### **1.7.3. Diseño de investigación**

El diseño del trabajo de investigación es experimental, puesto que se basó en un problema y/o variable que todavía no ha ocurrido en la zona de la región de madre de dios, es una problemática que en la realidad toda-vía no se ha dado en la zona.

Para el desarrollo de la investigación, lo que se efectuó primero, recolección de datos mediante el método de observación, con el cual llegaremos a determinar la problemática principal, y formular-se seguidamente el problema, para después de tener que aplicar y analizar y someterlo a diversas técnicas de ensayos de laboratorio, para luego emitir resultados correspondientes del estudio minucioso realizado.

## 1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.8.1. Población

La población destinada para esta investigación fue el conjunto de cilindros de concreto ensayadas según NTP 339.034:2008 equivalente al ASTM C-39, de la cantera salvación de la región Madre De Dios

### 1.8.2. Muestra

El número de muestras para esta investigación fue determinado por las siguientes variables:

- Resistencia de diseño del concreto = 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso = 3/4"
- Tiempo de rotura de los especímenes = 7, 14 y 28 días
- Dosificación en función a la muestra patrón de concreto convencional, concreto con aditivo marca Per Rapid 10.
- Numero de muestras a diseñar por cada resistencia = 6 especímenes.

**Tamaño muestral: 6**

## 1.9. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

### 1.9.1. Técnica

**Observación:** Se realizó pruebas para estudiar los efectos que genera el uso de los aditivos acelerantes marca PER RAPID 10 al concreto convencional, y se anotaron los resultados parciales que se obtuvo.

**Análisis de Documentos:** Se tomó en consideración libros, tesis, revistas, normas técnicas, entre otros relacionados al tema que se investigó.

### 1.9.2. Instrumentos

Para obtener la información se ha utilizado como instrumento: las guías de observación para la variable independiente y la variable dependiente. Dichos medios de recolección de datos están compuestos por un conjunto de preguntas diseñadas para generar los datos necesarios para alcanzar los objetivos del estudio.

#### Guía de análisis de documentos

Se revisaron normas técnicas que facilitaron, un adecuado desarrollo de la investigación. Ver tabla N° 10

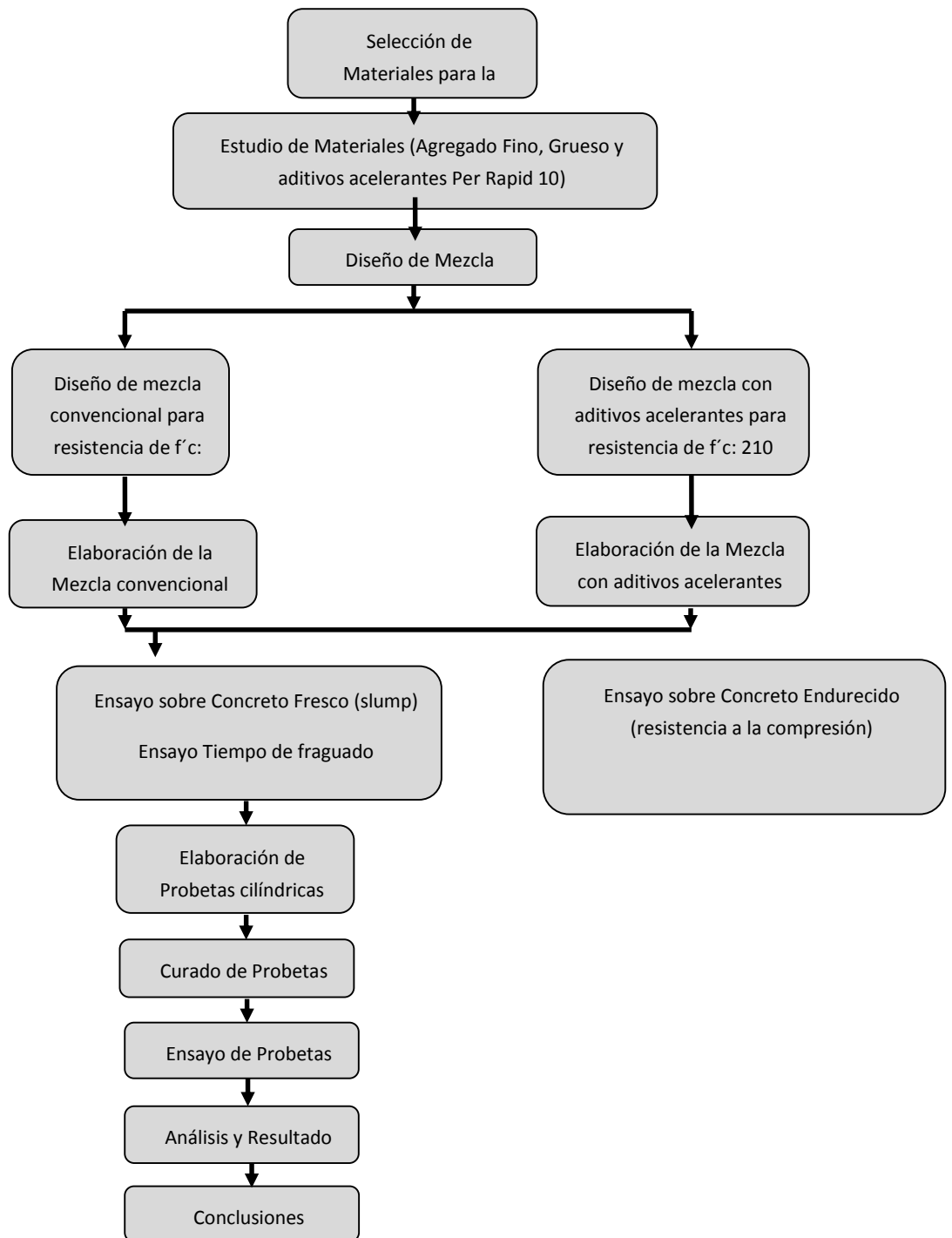
*Tabla 1: Descripción y aplicación de normas*

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>APLICACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN</b>
(AASHTO T-87)	Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	Determinar la distribución por tamaño de las partículas de agregado fino y grueso mediante tamizado para ser empleados en el diseño de la mezcla de concreto convencional y concreto con fibra de caucho sintético reciclado.
(NTP 339-120; ASTM D4318)	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.	Determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado grueso para ser empleados en el diseño de la mezcla de concreto convencional y concreto con aditivos acelerantes.
(NTP 339-120; ASTM D4318)	Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.	Determinar el peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm. Se empleará en el diseño de la mezcla de concreto convencional y

		concreto con aditivos acelerantes.
(NTP 339-120; ASTM D4318)	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.	Determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino para ser empleados en el diseño de la mezcla de concreto convencional y concreto con aditivos acelerantes
(MTC- E 704-2000, ASTM C39, AASHTO T22 )	“Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.	Determinar la resistencia a la compresión del concreto convencional y el concreto con aditivos acelerantes.
(MTC- E 704-2000, ASTM C39, AASHTO T22)	Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.	Determinar el asentamiento del concreto fresco en el laboratorio, tanto del concreto convencional como del concreto con Aditivos acelerantes
(NTP 339.183; 2009)	Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón en el laboratorio.	El curado de especímenes de concreto en el laboratorio será bajo un control riguroso de los materiales y las condiciones que estipulan este ensayo. Será aplicable tanto a probetas de concreto convencional como probetas de concreto aditivos acelerantes.

Fuente: Norma Técnica Peruana

### 1.9.3 Diagrama de flujo de procesos



#### **1.9.4 Descripción de Procesos**

##### **Selección de materiales**

Se tuvo especial cuidado en seleccionar la procedencia de los materiales. Tienen que estar aptos para su uso, libres de impurezas y de partículas orgánicas; los agregados serán obtenidos de las canteras de chorrillos, el cemento Portland tipo I y el aditivos acelerantes será Per Rapid 10.

##### **Ensayos de laboratorio**

Se realizaron todos los ensayos necesarios en el laboratorio de mecánica de suelos – concreto y asfalto- control de calidad de obras civiles- consultoría especializada prospección geofísica y perforación de pozos tubulares (GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS EIRL).

El agregado grueso, agregado fino y los aditivos acelerantes Per Rapid 10 se usaron según especificaciones de la Norma Técnica Peruana y el Reglamento Nacional de Edificaciones de edificaciones.

##### **A) Ensayos de resistencia:**

###### **NTP 339 – ASTM C39**

CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

###### **Objetivo**

El objetivo principal del ensayo consiste en determinar la máxima resistencia a la compresión de un cilindro de muestra de un concreto a una carga aplicada axialmente.

## **Materiales**

- Cilindro de concreto de longitud de 20cm con diámetro de 10 cm.
- Maquina universal para aplicar carga

## **Procedimiento.**

El cilindro se llena en tres capas de igual altura y cada capa se apasiona con una varilla lisa de 16mm de diámetro con uno de sus extremos redondeados, la cual se introduce 25 veces por capa en diferentes sitios de la superficie del concreto, teniendo en cuenta de que la varilla solo atraviese la capa que este está compactando, sin pasar a la capa siguiente. Al final de la compactación se contempla el llenado del molde con más mezcla y se alisa la superficie con la ayuda de un palustre o de una regla.

Una vez que se ha llenado cada capa, se dan unos golpes con la varilla o con un martillo de caucho a las paredes de este, hasta que la superficie del concreto cambie de mate a brillante, con el objeto de eliminar las burbujas de aire que se hayan podido adherir al molde o hayan quedado embebidas en el concreto.

Los cilindros recién confeccionados deben quedar en reposo, en sitio cubierto y protegidos de cualquiera golpe o vibración y al día siguiente se les quita el molde cuidadosamente. Inmediatamente después de remover el molde, los cilindros deben ser sometidos a un proceso de curado en tanques de agua con cal, o en un cuarto de curado a 230 C, con el fin de evitar la evaporación del agua que contiene cilindro, por la acción del aire o del sol, y en condiciones estables de temperatura para que el desarrollo de resistencia se lleve a cabo en condiciones constantes a través del tiempo. En estas



condiciones los cilindros deben permanecer hasta el día del ensayo.

## **MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL CONO DE ABRAMS**

### **NTP 339 – ASTM C143**

“CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams”.

#### **Objetivo**

Determinar el asentamiento del concreto fresco, mediante el uso del Cono de Abrams.

#### **Materiales.**

- Cono de Abrams de medidas estándar
- Varilla para apasionado de fierro liso de diámetro 5/8” y punta redondeada L = 60cm
- Wincha metálica
- Plancha metálica (badilejo)

#### **Procedimiento**

Obtener una muestra al azar sin tener en cuenta la aparente calidad del concreto. Según la norma se debe obtener una muestra por cada 120m<sup>3</sup> de concreto producido o 500 m<sup>2</sup> de superficie llenada y en todo caso no menos de una al día.

La muestra no debe ser menor de 30 lt y el concreto muestreado no debe tener más de 1 hora de preparado. Entre la Obtención de la muestra y el término de la prueba no deben pasar más de 10 minutos.

Colocar el molde limpio y humedecido con agua sobre una superficie plana y humedecida, pisando las aletas.

Verter una carga de concreto hasta un tercio del volumen (67mm de altura) y apasionar con la varilla lisa uniforme, contando 25 golpes, después verter una segunda capa de concreto (155mm de altura) y nuevamente apasionar con la varilla lisa uniforme, contacto 25 golpes. Los golpes en esta capa deben llegar hasta la capa anterior.

Seguidamente, verter una tercera capa (en exceso) y repetir el procedimiento, siempre teniendo cuidado en que los golpes lleguen a la capa anterior. Como es usual, les faltara un poco de concreto al final, así es que tendrán que rellenar al faltante y enrasar el molde con la varilla lisa. Desde el inicio del procedimiento, hasta este punto no deben de haber pasado más de 2 minutos. Es permitido dar un pequeño golpe al molde con la varilla para que se produzca la separación del pastón.

Ahora se para a retirar el molde con mucho cuidado (no deberá hacerse en menos de 5 segundos), se coloca invertido al lado del pastón, y colocamos la varilla sobre este para poder determinar la diferencia entre la altura del molde y la altura media de la cara libre del cono deformado.

## **PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN LOS AGREGADOS**

### **PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

#### **Objetivo:**

Determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con la superficie seca, el peso aparente y la absorción (después de 24horas) del agregado fino.

#### **Materiales**

- Balanza
- Frasco volumétrico de 500cm<sup>3</sup> de capacidad

- Molde cónico
- Barra compactadora de metal
- Estufa

### **Procedimiento**

Se coloca la muestra en agua y se deja reposar durante 24 horas. Se extiende sobre una superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y se remueve con frecuencia. Luego se coloca en el molde cónico, se golpea 25 veces con una barra de metal y se levanta el molde y se debe derrumbar la muestra, esto significa que el agregado ha alcanzado una condición de superficie seca luego se introduce de inmediato en el frasco una muestra de 500gr, se llena de agua para alcanzar aproximadamente la marca de 500cm<sup>3</sup>, se extraen los vacíos y se determina el peso total del agua introducida en el frasco; se saca el agregado fino del frasco, se seca a peso constante a una temperatura de 110°C, se enfría a temperatura ambiente en un secador durante  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{2}$  y se pesa,

### **PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**

#### **Objetivo:**

Determinar el peso específico y el porcentaje de absorción de la muestra de agregado grueso.

#### **Materiales**

- Balanza
- Cesta con malla de alambre
- Depósito de agua
- Tamiz de 4.75mm(N°4)

➤ Estufa

### **Procedimiento**

Seleccionar la muestra y mezclarla, descartar todo el material que pase el tamiz N 4 por tamizado seco y luego lavar el material. Si el agregado grueso contiene cantidades importantes de material más fino que el tamiz N°4, usar el tamiz N°8. Remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aun parezca húmeda. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca.

Después de pesarse coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua, tener cuidado de remover todo el aire atrapado antes del pesado sacudiendo el recipiente mientras se sumerge.

Secar la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre 100°C y se deja enfriar hasta a temperatura ambiente; y se pesa

### **CONTENIDO DE HUMEDAD**

En los agregados existen poros, los cuales encuentran en la intemperie pueden estar llenos con agua, estos poseen un grado de humedad, el cual gran importancia ya que con él podríamos saber si nos aporta agua a la mezcla.

En nuestro laboratorio utilizaremos agregados que están parcialmente secos (al aire libre) para la determinación del contenido de humedad total de los agregados. Este método

consiste en someter una muestra de agregado a un proceso de secado y comparar su masa antes y después del mismo para determinar su porcentaje de humedad total

#### Material y equipos:

- ✓ **Balanza.** Una balanza o báscula con precisión dentro del 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, graduada como mínimo a 0.05 kg.
- ✓ **Horno.** Fuente de Calor capaz de mantener una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- ✓ **Recipiente** Se utiliza para introducir la muestra en el horno.

Tabla 2 : Materiales a usar

MATERIAL	TIPO	LUGAR/ PROVEEDOR
Cemento	Tipo I	Cementos
Agregado fino	Arena	Cantera de la zona de estudio (CANTERA CHORILLOS)
Agregado Grueso	Piedra Chancada 1/2	Cantera de la zona de estudio (CANTERA CHORILLOS)
Aditivo	Acelerantes Líquido Sin Cloruro	PER RAPID 10

Fuente: Elaboración Propia

#### Diseño de mezclas de concreto:

Dosificar una mezcla de concreto es determinar la combinación más práctica y económica de agregados

posibles, cemento, agua y en ciertos casos aditivos, con el fin de producir una mezcla con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiriera las características de resistencia y durabilidad necesarias para el tipo de construcción en que habrá de utilizarse.

Para encontrar las proporciones más apropiadas, será necesario preparar varias mezclas de prueba. Las cuales se calcularán con base en las propiedades de los materiales y la aplicación de leyes o principio básicos preestablecidos. Las características de las mezclas de prueba indicarán los ajustes que deben hacerse en la dosificación de acuerdo con reglas empíricas determinadas.

En la etapa del concreto fresco que transcurre desde la mezcla de sus componentes hasta su colocación, las exigencias principales que deben cumplirse para obtener una dosificación apropiada son las de manejabilidad y economía de la mezcla; para el concreto endurecido son las de resistencia y durabilidad.

## **CONSIDERACIONES BÁSICAS**

### **Economía**

El costo del concreto es la suma del costo de los materiales, de la mano de obra empleada y el equipamiento. Sin embargo excepto para algunos concretos especiales, el costo de la mano de obra y el equipamiento son muy independientes del tipo y calidad del concreto producido. Por lo tanto los costos de los materiales son los más importantes y los que se deben tomar en cuenta para comparar mezclas diferentes. Debido a que el cemento es más costoso que los agregados, es claro que minimizar el contenido del cemento en el concreto es el

factor más importante para reducir el costo del concreto. En general, esto puede ser hecho del siguiente modo;

- Utilizando el menor shump que permita una adecuada colocación.
- Utilizando el mayor tamaño máximo del agregado
- Utilizando una relación óptima del agregado grueso al agregado fino.
- Y cuando sea necesario utilizando un aditivo conveniente.

Es necesario además señalar que en adición al costo, hay otros beneficios relacionados con un bajo contenido de cemento. En general, las consideraciones serán reducidas y habrá menor calor de hidratación. Por otra parte un muy bajo contenido de cemento, disminuirá la resistencia temprana del concreto y la uniformidad del concreto será una consideración crítica.

La economía de un diseño de mezcla en particular también deberá tener en cuenta el grado de control de calidad que se espera en obra, debido a la variabilidad inherente del concreto, la resistencia promedio del concreto debe ser más alto que la resistencia a compresión mínima especificada.

### **Trabajabilidad**

La trabajabilidad del concreto, puede definirse como la propiedad que determina el esfuerzo requerido para manipular una cantidad de mezcla de concreto fresco.

En esta definición el termino significa incluir todos los funcionamientos involucrados para la manejabilidad del concreto fresco, llamándolos transpiración, colocación,

compactación y también, en algunos casos, terminación. En otras palabras, la trabajabilidad es esa propiedad, que hace al concreto fresco fácil de manejar y contraer, sin un riesgo apreciable de segregación.

La trabajabilidad es esencialmente determinada por la consistencia y cohesividad del concreto fresco. Para dar al concreto fresco la trabajabilidad deseada, su consistencia y cohesividad debe ser controlada. La coherencia es lograda por la selección apropiada de las proporciones del mezclado que usan uno de los procedimientos disponibles de diseño de mezclas. En otras palabras, cuando la coherencia se logra, la trabajabilidad se obtiene controlando la consistencia de la mezcla. Se supone que la mezcla endurecida es menos trabajable que una más fluida, y viceversa. Sin embargo, esto no siempre es verdad, porque una mezcla muy húmeda puede exhibir una marcada tendencia a segregar y como consiguiente, una trabajabilidad pobre.

## **Resistencia**

En general las especificaciones del concreto requerirán una resistencia mínima a compresión. Estas especificaciones también podrían imponer limitaciones en la máxima relación agua/cemento ( $a/c$ ) y el contenido mínimo de cemento. Es importante asegurar que estos requisitos no sean mutuamente incompatibles. Como veremos en otros capítulos, no necesariamente la resistencia a compresión a 28 días será la más importante, debido a esto la resistencia a otras edades podría controlar el diseño.



Las especificaciones también podrían requerir que el concreto cumpla ciertos requisitos de durabilidad, tales como resistencia al congelamiento y deshielo ó ataque químico. Estas consideraciones podrían establecer limitaciones adicionales en la relación agua cemento (a/c), el contenido de cemento y en adición podrá requerir el uso de aditivos.

Entonces el proceso de diseño de mezcla, envuelve cumplir con todos los requisitos antes vistos. Asimismo, debido a que no todos los requerimientos pueden ser optimizados simultáneamente, es necesario compensar unos con otros; (por ejemplo puede ser mejor emplear una dosificación que para determinada cantidad de cemento no tiene la mayor resistencia a compresión pero que tiene una mayor trabajabilidad).

Finalmente debe recordado que incluso la mezcla perfecta no producirá un concreto apropiado si no se lleva a cabo procedimientos apropiados de colocación, acabado y curado.

### **Información requerida para el Diseño de Mezcla**

- Análisis granulo métrico de los agregados.
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso).
- Peso específico de los agregados (fino y grueso).
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso).
- Perfil y textura de los agregados.
- Tipo y marca del cemento.

- Peso específico del cemento.
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones, posibles de cemento y agregados.

## **1.10. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 1.10.1. Justificación

El proyecto se justifica porque es necesario tener conocimiento sobre el uso y resultados que tienen los aditivos para la trabajabilidad y por la rapidez de los acelerante para lograr su resistencia adecuada, adecuados a la región que soporta una temperatura promedio de 30 grados diariamente y que debido al crecimiento en los últimos 15 años, ha aumentado el tránsito vehicular sobre todo de camiones de carga y respecto a la construcción, en Puerto Maldonado ha habido un auge y hoy en día prácticamente ya no se ven casas de madera y todas las nuevas urbanizaciones son de concreto.

### 1.10.2. Importancia

El presente proyecto de investigación será confiable porque atravesará por un proceso riguroso en la revisión por expertos en los temas del cual se pretende investigar, obteniendo un grado óptimo de originalidad para futuras investigaciones.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

- Indira Babilonia Escallon y Sandy Paola Urango Rojas (2015), *“El uso de aditivos de origen natural integral a masas de concreto para la protección contra la corrosión del acero estructural embebido”* cuyas conclusiones fueron: La obtención de los extractos se realizó a través de pasos sencillos y fáciles, lo que supone que su producción a gran escala industrial no representaría mayores inconvenientes. En el estudio de los ensayos a compresión de las probetas cilíndricas se observó una disminución considerable de la resistencia del concreto para la cual fueron diseñadas. Esto nos permite concluir que la utilización de la sábila como aditivo natural integral a la masa de concreto no posee los factores que contribuyan a aumentar la vida útil de las estructuras en futuros usos. Los porcentajes de sábila utilizados para cada mezcla de concreto incidieron de manera negativa en la obtención de resistencias, ya que a medida que se eleva la concentración del aditivo disminuye la resistencia del concreto. Esto se debe a las propiedades de la sábila que concentran un altísimo porcentaje de agua en su interior, de hecho el 95,5% de la planta está compuesta de agua y solo el 5% de otros componentes sólidos.
- Molina Segura, Carlos Joel y Saldaña Pacheco, Saul Omar (2014), *“Influencia del aditivo hiperplastificante plastol 200 ext en las propiedades del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido”*. Cuyas conclusiones fueron: La cantidad óptima de

porcentaje de aditivo Hiperplastificante Plastol 200 Ext. que se debe agregar a una mezcla de concreto autocompactante que se encuentre dentro de los parámetros de diseño de este estudio es de 1.2 % del peso del cemento, por no presentar exudación ni segregación y estar dentro de los rangos permitidos de fluidez y tiempos.

- Jhonathan Wilson Mayta Rojas (2014), *“influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo”* cuyas conclusiones fueron: Para las mezclas diseñadas con relación a/c=0.40,0.50 y 0.60; y con una dosis de 1050 ml de aditivo superplastificante, se obtuvieron porcentajes de segregación de 8.11%, 6.08% y 5.18% respectivamente. Los diseños A-5 y B-5 ligeramente sobrepasan el límite recomendado de 6%. El asentamiento de cono, para cualquier relación a/c, experimentó incrementos mínimos con dosis de aditivo superplastificante de 250 ml, e incrementos máximos con dosis de aditivo superplastificante de 1050 ml. El tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de cono de 3”, para cualquier relación a/c, desarrolló incrementos mínimos con dosis de aditivo superplastificante de 250 ml, e incrementos máximos con dosis de aditivo superplastificante de 1050 ml. La mínima y máxima temperatura promedio alcanzadas por las mezclas de concreto fueron de 17.8 °C y 19.2 °C, éstos valores están dentro de los límites permisibles de 13 °C y 32 °C para una adecuada hidratación del concreto. La variación máxima de 1.4 °C alcanzada por las mezclas, corrobora que se tomaron las medidas adecuadas para evitar la influencia del medio exterior
- Coldie Ivonee Huarcaya Garzon (2014), *“Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional sikament 290n y aditivo super plastificante de alto desempeño sika viscoflow 20e”* cuyas conclusiones fueron: la producción de concreto con alta trabajabilidad requiere una selección cuidadosa de los materiales

componentes, empleo de aditivos plastificantes y superplastificante y un estricto control de calidad en todas las etapas de fabricación y uso. La aplicación del aditivo es variable ya que depende de que tan trabajable se requiera. En el ensayo de asentamiento del concreto se realizó un control en la medición del slump por un periodo de tres horas en intervalos de 30 min cada uno, donde se pudo observar que el diseño Sikament 1,0 % mantuvo su trabajabilidad por un tiempo mayor a los demás diseños, ya que su asentamiento se mantuvo en el rango de (6 “ - 8 “ ).

- Castellón y De La Ossa (2013), *“Estudio Comparativo De La Resistencia A La Compresión De Los Concretos Elaborados Con Cementos Tipo I Y Tipo III, Modificados Con Aditivos Acelerantes Y Retardantes en Cartagena de Indias”*. Llegaron a las siguientes conclusiones. Para la buena elaboración del concreto y sus resultados óptimos, es de gran importancia que el ingeniero siga las proporciones que especifica el diseño de mezcla, así mismo debe regirse a las normas y especificaciones que garanticen una buena calidad del mismo. El cemento tipo III desarrolla altas resistencias a edades tempranas, debido a que aunque en sus propiedades físicas es similar al Tipo I, su composición química es diferente y además sus partículas han sido molidas más refinadamente; influenciada también por el alto porcentaje de C3S como se puede observar en la siguiente tabla. Un alto grado de finura representa un costo considerable debido a que aumentan el tiempo de molienda; y cuanto más fino sea un cemento se deteriorará con mayor rapidez, debido a que absorbe más fácilmente la humedad del aire; liberan mayor cantidad de calor de hidratación ocasionando mayor retracción y por lo tanto, son más susceptibles a la fisuración. Pero un cemento fino, exuda menos que uno más grueso, debido a que retiene mejor el agua al tener mayor superficie de hidratación; por lo tanto, los tiempos de fraguado son menores, esto significa que las partículas gruesas demoran para hidratarse e inclusive

no llegar a hacerlo nunca en forma interior, quedando dentro de ellas un núcleo inerte, lo cual se traduce en disminución de la resistencia a la compresión.

- Benítez (2011), "*Concreto (Hormigón) con cemento Portland Puzolánico Tipo IP Atlas de Resistencias Tempranas con la Tecnología Sika Viscocrete 20HE*" concluyó lo siguiente. El concreto (hormigón) obtenido finalmente es un concreto fluido de buena performance, y de mediana alta resistencia según las condiciones requeridas. En relación a la temperatura del concreto (hormigón), se puede concluir que la temperatura en los diseños de mezcla patrón será menor que en los diseños de mezcla con aditivo, debido a la acción del aditivo retardantes, sobre los compuestos del cemento, logrando disminuir así el calor de hidratación y garantizando un mayor tiempo de trabajo para su puesto de obra. De acuerdo con lo establecido en las normas ASTM C 494, el tiempo de fragua en los diseños de mezcla con aditivo no debería ser mayor a 3 horas con respecto al tiempo de fragua en los diseños de mezcla patrón; cumpliendo así con lo mencionado en todos los diseños realizados, garantizando un mejor y mayor tiempo de trabajo en dichas mezclas.
- Huincho (2011), "*Concreto de Alta Resistencia Usando Aditivo Superplastificante, Microsilice y Nanosilice con Cemento Portland Tipo I en Lima-Perú*" llegó a las siguientes 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 auto compactado. La dosis óptima de Microsilice encontrada es de 10% con la cual se obtiene la máxima resistencia a la compresión de 1420 kg/cm<sup>2</sup>, para el caso de la Nanosilice es 1% (968 kg/cm<sup>2</sup>) y para el caso de la combinación de Microsilice y Nanosilice es de 5% de Microsilice más 0.5% de Nanosilice (1065 kg/cm<sup>2</sup>).

Los concretos con adiciones de Microsilice (1.0, 1.5 y 2.0 %), reportan resistencias a la comprensión superiores a los concretos con adición de Nanosilice (1.0, 1.5 y 2.0 %), sin embargo la adición Nanosilice incrementa también la resistencia a la comprensión del concreto pero no de la misma magnitud que la Microsilice, su ventaja es su estado líquido y también el uso en bajas dosis (menor al 1%).

## **2.2. BASES TEORICAS**

### **2.2.1. Aditivo**

De acuerdo a la Norma Española (UNE-EN 934-2, 2002), se describen a los aditivos como aquellos productos que se incorporan en el momento del amasado del hormigón o inmediatamente después, en una cantidad no superior al 5 % en masa, con relación al contenido de cemento, con objeto de modificar las propiedades y características de la mezcla en estado fresco y/o endurecido. American Concrete Institute-ACI 116 (26). Define a un aditivo como un material distinto del agua, los agregados, el cemento hidráulico y las fibras de refuerzo, que se utilizan como ingrediente del mortero o del concreto, y que se añade a la revoltura inmediatamente antes o durante el mezclado.

El Comité 116R del, American Concrete Institute-ACI, como la Norma American Society for Testing and Materials - ASTM C 125. Definen al aditivo como: "Un material distinto del agua, de los agregados y cemento hidráulico que se usa como componente del concreto o mortero. Las dosis en las que se utilizan los aditivos, están en relación a un pequeño porcentaje del peso de cemento, con las excepciones en las cuales se prefiere dosificar el aditivo en una proporción respecto al agua de amasado".

Según la norma técnica American Society for Testing and Materials ASTM-C497 considera que los efectos son muy variados, una clasificación así es muy extensa, además debido a que un solo aditivo modifica varias características del concreto, además de no cumplir todas las que especifica.

- Tipo A: Reductores de Agua
- Tipo B: Retardadores de Fragua
- Tipo C: Aceleradores de Fraguado y Resistencia temprana.
- Tipo D: Reductores de Agua y Retardantes
- Tipo E: Reductores de Agua y Aceleradores.

Según el comité 212 del ACI, los clasifica según los tipos de materiales constituyentes o a los efectos característicos en su uso:

- a. Aditivos acelerantes.
- b. Aditivos reductores de agua y que controlan el fraguado.
- c. Aditivos para inyecciones.
- d. Aditivos incorporadores de aire.
- e. Aditivos extractores de aire.
- f. Aditivos formadores de gas.
- g. Aditivos productores de expansión o expansivos.
- h. Aditivos minerales finamente molidos.
- i. Aditivos impermeables y reductores de permeabilidad.
- j. Aditivos pegantes (también llamados epóxicos).
- k. Aditivos químicos para reducir la expansión debido a la reacción entre los agregados y los alcalices del cemento. Aditivos inhibidores de corrosión.
- l. Aditivos fungicidas, germicidas o insecticidas.
- m. Aditivos floculadores.
- n. Aditivos colorantes.



Según la norma francesa Betons: Definitions et Marquage des Adjuvants du Betons - AFNOR P 18-123. Establecen una clasificación más amplia:

- a. Aditivos que modifican las propiedades reológicas del concreto fresco:
  - Plastificantes – Reductores de agua.
  - Incorporadores de aire.
  - Polvos minerales Plastificantes
  - Estabilizadores
  
- b. Aditivos que modifican el fraguado y endurecimiento:
  - Aceleradores de fraguado y/o Endurecimiento.
  - Retardadores de Fraguado.
  
- c. Aditivos que modifican el contenido de aire:
  - Incorporadores de Aire
  - Antiespumantes.
  - Agentes formadores de Gas.
  - Agentes formadores de Espuma.
  
- d. Aditivos que modifican la resistencia a las acciones físicas:
  - Incorporadores de Aire.
  - Anticongelantes.
  - Impermeabilizantes.
  
- e. Aditivos misceláneos
  - Aditivos de cohesión – emulsiones
  - Aditivos combinados
  - Colorantes

- Agentes formadores de espuma

### **Aditivos acelerantes**

Sustancia 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. Adelanto en la puesta en servicio de las estructuras
- E. Posibilidad de combatir rápidamente las fugas de agua en estructuras hidráulicas
- F. Reducción de presiones sobre los encofrados posibilitando mayores alturas de vaciado
- G. Contrarrestar el efecto de las bajas temperaturas en clima frío desarrollado con mayor velocidad el calor de hidratación, incrementando la temperatura del concreto y consecuentemente la resistencia.

En general los acelerantes reducen los tiempos de fraguado inicial y final del concreto son medidos con métodos estándar como las agujas proctor definidas en ASTM – C – 403 que permiten cuantificar el endurecimiento en función de la resistencia a la penetración.

Se emplean agujas metálicas de diferentes diámetros con un dispositivo de aplicación de carga que permite medir la presión aplicada sobre mortero obtenido de tamizar el concreto por la malla N° 4.

Se considera convencionalmente que se ha producido el fraguado inicial cuando se necesita aplicar una presión de 500 lb/pulg<sup>2</sup> para introducir la aguja una pulgada, y el fraguado final cuando se necesita aplicar una presión de 4,000lb/pulg<sup>2</sup> para producir la misma

penetración.

Este método se emplea con los acelerantes denominados convencionales cuya rapidez de acción permite mezclar y producir el concreto de manera normal, pero en los no convencionales que se emplean para casos especiales como el del concreto lanzado (shotcrete) se utilizan otros métodos como el de las agujas Gillmore dado que el endurecimiento es mucho más rápido.

Una particularidad que se debe tener muy presente en los acelerantes es que si bien provocan un incremento en la resistencia inicial en comparación con un concreto normal, por lo general producen resistencias menores a 28 días. Mientras más acelerantes se emplea para lograr una mayor resistencia inicial, se sacrifica acentuadamente la resistencia a largo plazo.

Tienden a reducir la trabajabilidad si se emplean solo, pero usados conjuntamente con incorporadores de aire, la mejoran, ya que contribuyen a incrementar el contenido de aire incorporado y su acción lubricante.

Disminuyen la exudación pero contribuyen a que aumente la contracción por secado y consecuentemente la fisuración si no se cura el concreto apropiadamente. Tienen una gran cantidad de álcalis por lo que aumenta el riesgo de reactividad alcalina con cierto tipo de agregados.

Los concretos con acelerantes provocan una menor resistencia a los sulfatos y son más sensibles a los cambios volumétricos por temperatura.

Los convencionales usualmente tienen en su composición cloruros, carbonatos, silicatos, fluorsilicatos e hidróxidos, así como algunos compuestos orgánicos como trietanolamina, siendo la proporción normal de uso del orden del 1% al 2% del peso del cemento.

Los no convencionales se componen de carbonato de sodio, aluminato de sodio, hidróxido de calcio o silicatos y su proporción de uso es variable. Sea que se suministren líquidos o en polvo, deben

emplearse diluidos en el agua de mezcla para asegurar su uniformidad y el efecto controlado.

El acelerantes más usado mundialmente o que es ingrediente de muchos productos comerciales es el cloruro de calcio (C12Ca).

Su mecanismo de acción se da reaccionando con el Aluminato Tricálcico y actuando además como catalizador del silicato tricálcico provocando la cristalización más rápida en la forma de cristales fibrosos.

Normalmente se suministra en escamas con una pureza. Al diluirse siempre debe depositar en agua para entrar en solución y no al revés pues sino se forma una película dura muy difícil de disolver.

El riesgo de usar cloruro de calcio reside en que aumenta la posibilidad de corrosión en el acero de refuerzo por lo que su empleo debe efectuarse en forma muy controlada.

#### Aditivos incorporadores de aire

El congelamiento del agua dentro del concreto con el consiguiente aumento de volumen, y el deshielo con la liberación de esfuerzos que ocasionan contracciones, provocan fisuración inmediata si el concreto todavía no tiene suficiente resistencia en tracción para soportar estas tensiones o agrietamiento paulatino en la medida que la repetición de estos ciclos va fatigando el material. A fines de los años cuarenta se inventaron los aditivos incorporadores de aire, que originan una estructura adicional de vacíos dentro del concreto que permiten controlar y minimizar los efectos indicados.

El mecanismo por el cual se desarrollan estas precisiones internas y su liberación con los incorporadores de aire se explica en detalle en el Capítulo 12 en la parte relativa a durabilidad ante el hielo y deshielo así como las recomendaciones en cuando a los porcentajes sugeridos en cada caso, por lo que aquí sólo trataremos sobre las características generales de este tipo de aditivos.

Existen dos tipos de aditivos incorporadores de aire:

### **a) Líquido, o en polvo soluble en agua**

Constituidos por sales obtenidas de resinas de madera, detergentes sintéticos sales lignosulfonadas, sales de ácidos de petróleo, sales de materiales proteínicos, ácidos grasos y resinosos, sales orgánicas de hidrocarburos sulfonados etc. Algunos son de los llamados aniónicos, que al reaccionar con el cemento inducen iones cargados negativamente que se repelen causando la dispersión y separación entre las partículas sólidas y un efecto lubricante muy importante al reducirse la fricción interna.

Existe un campo muy grande de materiales con los cuales se pueden obtener incorporadores de aire, sin embargo no todos pueden producir la estructura de vacíos adecuada para combatir el hielo y deshielo, lo que ha motivado una gran labor de investigación por parte de los fabricantes y científicos para hallar las combinaciones más eficientes contra el fenómeno.

Este tipo de incorporadores de aire son sensibles a la compactación por vibrado, al exceso de mezclado, y a la reacción con el cemento en particular que se emplee, por lo que su utilización debe hacerse de manera muy controlada y supervisada para asegurar los resultados pues de otro modo estaremos incorporando menos vacíos y de calidad diferente a la requerida.

Una de las ventajas de estos incorporadores, es que el aire introducido funciona además como un lubricante entre las partículas de cemento por los vacíos adicionales en su estructura.

Las proporciones en que se dosifican normalmente estos aditivos oscilan entre el 0.02% y el 0.10% del peso del cemento consiguiéndose incorporar aire en un porcentaje que varía

usualmente entre el 3% y el 6% dependiendo del producto y condiciones particulares.

#### **b) En partículas sólidas**

Consistentes en materiales inorgánicos insolubles con una porosidad interna muy grande como algunos plásticos, ladrillo molido, arcilla expandida, arcilla pizarrosa, tierra diatomácea etc.

Estos materiales se muelen a tamaños muy pequeños y o lo general deben tener una porosidad del orden del 30% por volumen.

La ventaja de estos aditivos con respecto a los anteriores estriba en que son más estables ya que son inalterables al vibrado o al mezclado. No obstante, al ser su obtención y uso más complicados desde el punto de vista logístico, de fabricación y de transporte, los grandes fabricantes a nivel mundial han desarrollado más los primeros.

Hemos realizado algunos estudios preliminares con sillar de la región de Arequipa, que como se sabe es un material de origen volcánico con porosidad del orden del 25% al 30%, que indican que podrían ser un incorporador de aire barato y eficiente, por lo que debería investigarse con mayor profundidad en este sentido

En nuestro medio se emplean usualmente incorporadores de aire líquidos, ya sea importados o de fabricación nacional con insumos importados, estando el campo virgen para desarrollar incorporadores de aire con materiales locales de adquisición corriente, que puedan abaratar su uso, de modo de poder difundir su empleo normal en regiones donde por las condiciones climáticas son imprescindibles.

Un aspecto que hay que tener muy presente al usar estos aditivos es el que ningún fabricante puede garantizar a priori el contenido del aire que inducen, pues depende como hemos dicho de muchos

factores, por lo que se requiere un chequeo permanente con equipos para medición de aire incorporado y compatibilizar estas mediciones con las operaciones de mezclado y transporte, para asegurar que no hay pérdida de aire incorporado durante el proceso constructivo.

### **Aditivos reductores de agua – plastificantes.**

Son compuestos orgánicos e inorgánicos que permiten emplear menor agua de la que se usaría en condiciones normales en el concreto, produciendo mejores características de trabajabilidad y también de resistencia al reducirse la Relación Agua/Cemento.

Trabajan en base al llamado efecto de superficie, en que crean una interface entre el cemento y el agua en la pasta, reduciendo las fuerzas de atracción entre las partículas, con lo que se mejora el proceso de hidratación.

Muchos de ellos también desarrollan el efecto aniónico que mencionamos al hablar de los incorporadores de aire.

Usualmente reducen el contenido de agua por lo menos en un 5% a 10%.

Tienen una serie de ventajas como son:

- A. Economía, ya que se puede reducir la cantidad de cemento.
- B. Facilidad en los procesos constructivos, pues la mayor trabajabilidad de las mezclas permite menor dificultad en colocarlas y compactarlas, con ahorro de tiempo y mano de obra.
- C. Trabajo con asentamientos mayores sin modificar la relación Agua/cemento.
- D. Mejora significativa de la impermeabilidad
- E. Posibilidad de bombear mezclas a mayores distancias sin problemas de atoros, ya que actúan como lubricantes, reduciendo la segregación.

En general, la disminución del asentamiento en el tiempo es algo más rápida que en el concreto normal, dependiendo principalmente de la temperatura de la mezcla.

Las sustancias más empleadas para fabricarlos son los lignosulfonatos y sus sales, modificaciones y derivados de ácidos lignosulfonados, ácidos hidroxilados carboxílicos y sus sales, carbohidratos y polioles etc.

La dosificación normal oscila entre el 0.2% al 0.5% del peso del cemento, y se usan diluidos en el agua de mezcla.

### **Aditivos superplastificantes**

Son reductores de agua-plastificantes especiales en que el efecto aniónico se ha multiplicado notablemente.

A nivel mundial han significado un avance notable en la Tecnología del Concreto pues han permitido el desarrollo de concretos de muy alta resistencia.

En la actualidad existen los llamados de tercera generación, que cada vez introducen mejoras adicionales en la modificación de las mezclas de concreto con reducciones de agua que no se pensaba fueran posible de lograrse unos años atrás. Se aplican diluidos en el agua de mezcla dentro del proceso de dosificación y producción del concreto, pero también se pueden añadir a una mezcla normal en el sitio de obra un momento antes del vaciado, produciendo resultados impresionantes en cuanto a la modificación de la trabajabilidad.

Por ejemplo, para una mezcla convencional con un slump del orden de 2" a 3", el añadirle superplastificante puede producir asentamientos del orden de 6" a 8" sin alterar la relación Agua/Cemento.



En efecto es temporal, durando un mínimo del orden de 30 min a 45 min dependiendo del producto en particular y la dosificación, pero se puede seguir añadiendo aditivo si es necesario para volver a conferirle plasticidad al concreto.

La dosificación usual es el 0.2% al 2% del peso del cemento, debiendo tenerse cuidado con las sobre dosificaciones pues pueden producir segregación si las mezclas tienen tendencia hacia los gruesos o retardos en el tiempo de fraguado, que obligan a prolongar e intensificar el curado, algunas veces durante varios días, aunque después se desarrolla el comportamiento normal.

Las mezclas en las que se desee emplear superplastificante deben tener un contenido de finos ligeramente superior al convencional ya que de otra manera se puede producir segregación si se exagera el vibrado.

Producen generalmente incremento de burbujas superficiales en el concreto por lo que hay que optimizar en obra tanto los tiempos de vibrado como la secuencia de estas operaciones, para reducir las burbujas al mínimo.

Si se desea emplear al máximo sus características de reductores de agua, permiten descensos hasta del 20% a 30% trabajando con slumps del orden de 2" a 3", lo que ha permitido el desarrollo de concretos de muy alta resistencia (750 kg/cm<sup>2</sup>) con relaciones Agua/Cemento tan bajas como 0.25 a 0.30, obviamente bajo optimizaciones de la calidad de los agregados y del cemento.

Su empleo sólo como plastificantes permite como hemos dicho, el suministrar características autonivelantes a concretos convencionales, lo que los hace ideales para vaciados con mucha congestión de armadura donde el vibrado es limitado.

En nuestro medio se han utilizado relativamente poco los superplastificantes, siendo uno de los casos más saltantes en el concreto pesado del Block del Reactor en Huarangal – Lima, donde la alta concentración de armadura y elementos metálicos embutidos, motivó que los empleáramos, con excelentes resultados debido a sus características de mejoradores de la trabajabilidad.

En el Proyecto Majes Secciones D y E, hemos empleado superplastificantes como reductores de agua, para obtener Relaciones Agua/Cemento bajas con trabajabilidades altas (Agua/Cemento < 0.50, slump 3” a 4”), al existir estos condicionantes por razones de impermeabilidad y durabilidad de las estructuras hidráulicas, ante el riesgo potencial de agresividad por cloruros y sulfatos de los suelos circundantes. Los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios.

Como complemento, debemos mencionar que son auxiliares muy buenos para las inyecciones o rellenos (grouting), por su efecto plastificante.

En el Perú se han usado los de procedencia norteamericana y europea, pero es interesante anotar que el Japón tiene el liderazgo actual en cuanto al desarrollo de estos productos, con versiones sumamente especiales.

### **Aditivos impermeabilizantes**

Esta es una categoría de aditivos que sólo está individualizada nominalmente pues en la práctica, los productos que se usan son normalmente reductores de agua, que propician disminuir la permeabilidad al bajar la Relación Agua/Cemento y disminuir los vacíos capilares.

Su uso está orientado hacia obras hidráulicas donde se requiere optimizar la estanqueidad de las estructuras.

No existe el aditivo que pueda garantizar impermeabilidad si no damos las condiciones adecuadas al concreto para que no exista fisuración, ya que de nada sirve que apliquemos un reductor de agua muy sofisticado, si por otro lado no se consideran en el diseño estructural la ubicación adecuada de juntas de contracción y expansión, o no se optimiza el proceso constructivo y el curado para prevenir agrietamiento.

Hemos tenido ocasión de apreciar proyectos hidráulicos donde en las especificaciones técnicas se indica el uso exclusivo de aditivos impermeabilizantes, lo cual no es correcto y lleva a confusión pues esta connotación que es subjetiva, la han introducido principalmente los fabricantes, pero en la práctica no son en general otra cosa que reductores de agua.

Existe un tipo de impermeabilizantes que no actúan reduciendo agua sino que trabajan sobre el principio de repeler el agua y sellar internamente la estructura de vacíos del concreto, pero su uso no es muy difundido pues no hay seguridad de que realmente confieran impermeabilidad y definitivamente reducen resistencia. Las sustancias empleadas en este tipo de productos son jabones, butilestearato, ciertos aceites minerales y emulsiones asfálticas.

Otros elementos que proporcionan características de incremento de impermeabilidad son las cenizas volátiles, las puzolanas y la Microsilice, que en conjunción con el cemento generan una estructura mucho menos permeable que la normal, pero su uso es más restringido.

### **Aditivos Retardadores**

Tienen como objetivo incrementar el tiempo de endurecimiento normal del concreto, con miras a disponer de un período de plasticidad mayor que facilite el proceso constructivo.

Su uso principal se amerita en los siguientes casos:

- A. Vaciado complicado y/o voluminoso, donde la secuencia de colocación del concreto provocaría juntas frías si se emplean mezclas con fraguados normales.
- B. Vaciados en clima cálido, en que se incrementa la velocidad de endurecimiento de las mezclas convencionales.
- C. Bombeo de concreto a largas distancias para prevenir atoros.
- D. Transporte de concreto en Mixers a largas distancias.
- E. Mantener el concreto plástico en situaciones de emergencia que obligan a interrumpir temporalmente los vaciados, como cuando se malogra algún equipo o se retrasa el suministro del concreto.

La manera como trabajan es actuando sobre el Aluminato Tricálcico retrasando la reacción, produciéndose también un efecto de superficie, reduciendo fuerzas de atracción entre partículas.

En la medida que pasa el tiempo desaparece el efecto y se desarrolla a continuación el de hidratación, acelerándose generalmente el fraguado.

Hay que tener cuidado con las sobredosificaciones pues pueden traer complicaciones en el desarrollo de la resistencia, obligando a adoptar sistemas de curado adicionales.

Usualmente tienen características plastificantes. Los productos básicos empleados en su fabricación son modificaciones y combinaciones de los usados en los plastificantes y adicionalmente, algunos compuestos de étercelulosa.

Se dosifican generalmente en la proporción del 0.2% al 0.5% del peso del cemento.

## RAZONES DE EMPLEO DE UN ADITIVO

Algunas de las razones para el empleo de un aditivo son:

A) En el concreto fresco:

- Incrementar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua.
- Disminuir el contenido de agua sin modificar su trabajabilidad.
- Reducir o prevenir asentamientos de la mezcla.
- Crear una ligera expansión.
- Modificar la velocidad y/o el volumen de exudación.
- Reducir la segregación.
- Facilitar el bombeo.
- Reducir la velocidad de pérdida de asentamiento.

B) En el concreto endurecido:

- Disminuir el calor de hidratación.
- Desarrollo inicial de resistencia.
- Incrementar las resistencias mecánicas del concreto.
- Incrementar la durabilidad del concreto.
- Disminuir el flujo capilar del agua.
- Disminuir la permeabilidad de los líquidos.
- Mejorar la adherencia concreto-acero de refuerzo.
- Mejorar la resistencia al impacto y la abrasión.

## MODOS DE USO

- Los aditivos se dosifican hasta en un 5% del peso de la mezcla y comúnmente son usados entre el 0.1 % y 0.5 % del peso del cemento.
- La utilización de aditivos no debería, con toda objetividad ser subestimada o menospreciada.
- El efecto deseado y su uso lo describen los propios fabricantes, pero

algunos son desconocidos incluso por ellos, por lo que es importante que antes de su uso se realicen pruebas a fin de constatar las propiedades del material.

- El uso del aditivo debe incluirse en el diseño de mezcla de concreto.

### **2.2.2. Concreto**

Según Flavio Abanto Castillo (2000) el término de concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia. 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”.

Rivva (2000) define el concreto resaltando que se trata de un producto artificial compuesto de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado; La pasta es el resultado de la combinación entre el agua y el cemento, el agregado es referido por el autor como la fase discontinua del concreto ya que las partículas no se encuentran unidas, existen a su vez los agregados finos y los agregados gruesos. El concreto en algunos casos se mezcla con aditivos según el uso o las condiciones de instalación, se caracteriza por ser un compuesto que presenta una gran resistencia a la compresión lo cual es considerado como uno de los mejores materiales en la construcción de proyectos de infraestructura pues proporciona seguridad y estabilidad a las estructuras. Asimismo, identifica como elementos fundamentales de la pasta los siguientes:

1. El gel que es el producto resultante de la reacción química al hidratar

el cemento

2. Los poros que se incluyen en la pasta.
3. El cemento no hidratado (Si hay)
4. Los cristales de Hidróxido de Calcio que pudiesen formarse durante la hidratación del cemento.

Un proceso primordial para lograr un concreto de calidad es el de hidratación, al respecto.

Nilson (2001) explica que se debe agregar agua adicional a la requerida para realizar la mezcla, ya que es esta da a la mezcla la trabajabilidad adecuada para llenar las formaletas y rodear el acero de refuerzo embebido antes que inicie el endurecimiento. Se conoce que se pueden obtener concretos en un alto rango de propiedades, estos rangos altos se obtienen al ajustar apropiadamente las proporciones de los materiales que lo constituyen así:

- 1) Utilizando cementos especiales (Cementos de alta resistencia inicial).
- 2) Agregados especiales (Que pueden ser ligeros o pesados).
- 3) Aditivos (Plastificantes y agentes incorporadores de aire, micro sílice o cenizas volantes).
- 4) Mediante métodos especiales de curado (Por ejemplo, curado al vapor).

(Steven, 1992) El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: Agregado y pasta. La pasta, compuesta de Cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada) para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el Cemento y el agua. Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos.

Los agregados finos consisten en arenas naturales o mano facturadas con tamaños de partículas que pueden llegar hasta 10mm; los

agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

La pasta está compuesta de Cemento Portland, agua y aire atrapado o aire incluido intencionalmente. Ordinariamente, la pasta constituye del 25 al 40 % del volumen total del concreto. El volumen absoluto del Cemento está comprendido usualmente entre el 7 y el 15 % y el agua entre el 14 y el 21 %. El contenido de aire y concretos con aire incluido puede llegar hasta el 8% del volumen del concreto, dependiendo del tamaño máximo del agregado grueso.

Como los agregados constituyen aproximadamente el 60 al 75 % del volumen total del concreto, su selección es importante. Los agregados deben consistir en partículas con resistencia adecuada así como resistencias a condiciones de exposición a la intemperie y no deben contener materiales que pudieran causar deterioro del concreto.

Para tener un uso eficiente de la pasta de cemento y agua, es deseable contar con una granulometría continua de tamaños de partículas. La calidad del concreto depende en gran medida de la calidad de la pasta. En un concreto elaborado adecuadamente, cada partícula de agregado está completamente cubierta con pasta y también todos los espacios entre partículas de agregado.

Para cualquier conjunto específico de materiales y de condiciones de curado, la cantidad de concreto endurecido está determinada por la cantidad de agua utilizada en la relación con la cantidad de Cemento. A continuación, se presenta algunas ventajas que se obtienen al reducir el contenido de agua:

- Se incrementa la resistencia a la compresión y a la flexión.
- Se tiene menor permeabilidad, y por ende mayor hermeticidad y menor absorción.
- Se incrementa la resistencia al intemperismo.



- Se logra una mejor unión entre capas sucesivas y entre el concreto y el esfuerzo.
- Se reducen las tendencias de agrietamientos por contracción.

Entre menos agua se utilice, se tendrá una mejor calidad de concreto – a condición que se pueda consolidar adecuadamente. Menores cantidades de agua de mezclado resultan en mezclas más rígidas; pero con vibración, aun las mezclas más rígidas pueden ser empleadas.

Para una calidad dada de concreto, las mezclas más rígidas son las más económicas. Por lo tanto, la consolidación del concreto por vibración permite una mejora en la calidad del concreto y en la economía. Las propiedades del concreto en estado fresco (plástico) y endurecido, se puede modificar agregando aditivos al concreto, usualmente en forma líquida, durante su dosificación. Los aditivos se usan comúnmente para:

1. Ajustar el tiempo de fraguado o endurecimiento,
2. Reducir la demanda de agua,
3. Aumentar la trabajabilidad,
4. Incluir intencionalmente aire, y
5. Ajustar otras propiedades del concreto.

Después de un proporcionamiento adecuado, así como, dosificación, mezclado, colocación, consolidación, acabado, y curado, el concreto endurecido se transforma en un material de construcción resistente, no combustible, durable, resistencia al desgaste y prácticamente impermeable que requiere poco o nulo mantenimiento. El concreto también es un excelente material de construcción porque puede moldearse en una gran variedad de formas, colores y texturizados para ser usado en un número ilimitado de aplicaciones.

## **Cemento**

Se denomina cemento a un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua. Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón (en España, parte de Sudamérica y el Caribe hispano) o concreto (en México parte de Sudamérica). Su uso está muy generalizado en construcción e ingeniería civil.

### **PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LOS CEMENTOS.**

**Fraguado.** La velocidad de fraguado se mide a partir del amasado, mediante la aguja de Vicat. El cemento de resistencia muy alta se inicia pasado 45 minutos, mientras que el de resistencia alta, media y baja, se inicia pasados 60, aunque todos ellos finalizan antes de 12 horas.

El fraguado es más corto y rápido en su comienzo a mayor finura del cemento.

La presencia de materia orgánica, retrasa el fraguado y puede llegar a inhibirlo.

A menor cantidad de agua, así como a mayor sequedad del aire ambiente, corresponde un fraguado más corto.

Expansión. Los ensayos mediante las agujas de Chatelier, tienen por objeto medir el riesgo de expansión tardía que puede tener un cemento fraguado, debido a la hidratación del óxido de calcio y/o óxido de magnesio libres. No debe ser superior a 10 milímetros.

Finura del molido. Está ligada al valor hidráulico del cemento, ya que influye en la velocidad de las reacciones químicas de fraguado y endurecimiento.

Si el cemento posee una finura excesiva, su retracción y calor de fraguado son muy altos (por lo que en general resulta perjudicial), pero la resistencia mecánica aumenta con la finura

Para la determinación de la finura se utiliza el método de la superficie específica de Blaine, (más conocido) la cual está comprendida entre 2.500 y 4.000 cm<sup>2</sup>/g. Y los métodos de tamizado en seco y tamizado húmedo.

Resistencias mecánicas. Se realizan pruebas de probetas de cemento, las cuales se rompen primero por flexo-tracción con carga centrada y luego por comprensión, realizándose estas a los 2, 7 y 28 días.

La resistencia aumenta a mayor cantidad de cemento empleado.

### **Cemento Pacasmayo Extra Forte**

El cemento Pacasmayo Extra Forte es un cemento de uso general recomendado para columnas, vigas, losas, cimentaciones y otras obras que no se encuentren en ambientes húmedos - salitrosos.

Este cemento contiene adiciones especialmente 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 simple, de concreto armado, morteros en general.

Pavimentos, cimentaciones y estructuras de concreto masivo.

### **Propiedades físicas y químicas del cemento**

Los cementos pertenecen a la clase de materiales denominados aglomerantes en construcción, como la cal aérea y el yeso (no

hidráulico), el cemento endurece rápidamente y alcanza resistencias altas; esto gracias a reacciones complicadas de la combinación cal-sílice.

*Tabla 3: Composición del cemento*

CaO	63 % (cal)
SiO <sub>2</sub>	20 % (sílice)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6 % (alúmina)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 % (óxido de hierro)
MgO	1.5 % (óxido de magnesio)
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	1 % (álcalis)
Pérdida por calcinación	2 %
Residuo insoluble	0.5 %
So <sub>3</sub>	2 % (anhídrido Sulfúrico)
Cao Residuo	1 % (cal libre)
Suma	100 %

Fuente: [http://www.asocem.org.pe/bivi/re/IC/ADI/propiedades\\_fisico\\_quimicas](http://www.asocem.org.pe/bivi/re/IC/ADI/propiedades_fisico_quimicas).

*Tabla 4 : Características del Cemento*

Químicas	Físicas
Módulo Fundente	Superficie Especifica
Compuestos Secundarios	Tiempo De Fraguado
Pérdida Por Calcinación	Falso Fraguado
Residuo Insoluble	Estabilidad De Volumen
	Resistencia Mecánica
	Contenido De Aire
	Calor De Hidratación

Fuente: [http://www.asocem.org.pe/bivi/re/IC/ADI/propiedades\\_fisico\\_quimicas](http://www.asocem.org.pe/bivi/re/IC/ADI/propiedades_fisico_quimicas).

### **a. Peso específico del cemento**

Un saco de cemento portland pesa 42,5 kg y tiene un volumen de aproximadamente 1 pie cúbico (28,32 lt) cuando acaba de ser empacado.

El peso específico del cemento portland a granel puede variar considerablemente dependiendo de su manejo y almacenamiento. Un cemento portland demasiado suelto puede pesar únicamente 833 kg/m, mientras que, si se compacta por vibración, el mismo cemento puede llegar a pesar 1650 kg/m. Por este motivo, la práctica correcta consiste en pesar el cemento a granel para cada mezcla de concreto que se vaya a producir. El peso específico del cemento Pacasmayo es de 3.15 gr/cm<sup>3</sup>.

### **Agregados**

Se definen como materiales que constituyen entre el 60 y el 80% del volumen total del concreto y se usan con un medio cementante como la lechada, para formar mortero o concreto. Los agregados de calidad deben cumplir ciertas reglas para darles un uso óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta al cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables.

Debido a esto, tienen gran influencia tanto en el costo económico como en las propiedades del concreto, fresco o endurecido. Se clasifican en:

#### ➤ Agregado fino

Se define como las partículas de agregado menores de 4.75 mm pero mayores de 75  $\mu$ m, o también como la porción de material que pasa la malla N°. 4 (4.75 mm) y es retenido en la malla N°. 200 (0.075 mm).

➤ **Agregado grueso**

Se define como las partículas de agregado mayores de 4.75mm. El tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la economía. El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del mismo.

## PROPIEDADES PRINCIPALES DE LOS AGREGADOS

### **Granulometría**

La granulometría de una masa de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas, y se determina haciendo pasar una muestra representativa del material por una serie de tamices ordenados por abertura, de mayor a menor.

La granulometría se relaciona directamente con la trabajabilidad del concreto, y así con todas las propiedades ligadas a ésta. En esto radica la importancia de estudiar la granulometría de los agregados.

La granulometría de la arena tiene mayor influencia sobre la trabajabilidad que el agregado grueso en razón de su mayor valor de superficie específica.

### **Tamaño Máximo**

Se entiende por tamaño máximo de un agregado la abertura del tamiz o malla menor a través del cual debe pasar como mínimo el 95% o más del material cernido.

El tamaño máximo del agregado generalmente está condicionado por las exigencias de que pueda entrar fácilmente en los encofrados y entre las barras de las armaduras.

### **Peso Unitario**

Es el que se toma como volumen de referencia. Existen dos clases: el suelto, el cual se determina al dejar caer libremente el agregado dentro del recipiente, y el compacto: el material se compacta de modo similar a como se hace con el concreto.

### **Peso Específico**

Es el peso de un cuerpo dividido entre su volumen. Los materiales granulométricos tienen dos tipos de pesos específicos: el aparente, que es el peso de un conjunto de agregados dividido entre su volumen incluyendo los espacios vacíos entre granos, y el absoluto: peso de un grano dividido entre su volumen.

### **Humedad y Absorción**

Es la diferencia entre el peso del material húmedo y el mismo, secado al horno. Se suele expresar como porcentaje en peso, referido al material seco. Esta se encuentra en los agregados de dos maneras diferentes: uno es rellenando los poros y micro poros internos de los granos, y la otra es como una película envolvente más o menos gruesa.

### **Segregación**

Cuando se manejan agregados en los que hay presencia de granos con tamaños muy contrastantes, se puede presentar tendencia a su separación, en lo que denominamos segregación del agregado, lo cual generaría concreto de calidad heterogénea y dudosa.

La tendencia a la segregación se contrarresta manejando los agregados en fracciones separadas, de acuerdo a su tamaño, que solo se combinan en el momento del mezclado. A veces la naturaleza produce gradaciones granulométricas combinadas, con gruesos y finos, y que teóricamente podrían ser adecuadas para usarse directamente como agregados.

## **Impurezas**

Al agregado los puede acompañar algunas impurezas perjudiciales, la mayoría de origen natural y acompañando a la arena.

La materia orgánica en descomposición puede producir trastornos en las reacciones del cemento. El fraguado puede ser alterado, e incluso impedido, como es el caso en presencia de abundantes azúcares. También se pueden ver alterados el endurecimiento y a veces, la reacción de los aditivos químicos. Algunos tipos de materia orgánica no llegan a producir alteraciones importantes por lo cual, en términos generales, lo más recomendable es hacer pruebas directas en mezclas de estudios con los materiales que se pretende usar.

Otras impurezas importantes son las sales naturales, entre las cuales, las más frecuentes son el Cloruro de sodio y el sulfato de calcio o yeso, o bien las sales procedentes de efluentes industriales, que pueden tener una composición muy variada. El Ion cloruro, de la sal, produce la corrosión de las armaduras del concreto armado, y el Ion sulfato del yeso ataca la pasta.

## **Forma de Partículas y Textura superficial**

La forma de partícula y la textura superficial de un agregado influyen más en las propiedades del concreto fresco, que en las propiedades del concreto endurecido. Para producir un concreto trabajable, las partículas alongadas, angulares, de textura rugosa necesitan más agua que los agregados compactos, redondeados y lisos. En consecuencia, las partículas de agregado que son angulares, necesitan un mayor contenido de cemento para mantener la misma relación agua-cemento.

Sin embargo, con una granulometría satisfactoria, los agregados triturados y no triturados (de los mismos tipos de rocas) generalmente dan la misma resistencia para el mismo factor de cemento, los



agregados pobremente graduados o angulares pueden ser también más difíciles de bombear. La adherencia entre la pasta de cemento y un agregado generalmente aumenta a medida que las partículas cambian de lisas y redondeadas a rugosas y angulares. Este incremento en adherencia se debe considerar al seleccionar agregados para concreto en que sea importante la resistencia a la flexión o donde sea necesaria una alta resistencia a la compresión.

## **Agua**

El agua cumple con dos funciones vitales en el desarrollo del concreto, como agua de mezclado y como agua de curado. Para la primera, casi cualquier agua natural potable, sin tener un sabor u olor notable, puede servir para el mezclado, pues el agua cuando funciona como un ingrediente en la fabricación de la mezcla ocupa entre 10% - 25% de cada m<sup>3</sup> producido. Se debe evitar a toda costa que esté contaminada de sulfatos pues estos son agresivos al cemento. Si no se tiene cuidado en eliminar las impurezas excesivas contenidas en el agua de mezcla, estas pueden afectar no sólo el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y la consistencia de volumen, sino que a su vez pueden producir eflorescencia o corrosión del refuerzo.

Existen diversos tipos de cemento Portland:

### **Tipo I:**

Se lo conoce como cemento Portland ordinario, que es el de mayor utilización en el mercado. Se lo utiliza en hormigones normales que no estarán expuestos a sulfatos en el ambiente, en el suelo o en el agua del subsuelo.

### **Tipo II:**

Son cementos con propiedades modificadas para cumplir propósitos especiales, como cementos anti-bacteria les que pueden usarse en piscinas; cementos hidrófobos que se deterioran muy poco en contacto con sustancias agresivas líquidas; cementos de albañilería que se los emplea en la colocación

de mampostería; cementos impermeabilizantes que se los utiliza en elementos estructurales en que se desea evitar las filtraciones de agua u otros fluidos, etc.

**Tipo III:**

Son los cementos de fraguado rápido, que suelen utilizarse en obras de hormigón que están en contacto con flujos de agua durante su construcción o en obras que pueden inestabilizarse rápidamente durante la construcción.

**Tipo IV:**

Son los cementos de fraguado lento, que producen poco calor de hidratación. Se los emplea en obras que contienen grandes volúmenes continuos de hormigón como las presas, permitiendo controlar el calor emitido durante el proceso de fraguado.

**Tipo V:**

Son cementos resistentes a los sulfatos que pueden estar presentes en los agregados del hormigón o en el propio medio ambiente. La presencia de sulfatos junto con otros tipos de cementos provoca la desintegración progresiva del hormigón y la destrucción de la estructura interna del material compuesto.

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.**

**Fragua:** Según American Concrete Institute- ACI 116R-00 define al fraguado Como: La condición alcanzada por una pasta cementicia, mortero u Hormigón que ha perdido plasticidad hasta un nivel arbitrario, generalmente medido en términos de la resistencia a la penetración; fraguado inicial se refiere a la primera rigidización; fraguado final se refiere a una rigidez significativa; también, deformación remanente luego de retirada la tensión.

**Acelerantes:** Norma UNE. EN 934-2, los define como Acelerantes de fraguado cuya función principal es reducir o adelantar el tiempo de fraguado del cemento (principio y final), que se encuentra en el hormigón, mortero o pasta.

**Per Rapid 10:** es un aditivo líquido libre de álcalis y cloruros especial para acelerar las resistencias de los concretos y morteros.

**Resistencia:** Aguilar et. Al (2009) afirman que: “La resistencia a la compresión se relaciona inversamente con la relación agua-cemento. Para un concreto plenamente compactado fabricado con agregados limpios y sanos, la resistencia y otras propiedades deseables del concreto, bajo condiciones de trabajo dadas, están gobernadas por la cantidad de agua de mezclado que se utiliza por unidad de cemento”

**Curado:** Aguilar Et. Al (2009) definen el curado como el mantenimiento de los contenidos de humedad y de temperatura satisfactorios durante un tiempo definido después de su colocación, los mismos autores reconocen que en la medida que la reacción de hidratación se desarrolle y complete, influirá en la resistencia, durabilidad y en la densidad del concreto.

**Asentamiento:** ARGOS de Colombia 2012, El asentamiento es una medida de la consistencia del concreto, que se refiere al grado de fluidez de la mezcla, decir que indica que tan seca o fluida está cuando se encuentra en estado plástico y no constituye por sí mismo una medida directa de la trabajabilidad

**Agregados:** Rivva (2000) plantea la siguiente definición de agregado: Conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial de las cuales se establecen unas dimensiones que se contemplan en la norma NTP 400.0

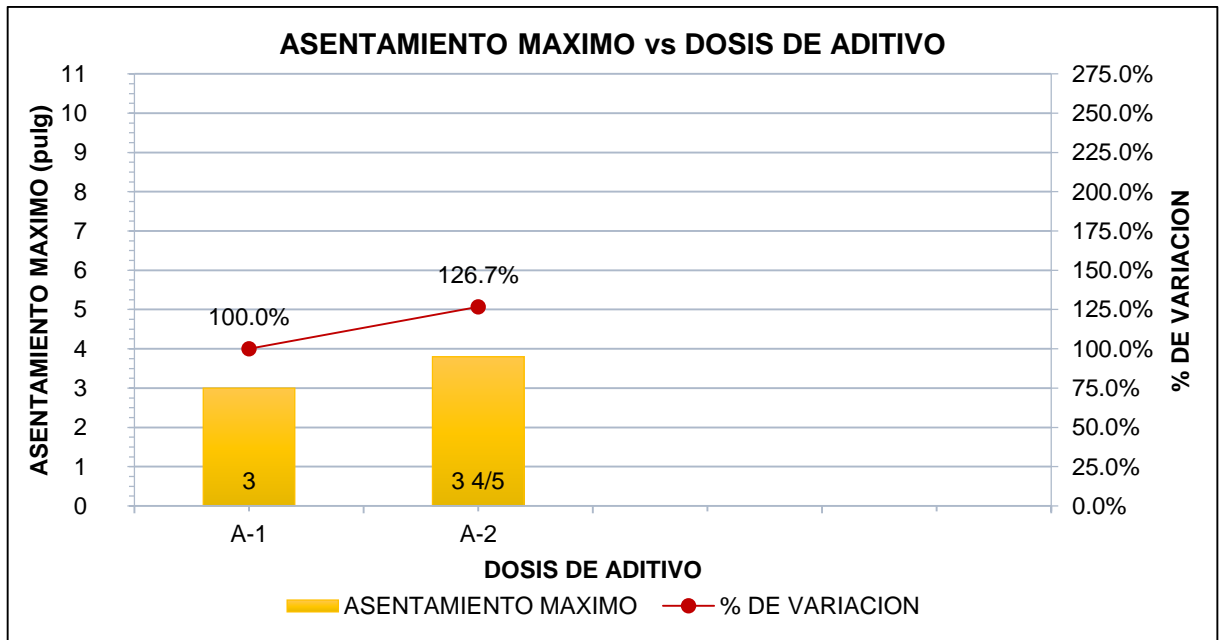
## CAPITULO III

### PRESENTACION DE RESULTADOS

#### 3.1. ANALISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

**Tabla 1.** Resumen del ensayo de asentamiento máximo del concreto con y sin aditivo, con respecto a las relaciones a/c=0.58.

ID MEZCLA	RELACION a/c	DOSIS (mg/100kg)	SLUMP MAXIMO (pulg)	% DE VARIACION CON RESPECTO AL PATRON
A-1	0.58	0	3	100.0%
A-2	0.58	1500	3 4/5	126.7%

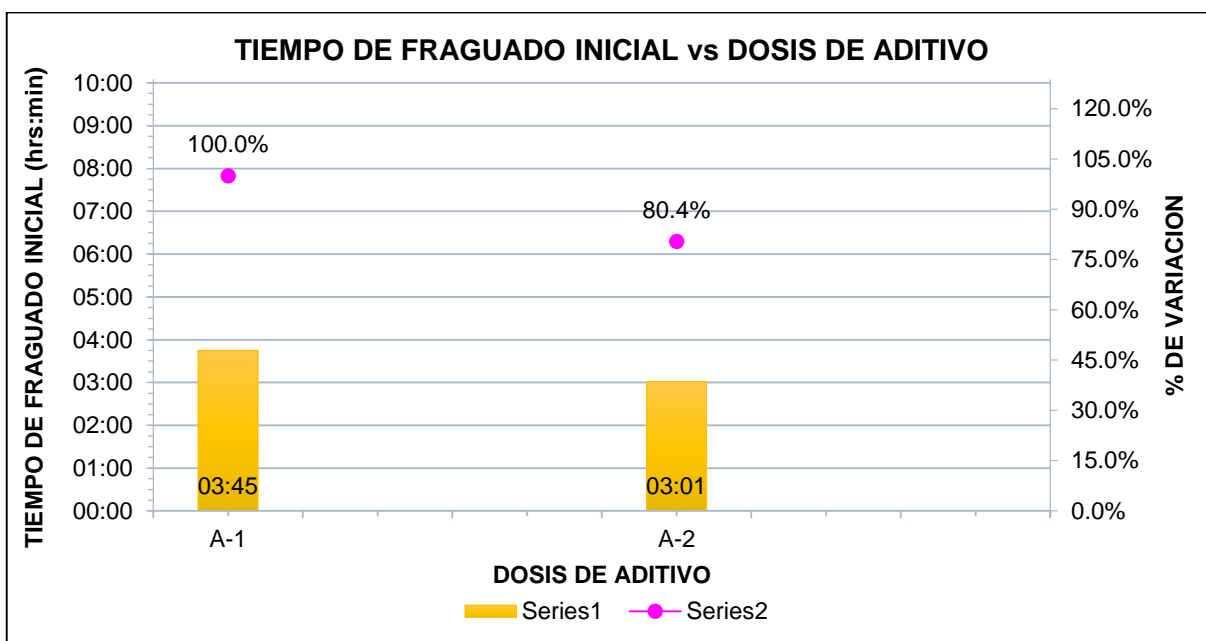


**Figura 1** Asentamiento máximo del concreto para dosis de A1=0mg y A2=1500

La correlación entre el tiempo de fraguado del concreto y las dosis del aditivo acelerante PER RAPID 10 (1500mg /100 kg de cemento), para relación agua/cemento ( $a/c = 0.58$ ) se observan en la Tabla 3.2 y Figura 3.2 y 3.3.

**Tabla 2.** Resumen del ensayo de tiempo de fraguado del concreto con y sin aditivo, con respecto a las relaciones  $a/c=0.58$

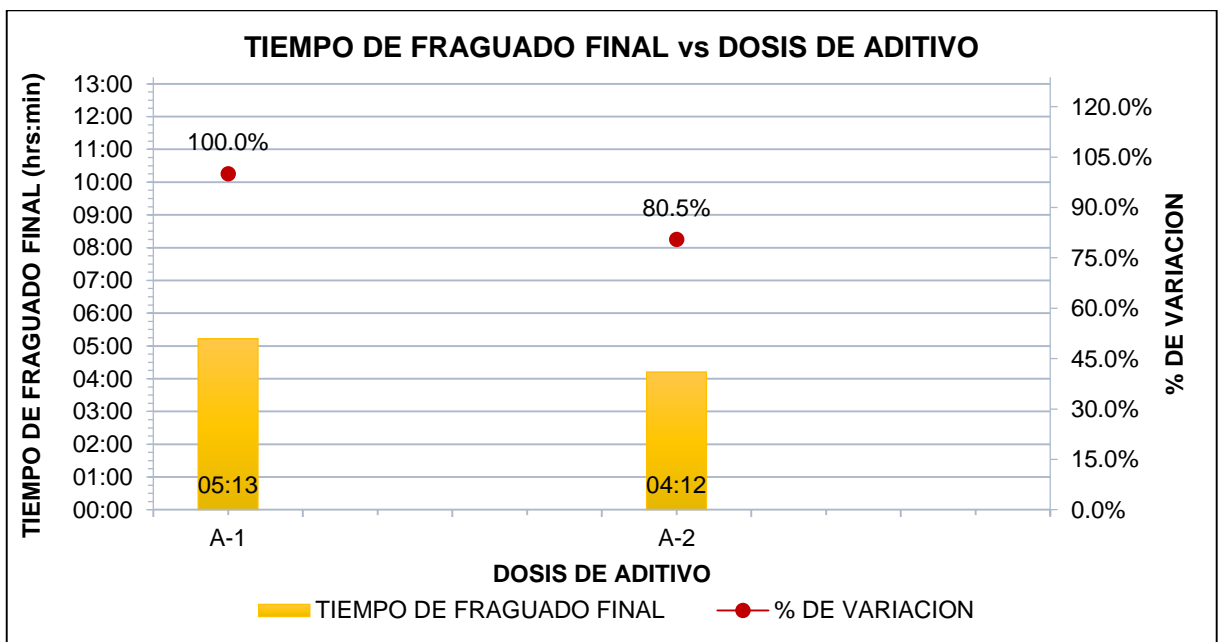
RESUMEN DEL ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO, PARA DIFERENTES DOSIS DE ADITIVO						
ID MEZCLA	RELACION a/c	DOSIS (mg/100kg)	TIEMPO DE FRAGUADO			
			INICIAL (hrs:min)	% DE VARIACION CON RESPECTO AL PATRON	FINAL (hrs:min)	% DE VARIACION CON RESPECTO AL PATRON
A-1	0.58	0	03:45:00	100.0%	05:13	100.0%
A-2	0.58	1500	03:01:00	80.4%	04:12	80.5%



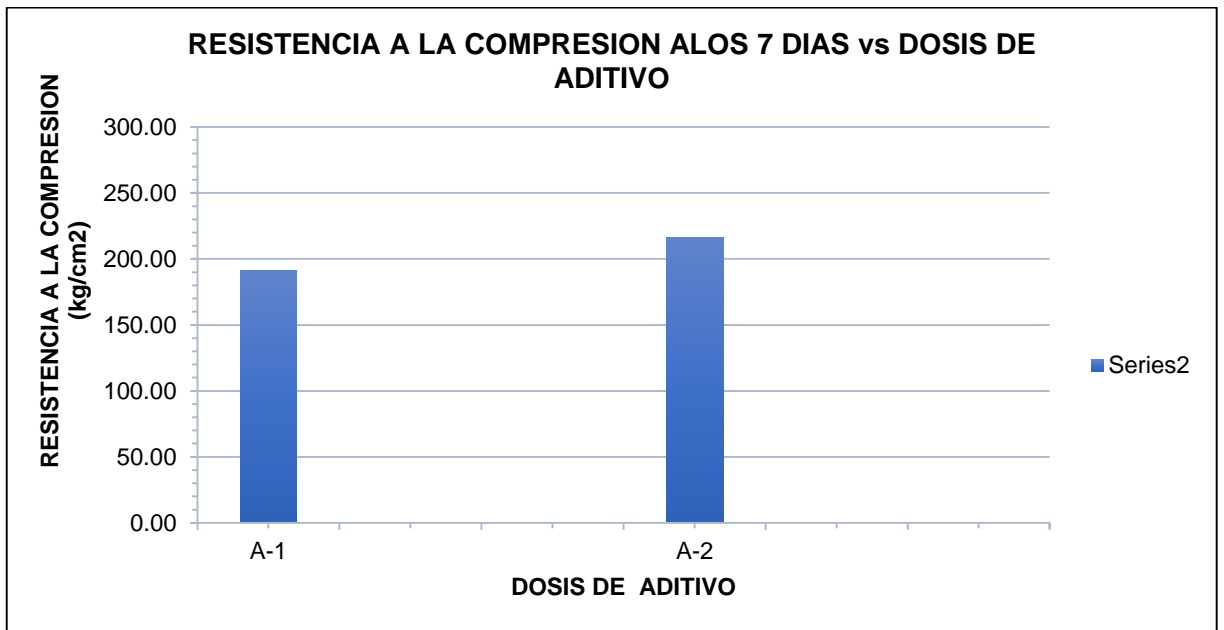
**Figura 2** Tiempo de fraguado inicial del concreto para diferentes dosis de aditivo, con respecto a la relación  $a/c=0.58$

**Tabla 3.** Resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para diferentes edades, en mezclas patrones de relaciones  $a/c=0.58$ , con y sin aditivo

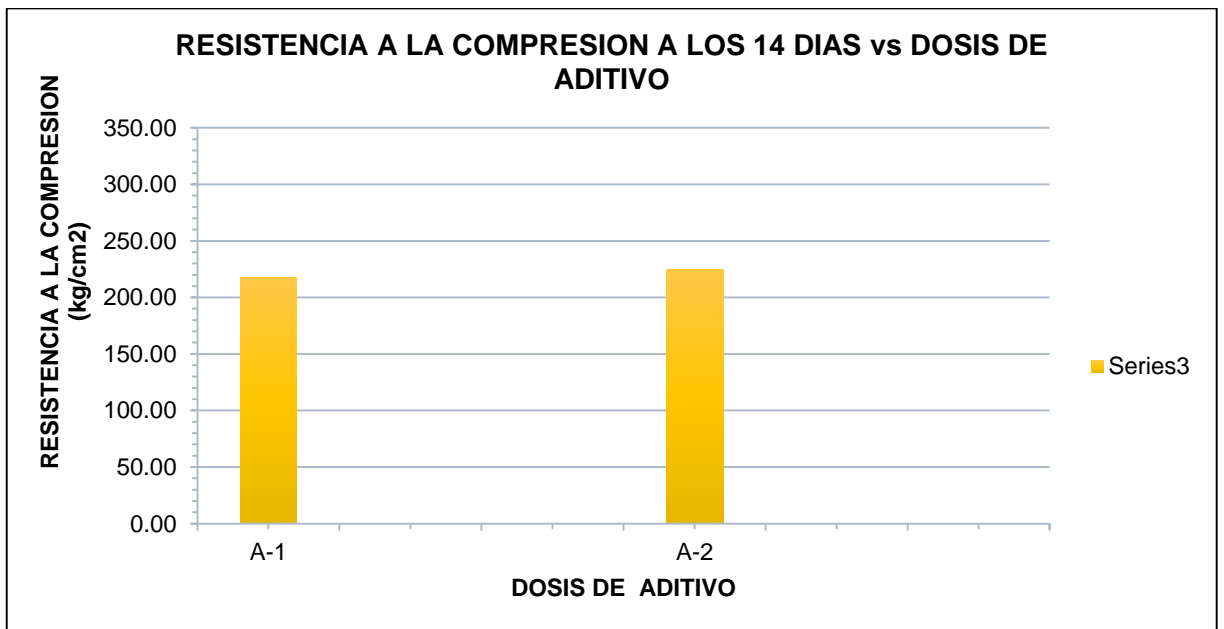
ID MEZCLA	DOSIS	RESISTENCIA A LA COMPRESION				
		0	7	14	28	
A-1	0	0	176.80	191.00	218.00	(sin aditiv.)
			84%	91%	104%	
A-2	650	0	198.80	216.00	225.00	(con aditiv.)
			95%	103%	107%	



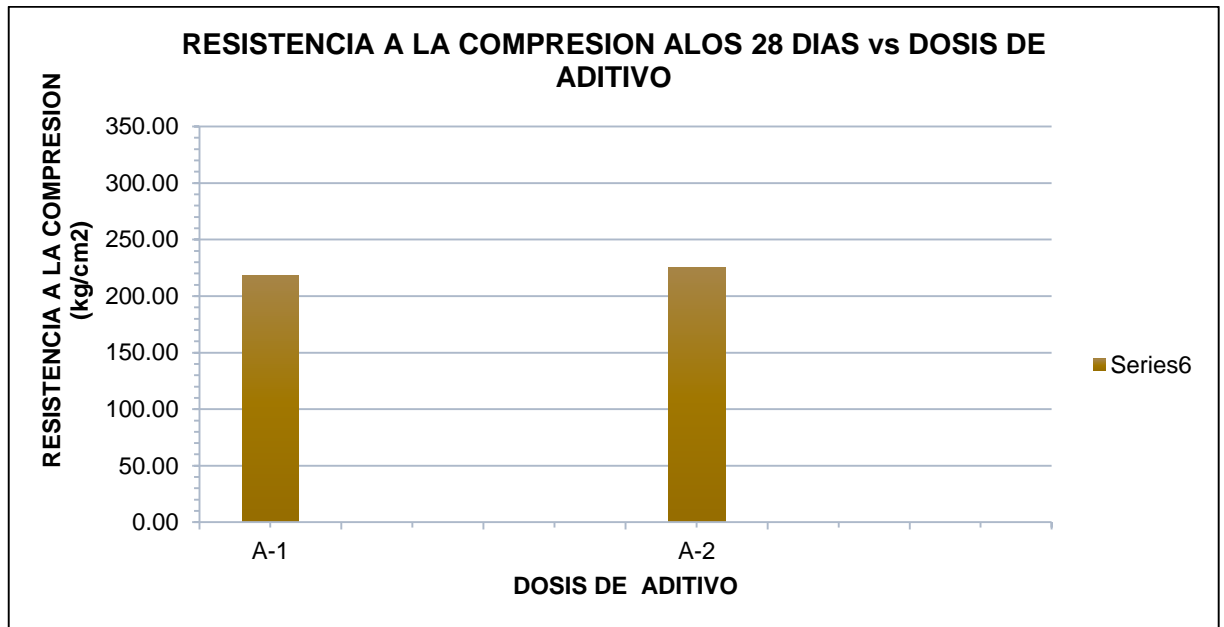
**Figura 3** Tiempo de fraguado final del concreto para diferentes dosis de aditivo, con respecto a la relación  $a/c=0.58$



**Figura 4** Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días, en mezclas de relación  $a/c=0.58$  con diferentes dosis de aditivo, A-1=(0mg) y A-2(1500mg).



**Figura 5** Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días, en mezclas de relación  $a/c=0.58$  con diferentes dosis de aditivo, A-1=(0mg) y A-2(1500mg).



**Figura 6** Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, en mezclas de relación  $a/c=0.58$  con diferentes dosis de aditivo, A-1=(0mg) y A-2(1500mg).

Del análisis de las Figuras 4,5 y 6 y Tabla 3, se encontró que la mezclas diseñada en función de las relaciones  $a/c=0.58$  para dosis de aditivo acelerante PER RAPID 10 con 1500mg x 100kg cemento, la resistencia a la compresión del concreto aumenta considerablemente con respecto al concreto patrón (A-1) llegando a alcanzar una resistencia de 103% a los 14 días de edad; sin embargo el concreto patrón alcanza solo el 91% con la misma edad.

El incremento de la resistencia a la compresión del concreto en un primer momento, se debe a que el efecto del aditivo acelerante produce una hidratación más eficaz y por lo tanto se genera una microestructura algo más homogénea que produce una cierta mejoría de las resistencias mecánicas a compresión.



PROPIEDADES EVALUADAS		SIN ADITIVO	CON ADITIVO	
		Valor patrón	Valor mínimo promedio	
Trabajabilidad /Resistencia a la compresion				
	Asentamiento	100.0%	126.7% para dosis de 1500mg	
	alcanzar un asentamiento de 4".	100.0%		
		Se logro alcanzar una resistencia del 103% a los 14 días con respecto al concreto patrón (Fc=210kg/Cm2) con una dosis de 1500mg x 100kg de concreto		

## DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis general que establece que el uso de aditivos acelerantes mejora la calidad del concreto aplicables a la zona de la Región Madre de Dios.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Castellón y De La Ossa (2013), “Estudio Comparativo De La Resistencia A La Compresión De Los Concretos Elaborados Con Cementos Tipo I Y Tipo III, Modificados Con Aditivos Acelerantes Y Retardantes en Cartagena de Indias”. Llegaron a las siguientes conclusiones: Para la buena elaboración del concreto y sus resultados óptimos, es de gran importancia que el ingeniero siga las proporciones que especifica el diseño de mezcla, así mismo debe regirse a las normas y especificaciones que garanticen una buena calidad del mismo. Ello es acorde con lo que en ese estudio se halla.

También guardan relación con lo que si tiene Córdova (2005). “Concreto de Alta Resistencia, Para obtener el Título de Ingeniero Civil en la Universidad de San Carlos de Guatemala” concluyó lo siguiente: La resistencia alcanzada por los ensayos supera a los 9,000 PSI (630kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días para los concretos con 12.5 sacos de cemento con Microsilice y aditivos reductores de agua de alto rango y 17 plastificantes. Con relaciones de agua/cemento entre 0.28 a 0.36 para distintos tipos de arenas.

Benítez (2011), “Concreto (Hormigón) con cemento Portland Puzolánico Tipo IP Atlas de Resistencias Tempranas con la Tecnología Sika Viscocrete 20HE” Para Obtener el Título de Ingeniero Civil en la Universidad Ricardo Palma, concluyo lo siguiente: El concreto (hormigón) obtenido finalmente es un concreto fluido de buena performance, y de mediana alta resistencia según las condiciones requeridas.

Huincho (2011), “Concreto de Alta Resistencia Usando Aditivo Supe plastificante, Microsilice y Nanosilice con Cemento Portland Tipo I en Lima-Perú” llegó a las siguientes 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 auto compactado.

De acuerdo a los datos obtenidos y realizando una contrastación con los antecedentes ya mencionado podemos indicar que el uso de aditivos favorece a los concretos aplicables a zona de la región madre de dios.

## CONCLUSIONES

Debido a la utilización del aditivo acelerante marca Per Rapid 10 en las mezclas de concreto se obtuvo lo siguiente:

### 1 DISEÑO DE MEZCLAS

El diseño de mezclas fue único para las dos muestras cuyas características físicas del cemento portland de tipo IP, y las siguientes características de los materiales usados:

<b>CALIDAD DE LOS MATERIALES</b>	
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DEL CEMENTO</b>	
CEMENTO PORTLAND	<b>TIPO IP</b>
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3120.00 Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO Y SECO DEL CEMENTO	1500.87 Kg/m <sup>3</sup>
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO</b>	
MODULO DE FINEZA	2.15
PORCENTAJE DE HUMEDAD	4.54 %
PORCENTAJE DE ABSORCION	1.50 %
PESO UNITARIO SUELTO	1435.38 Kg/m <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO SECO	2490.00 Kg/m <sup>3</sup>
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO</b>	
TAMAÑO MAXIMO (Pig)	3/4"
PESO ESPECIFICO SECO	2586.00 Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTO Y SECO	1796.49 Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	1645.31 Kg/m <sup>3</sup>
PORCENTAJE DE HUMEDAD	1.34 %
PORCENTAJE DE ABSORCION	0.41 %

<b>10.-</b>	<b>DOSIFICACION EN PESO</b>				
	CEMENTO	=	344.83 Kg	=	8.11 bolsas
	AGUA DE MEZCLADO	=	168.85 litros	=	20.8 Litros/bolsa
	AGREGADO GRUESO	=	1146.95 Kg		
	AGREGADO FINO	=	709.18 Kg		
<b>11.-</b>	<b>DOSIFICACION EN VOLUMEN</b>				
	CEMENTO	=	0.230 m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO	=	0.697 m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO	=	0.494 m <sup>3</sup>		
	AGUA DE MEZCLADO	=	0.169 m <sup>3</sup>		
<b>12.-</b>	<b>PROPORCION EN VOLUMEN</b>				
	<b>f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>				
	CEMENTO	=	1.00		
	AGREGADO GRUESO	=	3.03		
	AGREGADO FINO	=	2.15		
	AGUA DE MEZCLADO	=	0.73		
<b>NOTA</b>		EL AGREGADO ES CANTO RIDADO ZARANDEADA (3/8" a 3/4") y ARENA GRUESA LIMPIA-LAVADA			
Puerto Maldonado 14 de Junio del 2017					

## 2 TRABAJABILIDAD

### 2.1 ASENTAMIENTO

El asentamiento de cono, para diseño de mezcla con relación  $a/c=0.58$  , experimentó incrementos significativos con dosis de aditivo acelerante “PER RAPID 10” de 1500mg por cada 100kg de cemento.

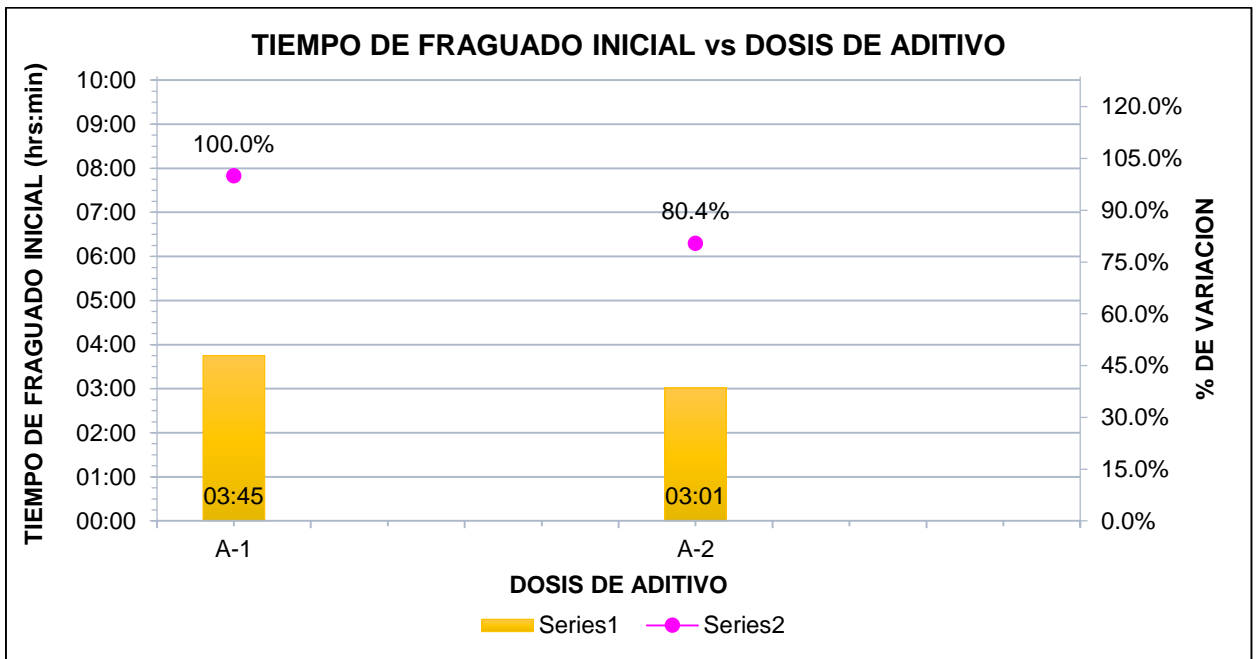
ID MEZCLA	RELACION a/c	DOSIS (mg/100kg)	SLUMP MAXIMO (pulg)	% DE VARIACION CON RESPECTO AL PATRON
A-1	0.58	0	3	100.0%
A-2	0.58	1500	3 4/5	126.7%

El asentamiento alcanzado en la mezcla patrón (A-1) es de 3”, mientras que la mezcla con aditivo (A-2) desarrollo incrementos significativos con respecto al diseño de mezcla patrón

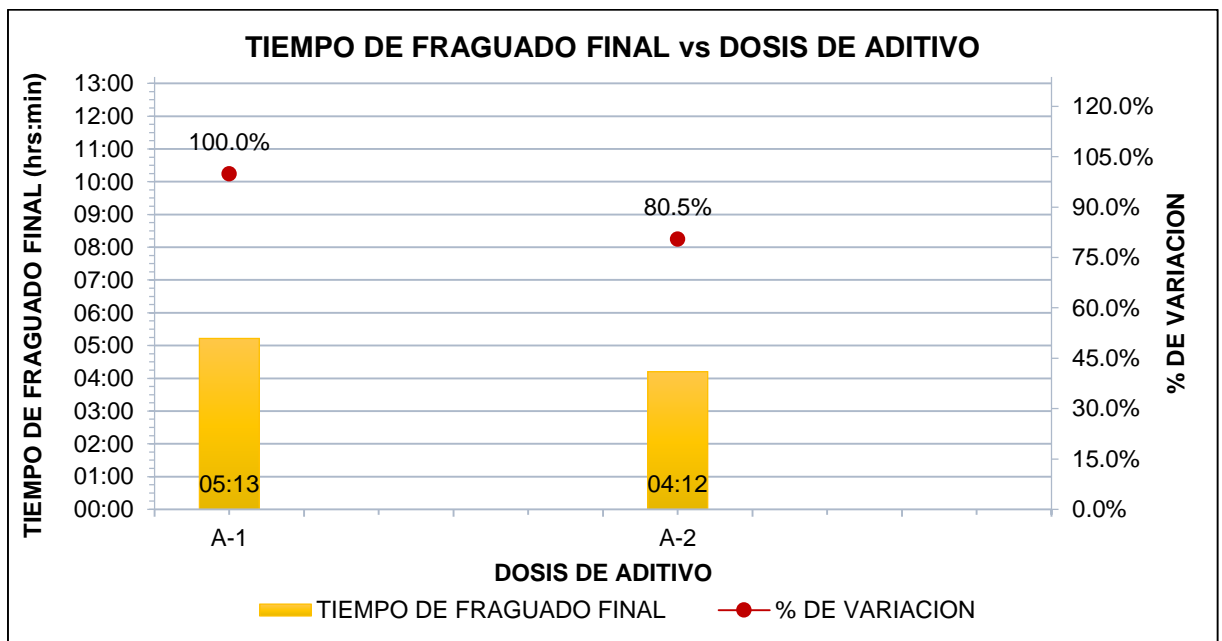
### 2.2 TIEMPO DE FRAGUADO

La adición del aditivo acelerante PER RAPID 10 en la mezcla de concreto, provocó, un desarrollo temprano en el tiempo de fraguado con respecto al concreto patrón. Este aceleramiento se debe a la naturaleza o composición química del aditivo acelerante.

El tiempo de fragua inicial, para el concreto patrón (A-1) alcanzo sus incrementos mínimos con una relación  $a/c=0.58$ , Sin embargo según el diseño con uso de aditivo PER RAPID 10 alcanzó sus incrementos máximos con una dosis de 1500mg.



El tiempo de fragua final, para el concreto patrón (A-1) alcanzo sus incrementos mínimos con una relación a/c=0.58, Sin embargo según el diseño con uso de aditivo PER RAPID 10 alcanzó sus incrementos máximos con una dosis de 1500mg.



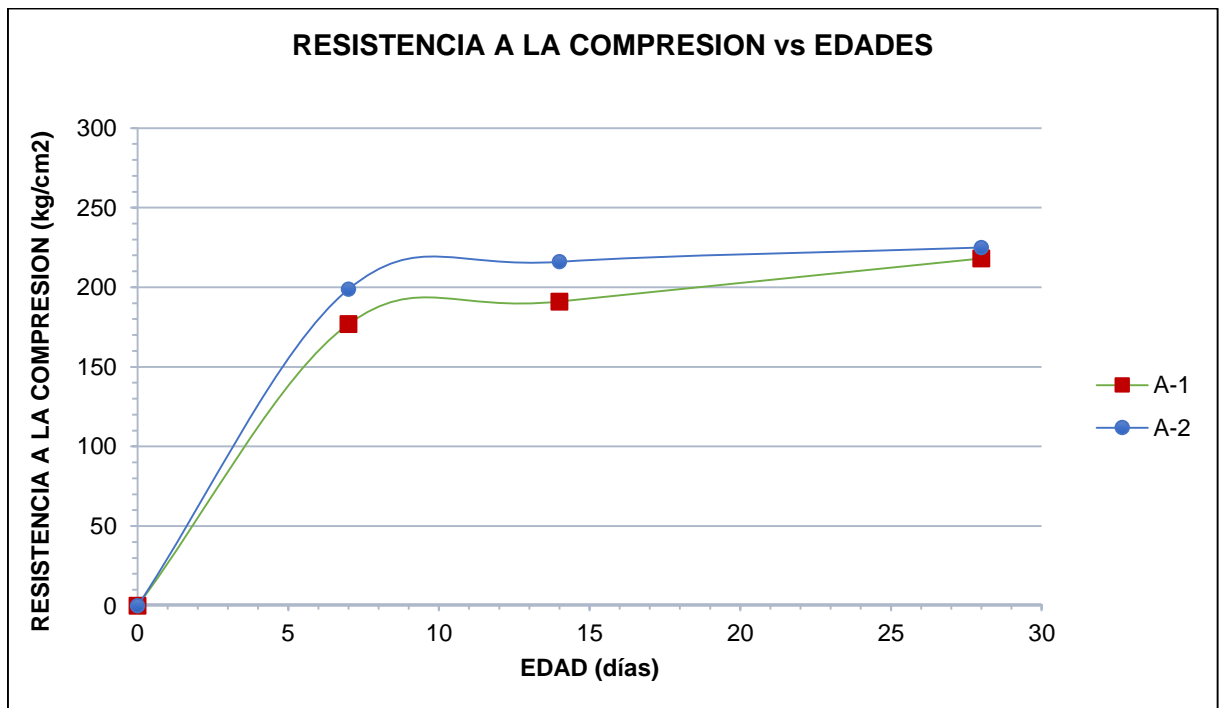
Se aprecia un incremento del tiempo de fragua inicial de 80.4% y final de 80.5% con respecto al diseño de mezcla sin aditivo (A-1)

Con base a las conclusiones obtenidas, se aprecia que la utilización del aditivo acelerante es efectivo para poder disminuir los tiempos de fraguado inicial y final del concreto.

### 3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La incorporación del aditivo acelerante, ocasionó un incremento de la resistencia a la compresión con una dosis de 1500mg x 100kg de cemento;

La resistencia a la compresión logra alcanzar sus valores máximos a los 14 días con el uso de aditivo acelerante PER RAPID10, sin embargo la mezcla de concreto convencional sin aditivo llega a la resistencia de diseño a los 28 días de edad.



ID MEZCLA	DOSIS	RESISTENCIA A LA COMPRESION				
		0	7	14	28	
<b>A-1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	176.80	191.00	218.00	(sin aditiv.)
			84%	91%	104%	
<b>A-2</b>	<b>650</b>	<b>0</b>	198.80	216.00	225.00	(con aditiv.)
			95%	103%	107%	

Con base a las conclusiones obtenidas, se observa que la utilización del aditivo acelerante es efectivo al momento de alcanzar resistencias tempranas en el concreto.



## RECOMENDACIONES

- La elección de un determinado aditivo acelerante es un proceso muy importante en el que deben considerarse muchos más aspectos que la simple comparación del costo unitario de los aditivos. Según la aplicación, a la hora de seleccionar un determinado aditivo, debe tenerse en cuenta la influencia del mismo en los siguientes aspectos: incremento de la tiempo de fraguado, desarrollo de resistencia temprana, mantenimiento de la trabajabilidad,
- Se logró obtener disminuciones en el tiempo de fragua inicial y final para una dosis del 1.5% del peso del cemento.
- La norma NTP 334.088 indica que la resistencia mínima a la compresión a los 7 días será igual a la del concreto patrón, requisito que cumple el diseño de mezcla con aditivo, alcanzando inclusive incrementos significativos.
- Todos los elementos de concreto recién colocados y acabados se deben curar y proteger del secado, de cambios extremos de temperatura y del daño provocado por las cargas. El curado debe iniciarse inmediatamente después del acabado (tiempo de fragua inicial). Se necesita del curado para garantizarse la continuación de la hidratación y del desarrollo de la resistencia y la mínima contracción por secado.
- En síntesis, la selección de un aditivo acelerante, obedece a la necesidad de un decrecimiento en el tiempo de fragua para tener por ejemplo un rápido acabado. También poder alcanzar resistencias optimas a temprana edad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI 116R. (1998). Cement and concrete terminology. Detroit, MI, USA.

ACI 211.1- 91. (2009). Standard practice for selecting proportions for normal heavyweight, and mass Concrete. Detroit, MI, USA.

ACI 224R. (2001). Control of cracking in concrete structures . Detroit, MI, USA.

ACI 305R. (2010). Guide to Hot Weather Concreting. Detroit, MI, USA.

ACI 309R. (1996). Guide for consolidation of concrete. Detroit, MI, USA. Alonso, M. (2011). Comportamiento y compatibilidad de cementos y aditivos

Garay Pichardo, L. Y., & Quispe Cotrina, C. E. (2017). Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango).

European Cement Research Academy (ECRA)- Programme 2005

superplastificantes basados en policarboxilatos.Efecto de la naturaleza de los cemento y estructura de los aditivo. Tesis doctoral. Universidad Automa de Madrid, España. Recuperado el 15 de Noviembre de 2013, de [https://repositorio.uam.es/xmlui/bitstream/handle/10486/6698/39592\\_alonso\\_maria\\_del\\_mar.pdf?sequence=1](https://repositorio.uam.es/xmlui/bitstream/handle/10486/6698/39592_alonso_maria_del_mar.pdf?sequence=1)Asocem. (2000).

Nueva norma para aditivos químicos. Recuperado el 20 de Noviembre de2013, de

[http://www.asocem.org.pe/bivi/RE/DT/ADI/nueva\\_norma\\_aditivos\\_quimicos.pdf](http://www.asocem.org.pe/bivi/RE/DT/ADI/nueva_norma_aditivos_quimicos.pdf)

ASTM C595. (2002).

Standard specification for blended hydraulic cements. WestConshohocken, PA, USA.ASTM C94. (2003).

Standard specifications for ready mixed concrete. West Conshohocken, PE, USA.Gomero, B. (2006). Aditivos y adiciones minerales para el concreto. Tesis pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Harman, J. (2005, noviembre). Acción del aditivo reductor de agua de alto rango, tipo F en

la resistencia y fluidez del concreto. VI coloquio de química del cemento. Lima, Perú. Hernández, C. (2005).

Plastificantes para el hormigón. Tesis pregrado. Universidad Austral de Chile, Valdivia. Recuperado el 05 de Noviembre de 2013, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcih557p/doc/bmfcih557p.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación (5a ed.). México D.F., México: McGraw Hill Interamericana. Instituto de Construcción y Gerencia. (2013).

Manual de Construcción (12a ed.). Lima, Perú: ICG.Instituto del Concreto. (1997). Tecnología y propiedades (2a ed.). Bogotá, Colombia.

Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese , W., & Tanesi, J. (2004). Diseño y Control de Mezclasde Concreto (1a ed.). Illinois, EE.UU.: PCA.Master Builder Technologies. (1999).

Soluciones completas para el concreto. Recuperado el15 de Noviembre de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/70334368/Aditivos-Concreto-Master-Build>

# ANEXOS

## Anexo 1: matriz de consistencia

Título: “Aplicación del aditivo acelerante de fragua marca per rapid 10 y nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la Región Madre de Dios, 2017”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<b>Problema principal</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable independiente</b>	
¿En qué medida el aditivo acelerante de fragua marca Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017?	Determinar en qué medida el aditivo acelerante de fragua marca Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017	El aditivo acelerante de fragua marca Per Rapid 10 influye significativamente en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017	Aditivo acelerante de fragua marca per rapid 10	<input type="checkbox"/> Diseño de mezcla <input type="checkbox"/> Propiedades mecánicas
<b>Problemas secundarios</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis secundarias</b>	<b>Variable dependiente</b>	
PS1: ¿Como el diseño de mezcla de los aditivos acelerante de Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017?  PS2: ¿Cómo las propiedades mecánicas de los aditivos acelerante de Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017?	<b>OE.1.</b> Determinar como el diseño de mezcla de los aditivos acelerante de Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017  <b>OE.2.</b> Determinar cómo las propiedades mecánicas de los aditivos acelerante de Per Rapid 10 influye en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017	<b>HS.1.</b> El diseño de mezcla de los aditivos acelerante de Per Rapid 10 influye significativamente en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017  <b>HS.2.</b> Las propiedades mecánicas de los aditivos acelerante de Per Rapid 10 influye significativamente en el nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017	Nivel de efectividad	<input type="checkbox"/> Nivel de efectividad <input type="checkbox"/> Composición <input type="checkbox"/> estados

### Guía de observación

Se realizó mediante los diferentes formatos para cada tipo de ensayo. Se emplearán los siguientes formatos:

- Formato para ensayo granulométrico de agregados.

FORMATO PARA ENSAYO GRANULOMETRICO DE AGREGADOS					
ANALIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret.	%Ret. Parcial	%Ret. Acumulada	%Que pasa
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4					
No 8					
No 16					
No 30					
No 50					
No 100					
No 200					
Mayor a No 200					

fuentes: elaboración propia

- Formato para ensayo de contenido de humedad de agregados.

FORMATO PARA ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS					
NTP 339-120					
	DATOS	UND	M1	M2	OBSERV.
(A)	Peso de Recipiente + Muestra natural	gr			
(B)	Peso de Recipiente + Muestra seca	gr			
(C)	Peso de Recipiente	gr			
(D)	Peso del agua	gr			
(E)	Peso de muestra natural	gr			
(F)	Peso de muestra seca	gr			
(G)	Contenido de humedad (w)	gr			
$w = \frac{A - B}{B - C} \times 100 = \frac{D}{G} \times 100$					

fuelle: elaboración propia

- Formato para ensayo de absorción de los agregados.

FORMATO PARA ENSAYO DE ABSORCION DE AGREGADOS				
DATOS	UND	M1	M2	OBSERV.
Peso de Muestra saturada superf. Seca	gr			
Peso de muestra seca	gr			
Porcentaje de absorcion	%			

fuelle: elaboraci3n propia

- Formato para ensayo de peso unitario de los agregados.

FORMATO PARA ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS				
DATOS	UND	M1	M2	OBSERV.
Peso molde + Muestra	gr			
Peso molde	gr			
Peso de la muestra	gr			
Volumen del molde	gr			
Peso unitario Suelto	gr/cm3			

fuelle: elaboraci3n propia

- Formato para ensayo de peso especifico de agregados.



FORMATO PARA ENSAYO DE PESO ESPECIFICO					
DATOS	UND	M1	M2	OBSERV.	
Peso de la canastilla Sumergida	gr				
Peso de muestra satu. Sup. Seca	gr				
Peso (muestra Sumergida)	gr				
Peso de muestra seca	gr				
Peso especifico	gr/cm3				
Peso especifico	kg/m3				

fuelle: elaboraci3n propia

- Formato para anotar la resistencia mecánica de las probetas.

FORMATO PARA ANOTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE LAS PROBETAS										
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS										
NORMA MTC E704-2000 AST C39 AASHTO T22										
NRO	Estructura	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad en dias	Lectura del dial	Diametro de Testigo	Area de Testigo	Diseño	Resistencia	Resistencia en %
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										

fuelle: elaboraci3n propia

## DISEÑO DE MEZCLAS

$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**Proyecto :** TESIS " NIVEL DE EFECTIVIDAD DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA MARCA PER RAPID 10 EN CONCRETO APPLICABLES A ZONAS DE LA REGION MADRE DE DIOS

**Ubicación :** PUERTO MALDONADO **Muestreo** Muestra proporcionada por el solicitante

**Dist/Prov. :** TAMBOPATA-TAMBOPATA **Muestra # :** 1 **Fecha:** 15/01/2017

**Solicitante :** BR. RONY CHRISTIAN SAPACAYO PELAES

**Cantera :** CHORRILLOS **Origen:** RIO MADRE DE DIOS

### CALIDAD DE LOS MATERIALES

#### CARACTERISTICAS FISICAS DEL CEMENTO

CEMENTO PORTLAND **TIPO IP**

PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO 3120.00 Kg/m<sup>3</sup>

PESO UNITARIO SUELTO Y SECO DEL CEMENTO 1500.87 Kg/m<sup>3</sup>

#### CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO

MODULO DE FINEZA 2.15

PORCENTAJE DE HUMEDAD 4.54 %

PORCENTAJE DE ABSORCION 1.50 %

PESO UNITARIO SUELTO 1435.38 Kg/m<sup>3</sup>

PESO ESPECIFICO SECO 2490.00 Kg/m<sup>3</sup>

#### CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO

TAMAÑO MAXIMO (Plg) 3/4"

PESO ESPECIFICO SECO 2586.00 Kg/m<sup>3</sup>

PESO UNITARIO COMPACTO Y SECO 1796.49 Kg/m<sup>3</sup>

PESO UNITARIO SUELTO 1645.31 Kg/m<sup>3</sup>

PORCENTAJE DE HUMEDAD 1.34 %

PORCENTAJE DE ABSORCION 0.41 %

### DATOS DE DISEÑO

RESISTENCIA A LA COMPRESION  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO 3/4"

TIPO DE CONTROL EN OBRA (Tabla C) Materiales de calidad muy controlada, dosificación por volumen

PAGINA 1

1 de 1

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

Victor Hugo Carazas Mayanga  
ING. CIVIL CIP: 108352  
AREA DE GEOTECNIA

**CALCULO  
DISEÑO DE MEZCLAS**

1.-	<b>RESITENCIA PROMEDIO REQUERIDA</b>	(Tabla C)	K = 1.00
2.-	<b>SLUMP O ASENTAMIENTO</b>	f <sub>cr</sub> = K * f <sub>c</sub>	f <sub>cr</sub> = 210 Kg/cm <sup>2</sup>
3.-	<b>CANTIDAD DE AGUA PARA MEZCLA</b>	(Tabla A)	3"
		(Tabla B)	200 Kg/m <sup>3</sup>

4.- **RELACION AGUA CEMENTO A/C**  
(Tabla D) f<sub>cr</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup> sin aire incorporado

	f <sub>cr</sub> =	A/C
	210	0.58
	245	0.51
	para	.....
	210	0.58
→	A/C	= 0.58

5.- **CONTENIDO DE CEMENTO**

$$\text{Cemento} = \frac{200}{0.58} \text{ Kg/m}^3 = 344.83 \text{ Kg/m}^3$$

8.11 bolsas

6.- **CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO**

(Tabla E)	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO	= 0.63 m <sup>3</sup>
	PESO DEL AGREGADO GRUESO	= 1131.7887 Kg

7.- **CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

(Tabla F)	ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO	= 2355.00 Kg/m <sup>3</sup>
	sin aire incorporado	
	PESO DEL AGREGADO FINO	= 678.38 Kg

8.- **AJUSTE POR HUMEDAD DEL PESO DE LOS AGREGADOS**

AGREGADO GRUESO	=	1146.95 Kg
AGREGADO FINO	=	709.18 Kg

9.- **AGUA DE MEZCLA NETA**

Agua en el agregado grueso	=	10.53 Kg
Agua en el agregado fino	=	20.62 Kg
AGUA DE MEZCLA NETA	=	169 Kg

**10.- DOSIFICACION EN PESO**

CEMENTO	=	344.83 Kg	=	8.11	bolsas
AGUA DE MEZCLADO	=	168.85 litros	=	20.8	Litros/bolsa
AGREGADO GRUESO	=	1146.95 Kg			
AGREGADO FINO	=	709.18 Kg			

**11.- DOSIFICACION EN VOLUMEN**

CEMENTO	=	0.230 m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	=	0.697 m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	=	0.494 m <sup>3</sup>
AGUA DE MEZCLADO	=	0.169 m <sup>3</sup>

**12.- PROPORCION EN VOLUMEN** Cemento : Grava : Arena : Agua

<b>f<sub>c</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>		
CEMENTO	=	1.00
AGREGADO GRUESO	=	3.03
AGREGADO FINO	=	2.15
AGUA DE MEZCLADO	=	0.73

**NOTA** EL AGREGADO ES CANTO RIDADO ZARANDEADA (3/8" a 3/4") y ARENA GRUESA LIMPIA-LAVADA

Puerto Maldonado 14 de Junio del 2017

PAGINA 2

2 de 2

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

Victor Hugo Carazas Mayanga  
ING. CIVIL CIP: 108352

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

### AASHTO T-87

**Proyecto :** TESIS "NIVEL DE EFECTIVIDAD DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA MARCA PER RAPID 10 EN CONCRETOS APLICABLES A ZONAS DE LA REGION MADRE DE DIOS

**Ubicación :** PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov. :** TAMBOPATA-TAMBOPATA

**Solicitante:** BR. RONY CHISTIAN SAPACAYO PELAES

**Fecha :** 14/06/2017

### DATOS DE LA CANTERA

**Origen :** RIO MADRE DE DIOS **Datos de ensayo**

**Cantera :** CANTERA CHÓRRILLOS **Peso Total de la Muestra** 1346.9 gr.

**Muestra #:** 01

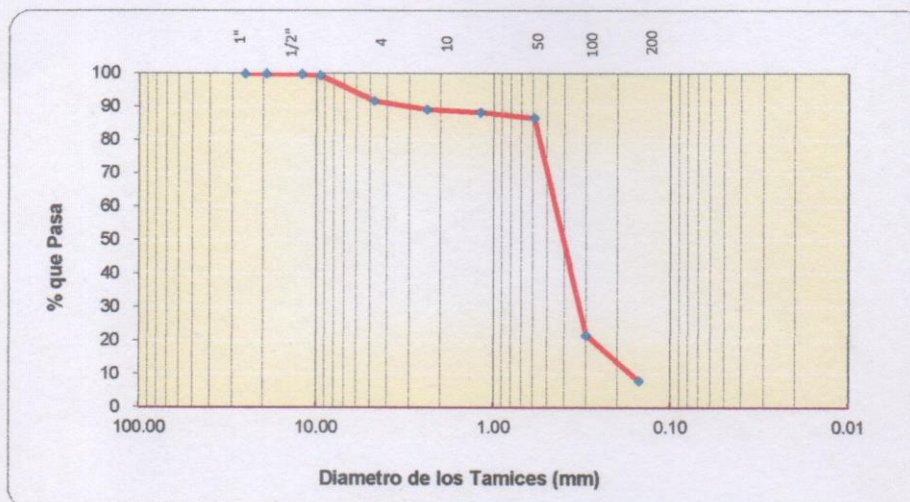
**Muestreo :** PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

### AGREGADO FINO

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (gr.)	% Ret. Parcial	% Ret. Acum.	% Que pasa
1"	25.40	0.00	0.00		100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.07	2.80	0.21	0.21	99.79
3/8"	9.53	4.60	0.34	0.55	99.45
No 4	4.75	102.40	7.60	8.15	91.85
No 8	2.38	34.80	2.58	10.74	89.26
No 16	1.19	12.40	0.92	11.66	88.34
No 30	0.59	21.60	1.60	13.26	86.74
No 50	0.30	874.10	64.90	78.16	21.84
No 100	0.15	187.20	13.90	92.06	7.94
No 200	0.07	67.20	4.99	97.05	2.95
< No 200	0.00	39.80	2.95	100.00	0.00
		1346.9	100.00		

<b>Grava:</b>	<b>0.55 %</b>
<b>Arena:</b>	<b>96.50 %</b>
<b>Finos:</b>	<b>2.95 %</b>

Max 3%



## MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (gr.)	% Ret. Parcial	% Ret. Acum.	% Que pasa
1"	25.40	0.00	0.00		100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.07	2.80	0.21	0.21	99.79
3/8"	9.53	4.60	0.34	0.55	99.45
No 4	4.75	102.40	7.60	8.15	91.85
No 8	2.38	34.80	2.58	10.74	89.26
No 16	1.19	12.40	0.92	11.66	88.34
No 30	0.59	21.60	1.60	13.26	86.74
No 50	0.30	874.10	64.90	78.16	21.84
No 100	0.15	187.20	13.90	92.06	7.94
No 200	0.07	67.20	4.99	97.05	2.95
< No 200	0.00	39.80	2.95	100.00	0.00
MODULO DE FINEZA		1346.9	100.00	2.15	2.14

<b>MODULO DE FINEZA</b>
<b>2.15</b>

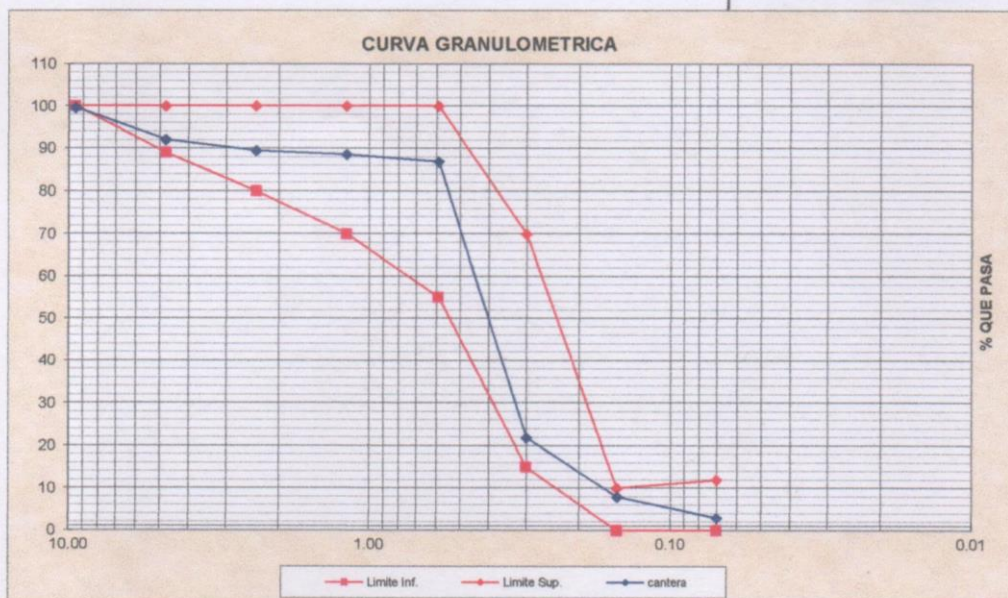
## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS EIRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES - CONSULTORIA ESPECIALIZADA  
PROSPECCION GEOPISICA Y PERFORACION DE POZOS TUBULARES  
PTO. MALDONADO Jr. Cusco 138 - RPM # 0405060 (982-737067) (082-574754) E-Mail : victorhuacarcasa@hotmail.com CUSCO Urb. Mesa Redonda A-9 - OSCE 5 0511966 RUC 20490031961

### LIMITES GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO FINO ASTM-C-33 AASHTO M6

<b>Proyecto</b>	TESIS "NIVEL DE EFECTIVIDAD DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA MARCA PER RAPID 10 EN CONCRETOS APLICABLES A ZONAS DE LA REGION MADRE DE DIOS		
<b>Ubicación</b>	PUERTO MALDONADO	<b>Origen</b>	RIO MADRE DE DIOS
<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA-TAMBOPATA	<b>Cantera</b>	CANTERA CHORRILLOS
<b>Solicita</b>	BR. RONY CHISTIAN SAPACAYO PELAES	<b>Fecha</b>	14/06/2017
<b>Muestreo</b>	PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	<b>Muestra N°</b>	01

Muestra (gr.)		1344.10				
Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% Ret. Parcial	% Que pasa.	ASTM C-33 /AASHTO M6	
	(mm.)	(gr.)	(gr.)	(%)	Limite Inf.	Limite Sup.
3/8"	9.50	4.60	0.34	99.66	100	100
N° 4	4.75	102.40	7.62	92.04	89	100
N° 8	2.38	34.80	2.59	89.45	80	100
N° 16	1.19	12.40	0.92	88.53	70	100
N° 30	0.59	21.60	1.61	86.92	55	100
N° 50	0.30	874.10	65.03	21.89	15	70
N° 100	0.15	187.20	13.93	7.96	0	10
N° 200	0.07	67.20	5.00	2.96	0	12
Pasa 200		39.80	2.96	0.00		
		<b>1344.10</b>	<b>100.00</b>			
GRUPO F						
ARENAS INTERMEDIAS						



## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

### AGREGADO GRUESO -AASHTO T-87

**Proyecto :** TESIS "NIVEL DE EFECTIVIDAD DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA MARCA PER RAPID 10 EN CONCRETOS APLICABLES A ZONAS DE LA REGION MADRE DE DIOS

**Ubicación :** PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov. :** TAMBOPATA-TAMBOPATA

**Solicitante:** BR. RONY CHISTIAN SAPACAYO PELAES

**Fecha :** 14/06/2017

#### DATOS DE LA CANTERA

**Origen :** RIO MADRE DE DIOS

**Cantera :** CANTERA CHORRILLOS

**Muestra #:** 01

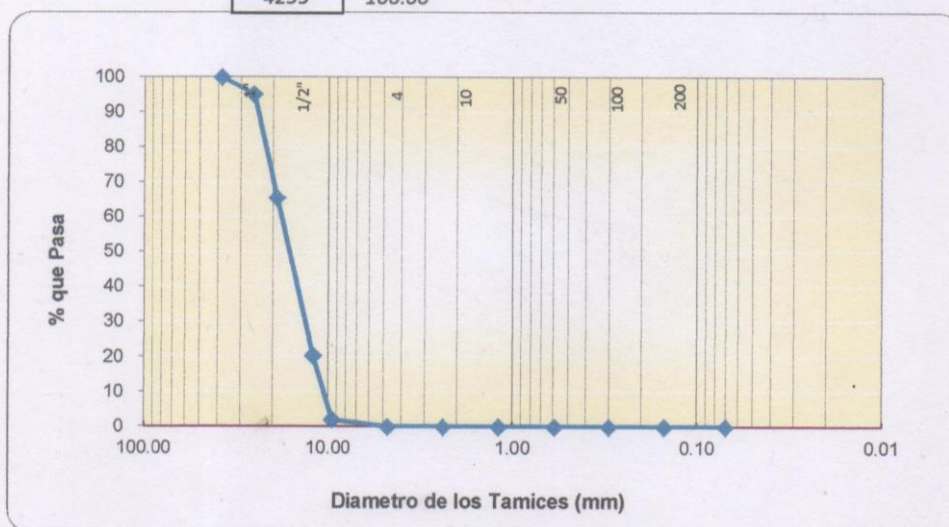
**Muestreo** PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

#### Datos de ensayo

**Peso Total de la Muestra** 4299.0 gr.

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (gr.)	% Ret. Parcial	% Ret. Acum.	% Que pasa
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	214.80	5.00	5.00	95.00
3/4"	19.05	1267.90	29.49	34.49	65.51
1/2"	12.07	1943.10	45.20	79.69	20.31
3/8"	9.53	785.90	18.28	97.97	2.03
No 4	4.75	87.30	2.03	100.00	0.00
No 8	2.38	0.00	0.00	100.00	0.00
No 16	1.19	0.00	0.00	100.00	0.00
No 30	0.59	0.00	0.00	100.00	0.00
No 50	0.30	0.00	0.00	100.00	0.00
No 100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00
No 200	0.07	0.00	0.00	100.00	0.00
< No 200	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
		4299	100.00		

<b>Grava:</b>	<b>97.97 %</b>
<b>Arena:</b>	<b>2.03 %</b>
<b>Finos:</b>	<b>0.00 %</b>



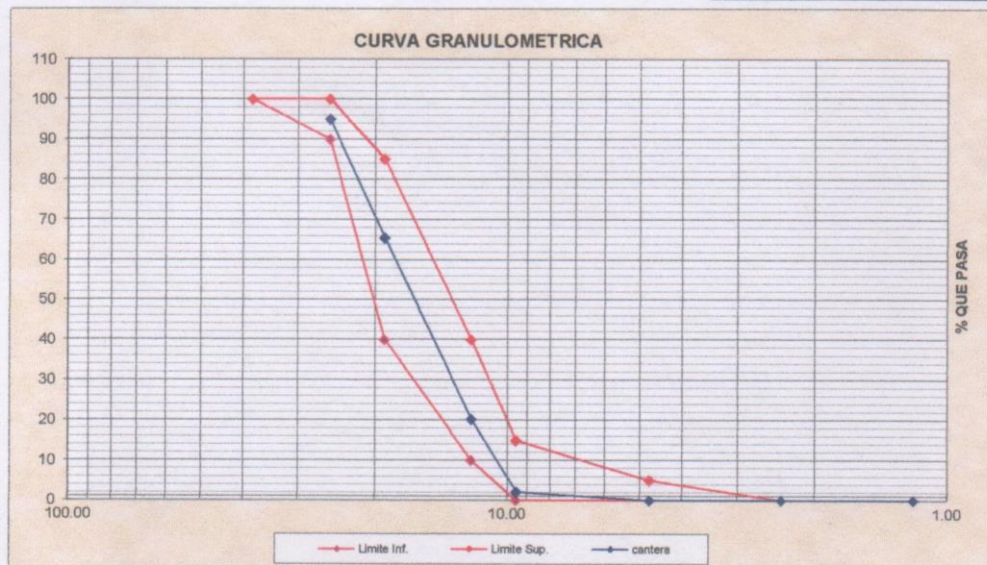
## GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS EIRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPHALTO - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES - CONSULTORIA ESPECIALIZADA  
 PROSPECCION GEOPISICA Y PERFORACION DE POZOS TUBILARES  
 PTO. MALDONADO Jr. Cusco 138 - RPM # 0405060 (982-737067) ( 082-574734) E-Mail : victorhuacarcas@hotmail.com CUSCO Urb. Mesa Redonda A-9 - OSCE S 0511966 RUC 20490031961

### LIMITES GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GRUESO ASTM-C-33 AASHTO M6

<b>Proyecto</b>	TESIS "NIVEL DE EFECTIVIDAD DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA MARCA PER RAPID 10 EN CONCRETOS APLICABLES A ZONAS DE LA REGION MADRE DE DIOS		
<b>Ubicación</b>	PUERTO MALDONADO	<b>Origen</b>	RIO MADRE DE DIOS
<b>Dist/Prov.</b>	TAMBOPATA-TAMBOPATA	<b>Cantera</b>	CANTERA CHORRILLOS
<b>Solicita</b>	BR. RONY CHISTIAN SAPACAYO PELAES	<b>Fecha</b>	14/06/2017
<b>Muestreo</b>	PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	<b>Muestra N°</b>	01

Muestra (gr.)		4299.00				
Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% Ret. Parcial	% Que pasa.	ASTM C-33 /AASHTO M6	
	(mm.)	(gr.)	(gr.)	(%)	Limite Inf.	Limite Sup.
1 1/2"	38.10				100	100
1"	25.40	214.80	5.00	95.00	90	100
3/4"	19.05	1267.90	29.49	65.51	40	85
1/2"	12.07	1943.10	45.20	20.31	10	40
3/8"	9.53	785.90	18.28	2.03	0	15
Nº 4	4.75	87.30	2.03	0.00	0	5
Nº 8	2.38	0.00	0.00	0.00	0	0
Nº 16	1.19	0.00	0.00	0.00	0	0
Fondo		0.00	0.00	0.00		
		<b>4299.00</b>	<b>100.00</b>		<b>GRADACION</b>	
					<b>USO 56*</b>	





## **CARACTERISTICAS FISICAS DE AGREGADOS**

### **AGREGADO FINO NTP - 339-120 ASTM D4318**

**Proyecto** : TESIS "NIVEL DE EFECTIVIDAD DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA MARCA PER RAPID 10  
EN CONCRETOS APLICABLES A ZONAS DE LA REGION MADRE DE DIOS

**Ubicación** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA-TAMBOPATA

**Solicitante**: BR. RONY CHISTIAN SAPACAYO PELAES

**Fecha** : 14/06/2017

#### **DATOS DE LA CANTERA**

**Origen** : RIO MADRE DE DIOS

**Cantera** : CANTERA CHORRILLOS

**Muestra #**: 01

**Muestreo**: PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

## **AGREGADO FINO**

### **PORCENTAJE DE HUMEDAD**

DATOS	UND.	M1	M2	OBSERV.
Peso Recipiente + muestra Natural	gr.	1985.2		
Peso Recipiente + muestra Seca	gr.	1921.4		
Peso Recipiente	gr.	516		
Peso del agua	gr.	63.8		
Peso de muestra Natural	gr.	1469.2		
Peso de muestra Seca	gr.	1405.4		
Contenido de Humedad (w)	gr.	4.54		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>%</b>	<b>4.54</b>		

### **PORCENTAJE DE ABSORCION**

DATOS	UND.	M1	M2	OBSERV.
Peso muestra saturada superf. Seca	gr.	878.20		
Peso muestra Seca	gr.	865.2		
Porcentaje de absorcion	gr.	1.50		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>%</b>	<b>1.50</b>		

**PESO UNITARIO SUELTO**

DATOS	UND.	M1	M2	M3
Peso molde + muestra	gr.	12054	12065	12071
Peso molde	gr.	7717	7717	7717
Peso de la muestra	gr.	4337	4348	4354
Volumen del molde	gr.	3028.01	3028.01	3028.01
Peso unitario suelto	gr./cm3	1.43	1.44	1.44
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>Kg/m3</b>	<b>1435.38</b>		

**PESO UNITARIO COMPACTO**

DATOS	UND.	M1	M2	M3
Peso molde + muestra	gr.	12810	12813	128011
Peso molde	gr.	7717	7717	7717
Peso de la muestra	gr.	5093	5096	120294
Volumen del molde	gr.	3028.01	3028.01	3028.01
Peso unitario compacto	gr./cm3	1.682	1.683	39.727
<b>PESO UNITARIO COMPACTO</b>	<b>Kg/m3</b>	<b>14364.00</b>		

**PESO ESPECIFICO SECO**

DATOS	UND.	M1		
Peso de la muestra superf. seca	gr.	763.9		
Peso(fiola+muestra supef. seca+agua)	gr.	1698.20		
Peso (fiola + agua )	gr.	1232.9		
Peso de la muestra seca	gr.	742.80		
Peso especifico	gr./Cm3	2.488		
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>Kg/m3</b>	<b>2.49</b>		

## **GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS EIRL**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES - CONSULTORIA ESPECIALIZADA  
PROSPECCION GEOFISICA Y PERFORACION DE POZOS TUBULARES  
PTO. MALDONADO Jr. Casca 138 - RPM # 0405060 (982-737067) ( 082-574754) E-Mail : [victorhuacaran@hotmail.com](mailto:victorhuacaran@hotmail.com) CUSCO Urb. Mesa Redonda A-9 - OSCE 5 0511966 RUC 20490031961

### **CARACTERISTICAS FISICAS DE AGREGADOS**

**NTP - 339-120 ASTM D4318**

**Proyecto** : TESIS "NIVEL DE EFECTIVIDAD DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA MARCA PER RAPID 10  
EN CONCRETOS APPLICABLES A ZONAS DE LA REGION MADRE DE DIOS

**Ubicación** : PUERTO MALDONADO

**Dist/Prov.** : TAMBOPATA-TAMBOPATA

**Solicitante**: BR. RONY CHISTIAN SAPACAYO PELAES

**Fecha** : 14/06/2017

#### **DATOS DE LA CANTERA**

**Origen** : RIO MADRE DE DIOS

**Cantera** : CANTERA CHORRILLOS

**Muestra #:** 01

**Muestreo:** PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

### **AGREGADO GRUESO**

#### **PORCENTAJE DE HUMEDAD**

DATOS	UND.	M1	M2	OBSERV.
Peso Recipiente + muestra Natural	gr.	3245.9		
Peso Recipiente + muestra Seca	gr.	3212		
Peso Recipiente	gr.	688.6		
Peso del agua	gr.	33.9		
Peso de muestra Natural	gr.	2557.3		
Peso de muestra Seca	gr.	2523.4		
Contenido de Humedad (w)	gr.	1.34		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>%</b>	<b>1.34</b>		

#### **PORCENTAJE DE ABSORCION**

DATOS	UND.	M1	M2	OBSERV.
Peso muestra saturada superf. Seca	gr.	5098.2		
Peso muestra Seca	gr.	5077.4		
Porcentaje de absorcion	gr.	0.41		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>%</b>	<b>0.41</b>		

**PESO UNITARIO SUELTO**

DATOS	UND.	M1	M2	M3
Peso molde + muestra	gr.	12698.2	12698.5	12700.3
Peso molde	gr.	7717	7717	7717
Peso de la muestra	gr.	4981.2	4981.5	4983.3
Volumen del molde	gr.	3028.01	3028.01	3028.01
Peso unitario suelto	gr./cm3	1.65	1.65	1.65
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>Kg/m3</b>	<b>1645.31</b>		

**PESO UNITARIO COMPACTO**

DATOS	UND.	M1	M2	M3
Peso molde + muestra	gr.	13143.8	13139.2	13187.4
Peso molde	gr.	7717	7717	7717
Peso de la muestra	gr.	5426.8	5422.2	5470.4
Volumen del molde	gr.	3028.01	3028.01	3028.01
Peso unitario compacto	gr./cm3	1.792	1.791	1.807
<b>PESO UNITARIO COMPACTO</b>	<b>Kg/m3</b>	<b>1796.49</b>		

**PESO ESPECIFICO SECO**

DATOS	UND.	M1		
Peso de la canastilla sumergida	gr.	Tara		
Peso muestra sat. Sup. seca.	gr.	6098.20		
Peso (muestra sumergida)	gr.	3739.00		
Peso muestra seca.	gr.	6102.00		
Peso especifico	gr./Cm3	2.586		
<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>Kg/m3</b>	<b>2.586</b>		

## CONFIABILIDAD Y VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

### Validez

#### a) Técnica de Opinión de expertos.

Se utilizó esta técnica para complementar y asegurar la validez de los instrumentos de recojo de datos que fueron previamente adecuados a la población de estudio. Dichos resultados se presentan a continuación.

*Tabla 3.1 : Opinión de expertos*

<b>Categorías</b>	<b>Juez 1</b>	<b>Juez 2</b>	<b>Juez 3</b>	<b>Total</b>
<b>Claridad</b>	Muy Bueno	Muy Bueno	Excelente	Muy Bueno
<b>Objetividad</b>	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
<b>Actualidad</b>	Muy Bueno	Muy Bueno	Excelente	Muy Bueno
<b>Organización</b>	Muy Bueno	Muy Bueno	Excelente	Muy Bueno
<b>Suficiencia</b>	Muy Bueno	Muy Bueno	Excelente	Muy Bueno
<b>Intencionalidad</b>	Muy Bueno	Muy Bueno	Excelente	Muy Bueno
<b>Consistencia</b>	Muy Bueno	Muy Bueno	Excelente	Muy Bueno
<b>Coherencia</b>	Muy Bueno	Muy Bueno	Excelente	Muy Bueno
<b>Metodología</b>	Muy Bueno	Muy Bueno	Excelente	Muy Bueno
<b>Estadístico de resumen</b>				<b>MUY BUENO</b>

Cabe manifestar que estos resultados respaldan y ratifican la validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados.









## Validación de instrumentos



### I. DATOS GENERALES

**Título del Proyecto de investigación:** "APLICACIÓN DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA MARCA PER RAPID 10 Y NIVEL DE EFECTIVIDAD EN CONCRETOS APLICABLES A ZONAS DE LA REGIÓN MADRE DE DIOS, 2017"

**Nombre del Instrumento:** ficha de evaluación de "APLICACIÓN DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA MARCA PER RAPID 10 Y NIVEL DE EFECTIVIDAD EN CONCRETOS APLICABLES A ZONAS DE LA REGIÓN MADRE DE DIOS, 2017"

Investigador: RONY SAPACAYO PELAEZ

CRITERIO	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelentes
			0-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
FORMA	1.REDACCION	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios.				✓	
	2.CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje apropiado.				✓	
	3.OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.				✓	
CONTENIDO	4.ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				✓	
	5.SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y profundidad.				✓	
	6.INTENCIONALIDAD	El instrumento mide en forma pertinente las variables de investigación.				✓	
ESTRUCTURA	7.ORGANIZACION	Existe una organización lógica entre todos los elementos básicos de la investigación.				✓	
	8.CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.				✓	
	9.COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables.				✓	
	10.METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				✓	

### II. PROMEDIO DE VALORACION:

75%

### III. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

Procede su aplicación

Debe corregirse

  
 Dr. Mag. Juan Felipe Rodríguez Parco  
 DNI: 6027712165

**I. DATOS GENERALES**

**Título del Proyecto de investigación:** "APLICACIÓN DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA MARCA PER RAPID 10 Y NIVEL DE EFECTIVIDAD EN CONCRETOS APLICABLES A ZONAS DE LA REGIÓN MADRE DE DIOS, 2017"

**Nombre del Instrumento:** ficha de evaluación de "APLICACIÓN DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA MARCA PER RAPID 10 Y NIVEL DE EFECTIVIDAD EN CONCRETOS APLICABLES A ZONAS DE LA REGIÓN MADRE DE DIOS, 2017"

Investigador: RONY SAPACAYO PELAIZ

CRITERIO	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelentes
			0-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
FORMA	1.REDACCION	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios.				X	
	2.CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje apropiado.				X	
	3.OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.				X	
CONTENIDO	4.ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				X	
	5.SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y profundidad.				X	
	6.INTENCIONALIDAD	El instrumento mide en forma pertinente las variables de investigación.				X	
ESTRUCTURA	7.ORGANIZACION	Existe una organización lógica entre todos los elementos básicos de la investigación.				X	
	8.CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.				X	
	9.COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables.				X	
	10.METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	

II. **PROMEDIO DE VALORACION:**

75%

III. **LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:**

Procede su aplicación   
 Debe corregirse

Dr.: Rony Sapacayo P.  
 DNI: 7214326