



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

“Efecto del Aditivo Chema en la Resistencia del Concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  
Anexo Simpapata Distrito de Ayacucho-Huamanga-Ayacucho”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Bach. Jorge Yupanqui, Virgilio (ORCID: 0000-0003-4003-5569)

Bach. Huamani Huamantoma, Emir (ORCID: 0000-0002-9067-3596)

**ASESOR:**

Mg. Castillo Chavez, Juan Humberto (ORCID: 0000-0002-4701-3074)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**TRUJILLO – PERÚ**

**2021**

## AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial al **Ing. Rolando A. Huallanca De La Cruz (Jefe de Laboratorio Suelos y Concreto)**, por la colaboración y apoyo brindado para llevar adelante el presente proyecto.

A los amigos de la Escuela Formación Profesional de Ingeniería Civil y a todos los que me apoyaron en la realización del presente proyecto de tesis.

A mis hijas(o), mi esposa, a mis padres, hermanos y a todos nuestros compañeros y amigos que de alguna forma me ayudaron en la culminación de este trabajo.

A mis compañeros del Área de Unidad de Estudios y Proyectos de la Municipalidad Provincial de Huamanga, por darme el ánimo y apoyo moral para la elaboración del presente proyecto.

## DEDICATORIA

A mi padre Maximiliano Jorge, quien desde cielo me ilumina para lograr mis objetivos.

Con inmensa gratitud a mi madre María Luisa Yupanqui, quien me brinda amor y apoyo de padre y madre.

A mi esposa e hijos, por ser el mayor motivo e inspiración para realizar cada una de mis metas, inclusive las más importantes.... (?)

A mis hermanos(as) por sus sabios consejos de superación por darme su apoyo y comprensión para seguir adelante.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

---

	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv-vi
Índice de tablas	xii-xiii
Índice de figuras	ix-x
Resumen	xi
Abstract	xii
<b>I. GENERALIDADES</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Ubicación de la investigación</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.2 Antecedentes internacionales</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.3 Antecedentes nacionales</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.4 Antecedentes locales</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2 Revisión bibliográfica</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.1 Cemento portland</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.1.1 Clasificación del cemento portland</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.1.2 Propiedades físicas del cemento portland tipo I</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.2 Concreto</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2.2.1 Materiales que compone el concreto</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2.2.2 Tipos de concreto</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.3 Agua</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.3.1 Requerimientos que debe cumplir el agua para su uso</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.4 Agregados para el concreto</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2.4.1 Clasificación de los agregados</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2.4.2 Características físicas de los agregados</b> .....	<b>27</b>
<b>2.2.4.3 Análisis granulométrico</b> .....	<b>29</b>
<b>2.2.4.4 Módulo de fineza</b> .....	<b>31</b>

2.2.5	<b>Aditivos:</b> .....	31
2.2.5.1	<b>Fines para el empleo de aditivos</b> .....	31
2.2.5.2	<b>Tipos de aditivos</b> .....	32
2.2.5.3	<b>Aditivos chema de uso común</b> .....	33
2.2.6	<b>Diseño de mezcla de concreto:</b> .....	34
2.2.6.1	<b>Parámetros básicos para el diseño de mezcla</b> .....	34
2.2.6.2	<b>El agua para el curado de concreto</b> .....	35
2.2.6.3	<b>Resistencia a la compresión del concreto</b> .....	38
2.2.6.4	<b>Rigidez del concreto a edades tempranas</b> .....	39
<b>III.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>40</b>
3.1	<b>Periodo del trabajo de investigación</b> .....	40
3.2	<b>Tipo y diseño de la investigación</b> .....	40
3.2.1	<b>Tipo de la investigación</b> .....	40
3.2.2	<b>Diseño de la investigación</b> .....	40
3.3	<b>Población y muestra</b> .....	41
3.4	<b>Recursos, equipos y herramientas requeridos en la investigación</b> .....	41
3.4.1	<b>Recurso humano:</b> .....	41
3.4.2	<b>Materiales</b> .....	41
3.4.3	<b>Maquinas en laboratorio</b> .....	42
3.4.4	<b>Equipos, herramientas utilizados en laboratorio y en campo</b> .....	42
3.5	<b>Procedimientos para el proceso de la investigación</b> .....	42
3.5.1	<b>Procedimientos</b> .....	43
3.5.1.1	<b>Acopio de agregado grueso y fino en la chancadora “La moderna rio cachi”</b> . 43	
3.5.1.2	<b>Desarrollo diseño de mezcla</b> .....	44
3.5.1.3	<b>Elaboración de especímenes del concreto</b> .....	49
3.5.1.4	<b>Ensayo de consistencia del concreto (Slump)</b> .....	56
3.5.1.5	<b>Curado de especímenes del concreto</b> .....	57
3.5.2	<b>Parámetros variables en elaboración del concreto</b> .....	58
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>60</b>
4.1	<b>Cualidades físicas de los agregados</b> .....	60
4.1.1	<b>Particularidades físicas de arena gruesa</b> .....	60
4.1.2	<b>Curva granulométrica de arena gruesa</b> .....	60
4.1.3	<b>Particularidades físicas del agregado grueso</b> .....	61

4.1.4	Curva granulométrica del agregado grueso .....	62
4.2	Diseño de mezcla.....	62
4.2.1	Dosificación de mezcla A patrón (M1).....	62
4.2.2	Dosificación de mezcla B con Chema Plast (M2).....	63
4.2.3	Dosificación de mezcla C con Chema Plast + Chema Plast (M3).....	64
4.3	Análisis de ensayo de concreto en estado fresco. ....	64
4.3.1	Asentamiento del concreto fresco (Slump) .....	64
4.3.1.1	Mezcla A muestra (M1) en estado fresco.....	64
4.3.1.2	Mezcla B con Chema Plast muestra (M2) en estado fresco .....	66
4.3.1.3	Mezcla C con Chema Estruct muestra (M3) en estado fresco .....	67
4.4	Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión.....	68
4.4.1	Evaluación promedio de la resistencia a la compresión para las edades 3, 7, 14 y 28 días en las muestras M1, M2 y M3. ....	68
4.4.1.1	Ensayo de compresión probeta de concreto en la muestra M1.....	69
4.4.1.2	Ensayo de compresión probeta de concreto en la muestra M2.....	70
4.4.1.3	Ensayo de compresión probeta de concreto en la muestra M3.....	71
4.4.2	Límite de inclinación a ensayos de compresión con antigüedades de 3, 7, 14 y 28 días en las muestras M1, M2 y M3. ....	72
4.4.2.1	Límite de inclinación a ensayos de compresión - muestra M1. ....	72
4.4.2.2	Límite de inclinación a ensayos de compresión - muestra M2. ....	73
4.4.2.3	Límite de inclinación a ensayos de compresión - muestra M3. ....	73
4.4.3	Límite comparativo de inclinación a ensayo de compresión con antigüedades 3, 4, 14 y 28 días en las muestras M1, M2 y M3. ....	74
V.	<b>DISCUSIÓN</b> .....	75 5.1
	Discusiones .....	75 VI.
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	77 6.1
	Conclusiones .....	77
VII.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	79
7.1	Recomendaciones .....	79
	<b>REFERENCIAS</b> .....	880.
	<b>ANEXOS</b> .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Valores disimiles y tipologías de cemento.....	07
Tabla N° 2. Tiempo de fraguado del Cemento Portland Tipo I Andino.....	19
Tabla N° 4. Valores máximos permisibles de sustancias existentes en el agua.....	22
Tabla N° 5. Límites de granulometría según el A.S.T.M.....	24
Tabla N° 6: “Límites granulométricos para agregado grueso según las Normas NTP 400.037 y ASTM C 33”.....	26
Tabla N° 7: Tamices Estándar ASTM.....	30
Tabla N° 8: Valores estimados estandarizadas de agua para el diseño de mezcla, en relación de asentamiento del concreto y tamaño máximo de los agregados.....	34
Tabla N° 9: Resistencia a la compresión promedio.....	35
Tabla N° 10: Resistencia Promedio.....	44
Tabla N° 11: Asentamiento de concreto.....	45
Tabla N° 12: Asentamientos para distintos tipos de construcción.....	45
Tabla N° 13: Asentamiento, tamaño máximo del agregado y cantidad de agua para mezcla.....	46
Tabla N° 14: Contenido de aire atrapado.....	46
Tabla N° 15: Relación a/c (agua-cemento) por resistencia.....	47
Tabla N° 16: Máxima relación agua-cemento permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición.....	47
Tabla N° 17: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto...	48
Tabla N° 18: Proporciones por bolsa de cemento en peso.....	49
Tabla N° 19: Dosificación de materiales requeridos para las muestras.....	50
Tabla N° 20: Dosificación de materiales para 6.33 kg de cemento.....	51
Tabla N° 21: Resumen de las propiedades físicas del agregado fino.....	60
Tabla N° 22: Resumen de las propiedades físicas del agregado grueso.....	61
Tabla N° 23: Dosificación de concreto por m <sup>3</sup> para una resistencia F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> .....	63
Tabla N° 24: Dosificación de concreto F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> por saco para la muestra M1 .....	63

Tabla N° 25: Dosificación de concreto $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> por saco para la muestra M2	63
Tabla N° 26: Dosificación de concreto $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> por saco para la muestra M3	64
Tabla N° 27: Ensayo de compresión de las probetas con una antigüedad de tres días.	68
Tabla N° 28: Ensayo de compresión de las probetas con una antigüedad de siete días.	68
Tabla N° 29: Ensayo de compresión de las probetas con una antigüedad de catorce días.	69
Tabla N° 30: Ensayo de compresión de las probetas con una antigüedad de veinte ocho días.	69
Tabla N° 31: Ensayo de compresión de la muestra M1 con una antigüedad de tres días.	69
Tabla N° 32: Ensayo de compresión de la muestra M1 con una antigüedad de siete días.	69
Tabla N° 33: Ensayo de compresión de la muestra M1 con una antigüedad de catorce días.	70
Tabla N° 34: Ensayo de compresión de la muestra M1 con una antigüedad de veinte ocho días.	70
Tabla N° 35: Ensayo de compresión de la muestra M2 con una antigüedad de tres días.	70
Tabla N° 36: Ensayo de compresión de la muestra M2 con una antigüedad de siete días.	70
Tabla N° 37: Ensayo de compresión de la muestra M2 con una antigüedad de catorce días.	70
Tabla N° 38: Ensayo de compresión de la muestra M2 con una antigüedad de veinte ocho días.	71
Tabla N° 39: Ensayo de compresión de la muestra M3 con una antigüedad de tres días.	71
Tabla N° 40: Ensayo de compresión de la muestra M3 con una antigüedad de siete días.	71
Tabla N° 41: Ensayo de compresión de la muestra M3 con una antigüedad de catorce días.	71
Tabla N° 42: Ensayo de compresión de la muestra M1 con una antigüedad de veinte ocho días.	71



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Mapa del Perú.....	05
Figura N° 2: Departamento de Ayacucho.....	05
Figura N° 3: Provincia de Huamanga.....	05
Figura N° 4: Ubicación de la zona de investigación y lugar donde se obtuvieron los agregados.....	05
Figura N° 5: Tamices Standard ASTM, % Pasante y %Retenido.....	30
Figura N° 6. Hidratación de la partícula del cemento.....	36
Figura N° 7. Influencia del curado sobre la resistencia potencial del concreto.....	36
Figura N° 8. Agrietamiento del concreto por la evaporación de agua.....	37
Figura N° 9: Cantera piedra chancada.....	44
Figura N° 10: Cantera de arena.....	44
Figura N° 11: Maquinarias, equipos y materiales para el inicio de elaboración de muestras.....	50
Figura N° 12: Molde cilíndrico para probetas (15cm x 30cm).....	52
Figura N° 13: Mezcla para probetas.....	52
Figura N° 14: Primera capa de compactado en la probeta.....	53
Figura N° 15: Varilla lisa de Ø 5/8”.....	53
Figura N° 16: Martillo con cabeza de goma.....	53
Figura N° 17: Segunda capa de compactado en la probeta.....	54
Figura N° 18: Tercera capa de compactado en la probeta.....	55
Figura N° 19: Etiquetado en las probetas.....	55
Figura N° 20: Slump de concreto sin aditivo.....	57
Figura N° 21: Slump de concreto con aditivo.....	57
Figura N° 22: Proceso del curado de los especímenes.....	57
Figura N° 23: Línea de ascendiente del curado en la resistencia a compresión del concreto.....	58
Figura N° 24: Flujograma del desarrollo del trabajo de investigación.....	59
Figura N° 25: Curva granulométrico del agregado fino.....	61
Figura N° 26: Curva granulométrico del agregado grueso.....	62

Figura N° 27: Mezcla A muestra M1 del concreto $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en estado fresco sin aditivo.....	65
Figura N° 28: Slump de concreto $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> sin aditivo, muestra M1.....	65
Figura N° 29: Mezcla B muestra M2 del concreto $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en estado fresco con aditivo.....	66
Figura N° 30: Slump de concreto $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con aditivo, muestra M2.....	66
Figura N° 31: Mezcla C muestra M3 del concreto $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en estado fresco con aditivo.....	67
Figura N° 32: Slump de concreto $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con aditivo, muestra M3.....	67
Figura N° 33 y 34: Prueba de roturas a la compresión de las muestras M1, M2 y M3. .....	72
Figura N° 35: Ensayos de compresión con antigüedades 3, 7, 14 y 28 días de M1 .....	72
Figura N° 36: Ensayos de compresión con antigüedades 3, 7, 14 y 28 días de M2 .....	73
Figura N° 37: Ensayos de compresión con antigüedades 3, 7, 14 y 28 días de M3 .....	73
Figura N° 38: Ensayos de compresión con antigüedades 3, 7, 14 y 28 días, para M1, M2 y M3.....	74

## RESUMEN

El presente trabajo, es una investigación sobre el efecto de los aditivos Chema en la resistencia del concreto, del cual se ha realizado una síntesis descriptiva, se ha aplicado lecturas de concentración, se ha investigado en libros físicos, libros electrónicos, revistas, entrevistas y páginas de internet. Por lo tanto, se dio importancia el empleo de los aditivos en el concreto. Pero muchos no lo utilizan por la falta de desconocimiento e investigación, piensan que es muy cara, siendo en realidad más barata para la obra. Los aditivos mejoran la calidad de la construcción, aportando propiedades especiales al concreto fresco o endurecido, por ejemplo en las zonas de la Sierra del Perú, donde se producen cambios bruscos por efecto de los factores climático como el deshielo, así como alternancias de temperatura que inducen fases de temperatura cálido y frío en un tiempo corto, es necesario el empleo de aditivos incorporadores de aire y acelerantes de fraguado para conjurar estos efectos, adicionalmente a las consecuencias no investigadas aún de la implicancias de la altura en el comportamiento del concreto (rajaduras, agrietamientos); en la selva sería importante utilizar los aditivos impermeabilizantes, pues llueve mucho y a la vez que es muy caliente el clima, para contrarrestar todo ello y la humedad en el concreto. Usar los aditivos en líquidos de cualquiera de las marcas que hay en el mercado del Perú.

El trabajo de investigación tiene como propósito fundamental determinar el efecto de los aditivos Chema, para lograr una resistencia especificada de 210 kg/cm<sup>2</sup> y cuyos resultados han sido comparados con las características de un concreto, en la que se realizó las pruebas en los siguientes testigos. Concreto F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> sin ningún tipo de aditivo denominado Muestra M1 mezcla patrón, Concreto F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo plastificante denominado Muestra M2 y Concreto F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo acelerante de fragua denominado Muestra 03 M3.

**Palabras claves:** resistencia a compresión, efectividad de aditivo plastificante, acelerante de fragua, propiedades físicas, componentes, edad de concreto.

## ABSTRACT

The present work is an investigation on the effect of Chema admixtures on the strength of concrete, of which a descriptive synthesis has been made, concentration readings have been applied, research has been done in physical books, electronic books, magazines, interviews and internet pages. Therefore, importance was given to the use of admixtures in concrete. But many do not use it because of lack of knowledge and research, they think it is very expensive, being actually cheaper for the work. The additives improve the quality of the construction, providing special properties to the fresh or hardened concrete, for example in the zones of the Peruvian Sierra, where abrupt changes are produced by effect of the climatic factors as the thaw, as well as alternations of temperature that induce phases of warm and cold temperature in a short time, it is necessary the use of air incorporating additives and setting accelerators to conjure these effects, in addition to the consequences not investigated yet of the implications of the height in the behavior of the concrete (cracks, cracking); In the jungle it would be important to use waterproofing admixtures, since it rains a lot and at the same time the climate is very hot, to counteract all this and the humidity in the concrete. Use liquid admixtures of any of the brands available in the Peruvian market.

The main purpose of the research work is to determine the effect of Chema additives, to achieve a specified resistance of 210 kg/cm<sup>2</sup> and whose results have been compared with the characteristics of a concrete, in which the tests were carried out in the following witnesses. Concrete F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> without any type of admixture called Sample M1 standard mix, Concrete F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> with plasticizing admixture called Sample M2 and Concrete F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> with setting accelerating admixture called Sample 03 M3.

**Keywords:** compressive strength, effectiveness of plasticizing admixture, setting accelerator, physical properties, components, age of concrete.

## **I. INTRODUCCIÓN.**

### **1.1 Introducción.**

El concreto tradicionalmente se mezcla con: piedra, arena, cemento y agua. Que, en diversas obras pequeñas, medianas y auto construcciones en las viviendas fueron ejecutadas con el empleo de concreto convencional; en el presente se avanzó en la innovación industria tecnológica, descubren una serie de productos que modifica sus propiedades del concreto sin la necesidad de incrementar el agua. El concreto recientemente fresco para ser colocados en su destino deberá poseer las propiedades de consistencia, trabajabilidad y fluidez; que en cuantiosas veces por la proporción del diseño de mezcla no se logra obtener estas características mencionadas. Comúnmente en las obras de autoconstrucción se práctica el mal hábito de incrementar agua, para hacer trabajable o mejorar las propiedades del concreto, con este hecho incorrecto en la ejecución de obras solo obtendrán, concretos de baja resistencia a la compresión lo cual no es recomendable a la hora de su ejecución, que generalmente se comete estos errores por el desconocimiento de la existencia de los productos que ayuda el desarrollo del concreto. El éxito de usar aditivos. depende como se utilizan los acelerantes de un producto apropiado Que, aun en nuestra realidad se desconoce las propiedades físicas mecánica de los aditivos, al ser incorporados al concreto en el proceso de la preparación posee aspectos que ayuda en su constitución del concreto.

Los materiales que compone en el concreto deben ser bajo la responsabilidad del personal técnico en el lugar de trabajo o laboratorio de mecánica, con un conocimiento previo uso de los materiales a mezclar con el concreto apropiado y lograr el objetivo que espera en el futuro, con cualidades de consistencia, duradero y trabajable.

Definitivamente, la dosificación correcta será el éxito del uso de los aditivos; por lo tanto, es necesario estar informado de todos los trabajos ejecutados para mantener la seguridad de todos los planteamientos por los expertos en la materia.

En el Departamento de Ayacucho, Provincia de Huamanga Distrito de Ayacucho, el concreto de  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  es el más común de uso frecuente en las construcciones de edificación, pavimentos, hidráulicos, saneamientos, etc., que muchas veces por el desconocimiento de la importancia de los aditivos se ejecuta de manera convencional. Por tanto, en el presente trabajo de investigación, se determinará los efectos positivos del aditivo Chema Plast y Chema Estructura en la firmeza a la compresión del concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en el estado fresco y endurecido en las edades de 3,7,14 y 28 días, con el uso del agregado de la chancadora la Moderna de Rio Cachi.

La dificultad de uso de aditivos en el concreto, es que la resistencia a la compresión del concreto endurecido se determina a posterior de un fin de la meta, es decir después de haber vaciado las estructuras o elementos estructurales de concreto simple, concreto armado u otro tipo de concreto; cuando el concreto ya endureció normalmente, después de los 28 días, cuando se rompen las probetas de concreto.

¿Cuáles son los niveles de certeza o efecto de los aditivos de Chema Plast (plastificante) y Chema Estructural (acelerante de fragua) en la resistencia de concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco y endurecido.

¿Cómo afecta los aditivos en el proceso de preparación y en el comportamiento a futuro, cuando se somete cargas en las diferentes edades de desarrollo?

Específicamente se tienen los siguientes problemas: ¿Cómo afecta el aditivo Chema plastificante en el protocolo de preparación y resistencia al aplastamiento del concreto en futuro? y ¿Cómo afecta el aditivo Chema acelerante de fragua con respecto al tiempo, frente al aplastamiento del concreto?

La investigación del presente proyecto, es importante porque en la actualidad en la mayoría de las obras independientes y obras de pequeñas envergaduras desconocen las propiedades de los aditivos en el concreto. Por lo que, será propicio establecer la firmeza al aplastamiento del concreto endurecido con y sin la incorporación de los aditivos. Esta información ya no es tan útil como tener la

misma información (Abrams, 1920) pero en el mismo instante en que el concreto aun fresco y puede solucionarse el problema de una resistencia menor.

La agregación del aditivo Chema durante el proceso de preparación de concreto y en la etapa de endurecimiento tiene un efecto positivo en la firmeza al aplastamiento del concreto.

Específicamente se tiene las siguientes hipótesis La mezcla con la incorporación de aditivo Chema Plast, presenta un concreto consistente con asentamiento alto, más fluida con mayor grado de trabajabilidad y La mezcla con la incorporación de aditivo Chema Estruct y Chema Plast acelera y reduce el tiempo de fraguado, con el despliegue de un concreto consistente con asentamiento alto, más fluida con mayor grado de trabajabilidad, optimizando el periodo del proceso constructivo en los diferentes tipos de obra.

El principal objetivo de la tesis es Comprobar el efecto de los aditivos Chema en la firmeza al aplastamiento del concreto. Y específicamente se requiere Determinar la firmeza a la compresión del concreto (patrón sin aditivos), para periodos de 3, 7, 14 y 28 días de edad, Determinar el efecto de los aditivos Chema plastificante en la resistencia al aplastamiento del concreto, a periodos de 3, 7, 14 y 28 días de edad y Determinar el efecto de los aditivos Chema acelerante de fragua en la firmeza al aplastamiento del concreto, a periodos de 3, 7, 14 y 28 días de edad.

El proceso de la elaboración de la mezcla en las grandes ciudades, obras públicas y privadas de gran, mediana y pequeña envergadura, se practican el uso de aditivos indudablemente. Mediante esta labor obtienen mezcla con ciertas características convenientes en estado fresco y resistentes en estado endurecido. Sin embargo, por la indisponibilidad y desconocimiento de la propiedad que posee el aditivo, en las Provincias y Distritos del Departamento de Ayacucho e inclusive en la ciudad en autoconstrucciones no se emplean este producto. Por lo

que, bajo la premisa del contexto se inicia comprobar las hipótesis planteadas, con el aprovechamiento los áridos de la chancadora “La Moderna Rio Cachi”, lo mismo se formula comprobar las propiedades físicas de los aditivos Chema Plast y Estruct, el enunciado se lleva a cabo en un diseño de mezcla patrón al concreto de mayor demanda en el distrito de Ayacucho a una resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Se desarrolla por la guía de descripciones y técnicas tomadas como parámetro principal del tipo de concreto, logrando expresar mediante una curva el comportamiento en su período endurecido normal y la incorporación de aditivos.

La investigación realizada se aprovechará como guía e informe para el distrito de Ayacucho, para las obras públicas y privadas, para ello el uso del agregado de la cantera “La moderna Rio Cachi”, con la combinación del agua/cemento y aditivos Chema siendo el resultado en la labor final.

Este trabajo de investigación estudiara el efecto de los aditivos plastificante y acelerante de fragua sobre el concreto, relacionando a su firmeza como aplastamiento y elaborando el diseño de mezcla con aditivos Chema en el tiempo de endurecimiento. Paralelamente realizar el ensayo de roturas de las probetas del concreto, con el propósito de brindar la información en las construcciones diversas, ya se estaría contribuyendo con el conocimiento y aplicación del aditivo a emplearse en la sierra del Perú, además permitiendo tener un mayor criterio, beneficio y utilizando al respecto con un eficiente rendimiento y durabilidad del concreto.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Ubicación de la investigación.

#### 2.1.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación.

El trabajo de investigación se realizó en el Anexo de Simpapata distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho. La cual se halla ubicada a 30.0 minutos de recorrido con camioneta o con cualquier colectivo desde la ciudad de Ayacucho, se tiene las siguientes coordenadas UTM 8554003.71 N y 579408.08 E, ubicada en una altitud de 2436 m.s.n.m.

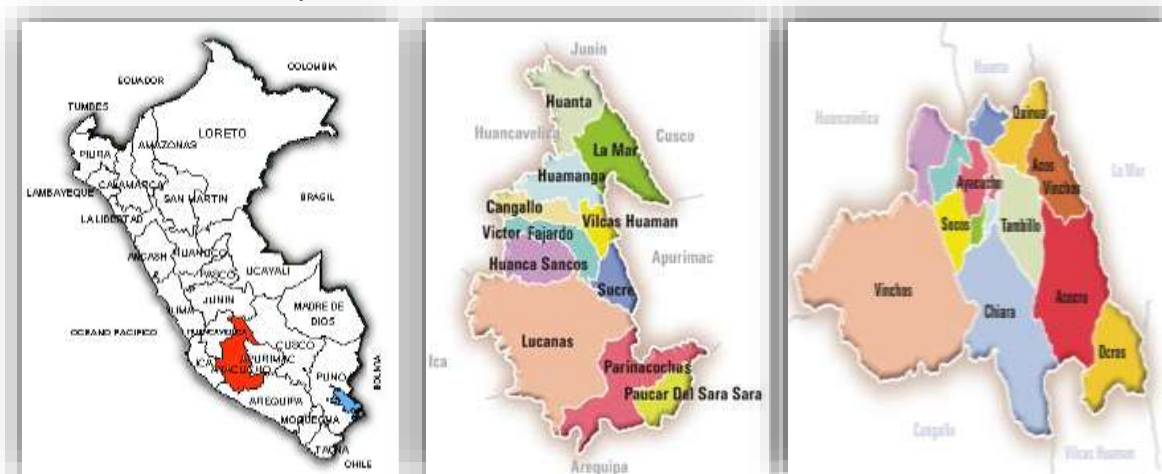


Figura N° 1: Mapa del Perú

Figura N° 2: Depart. de Ayacucho

Figura N° 3: Prov. del Huamanga



Figura N° 4: Ubicación de la zona de investigación y lugar donde se obtuvieron los agregados

Los materiales de piedra chancada y arena gruesa para la fase de indagación se obtuvieron muestra en la chancadora “LA MODERNA RIO CACHI” ubicado al noroeste del Anexo de Simpapata, en la orilla del Rio Cachi, distrito de Ayacucho-Huamanga-Ayacucho. Situada entre las coordenadas UTM 8554482.57 N y 578744.38 E, y en una altura de 2424 m.s.n.m.

### **2.1.2 Antecedentes internacionales.**

Se toma como primera referencia el contexto, en donde fundamenta el objetivo de la investigación y menciona que.

Investigación es realizar las diferencias de resistencia que se hace al momento de la rotura de la probeta; utilizando dos formas para poder obtener la resistencia que vienen a ser aditivo plastificante y acelerante a edades 7, 14 y 28 día y así para comparar las resistencias . (Ochoa & Bocanegra, 2017, pág. 10).

En la que se obtuvo mejor resultado en el diseño utilizando el aditivo reductor de agua (plastificante), en pruebas de rotura para edades de 7, 14 y 28 días de su desarrollo, este proceso realizó basándose en un patrón de diseños de mezcla de  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión.

R. En su investigación hace la comparación de cemento de tipo I y tipo III para ver la resistencia de comparación del concreto utilizando aditivos acelerante y retardante, concluye lo siguiente.

Para la mejor obtención del concreto es de mucha importancia que los expertos en la ingeniería deben seguir los diseños de mezcla del mismo modo deben respetar las normas como también las especificaciones para garantizar la calidad del concreto .

Para el fraguado inicial y final se debe tener en consideración los tiempos para mezclar, transportar, colocar y por último se debe vibrar, afinar el concreto del mismo modo se debe curarlo para llevarlo al laboratorio.

“La dosificación de los aditivos debe aplicarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante, pues la utilización de cantidades excesivas y mínimas de las recomendaciones no se llega a la resistencia deseada del concreto”. (Castellon & De la Osa, 2013, pág. 102)

Los aditivos acelerantes en estudios comparativos de resistencia a presión del concreto en Cartagena de indias que hacen la resistencia de Tipo I y Tipo III donde plantean que la producción de concreto y la eficacia de los resultados que tiene dicho material son muy óptimos para usarlo y es de mucha importancia que los ingenieros deben seguir el diseño establecido de la mezcla como también seguir las reglas para que pueda garantizar la buena calidad del concreto.

El autor afirma lo siguiente. El cemento Tipo III desarrolla altas firmezas a períodos tempranos, debido a que, aunque en sus propiedades físicas es equivalente al Tipo I, su estructura química es diferente a las además sus partículas han sido molidas más finamente; influir también por el alto porcentaje de C3S como se puede observar en la siguiente tabla 01.

que en la fase inicial el cemento de tipo III desarrolla alta firmeza, esto se debe que sus propiedades físicas que son equivalentes al cemento de tipo I. sus componentes químicos son diferentes a sus partículas triturada finamente; esto se debe al porcentaje C3S como se muestra en la tabla 1.

Tabla N° 1: Valores disimiles y tipologías de cemento

cemento	Composición química en %			
	C3S Silicato tricalcico	C2S Silicato Di cálcico	C3A Aluminio Tricalcico	C4AF Ferroaluminato tetracalcico
Tipo I	48	25	12	8
Tipo II	40	35	5	13
Tipo III	62	13	9	8
Tipo IV	25	50	5	12
Tipo V	38	37	4	9

Fuente: libro tecnología de concreto y mortero

**“Análisis Experimental del Uso de un Aditivo Reductor de Agua de Alto Rango y Retardante, para el Control de la Consistencia y Resistencia del Concreto Hidráulico Utilizado en Carreteras.”**

Tesis para conseguir el título de Ingeniero Civil. Universidad del Salvador facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Ingeniería Civil- Quito, cuyo objetivo es obtener información de las peculiaridades y características del cemento, agregado fino, agregado grueso, el agua y el aditivo a utilizar en la investigación, para verificar su calidad y al mismo tiempo, emplearla en el diseño de las mezclas (Garcia & Guerrero, 2009, pág. 42)

Los concretos elaborados con aditivo Tipo G y cemento ASTM C1157 Tipo HE, superaron la fuerza o resistencia establecida a la compresión a la edad de 28 días. Obteniendo, un valor promedio de 255.2 y 307.1 kg/cm<sup>2</sup>, para los concretos diseñados con 210 y 250 kg/cm<sup>2</sup>., respectivamente. Al emplear una tasa de dosificación del aditivo de 175 ml/bolsa de cemento y las reducciones en el agua de mezclado del 12, 20 y 30%, se observó, que todas las mezclas diseñadas con estas características, cumplieron las resistencias a compresión especificadas a 28 días de edad. Por lo que se concluye, que estas combinaciones son adecuadas, para obtener resultados satisfactorios en la Resistencia a la Compresión del concreto . (Garcia & Guerrero, 2009, pág. 42)

Los mayores resultados obtenidos en este ensayo, fueron de 263.8 kg/cm<sup>2</sup>, para la mezcla elaborada con la tasa de dosificación del aditivo de 175 ml/bolsa de cemento, la reducción en el agua de mezclado del 30% y la Resistencia a la Compresión de 210 - 344 kg/cm<sup>2</sup> y de 323.7 kg/cm<sup>2</sup>, para la mezcla elaborada con la tasa de dosificación del aditivo de 175 ml/bolsa de cemento, la reducción en el agua de mezclado del 30% y la Resistencia a la Compresión de 250 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que se concluye, que los mejores resultados a compresión para esta tasa de dosificación, se obtendrán, utilizando las mayores reducciones en el agua de mezclado (30%). Los valores de desviación estándar (S) obtenidos a edades de 3, 7, 14, 28 y 56

días, para las primeras nueve mezclas, oscilaron entre 10.2 y 26.2 kg/cm<sup>2</sup> y entre 9.8 y 24.7 kg/cm<sup>2</sup> . (Garcia & Guerrero, 2009, pág. 43)

En el trabajo de investigación “Influencia del hidróxido de calcio en la curación autógena de materiales a base de cemento expuestos a diferentes ambientes de exposición” manifiesta. La fluidez y plasticidad del hormigón debe mantenerse durante el desplazamiento a la obra, evitando posibles cambios en las propiedades. Cuando hay cambios, deben corregirse con agua o aditivos plastificantes. Por tanto, este artículo tiene como objetivo evaluar las propiedades de fluidez y característica de resistencia del hormigón . (Maciel, Coelho, & Pereira, 2020, pág. 01)

Para ello, se produjeron hormigones con fck de 25MPa y consistencia S50. El análisis de los resultados se realizó a partir de tres experimentos realizados, uno sin la corrección del Slump Test, con el segundo se comprueba la consistencia a los 60, 120 y 150 minutos, inmediatamente después de preparar la mezcla. La tercera, la verificación consiste en el hormigón con las mismas comprobaciones que la segunda, pero con la adición del aditivo plastificante. Los resultados obtenidos muestran que en la línea de referencia hubo una minimización de la consistencia 64% en el transcurso de 150 minutos. La resistencia a la compresión promedio disminuyó con el tiempo, mientras se agregaba agua. Por tanto, la resistencia característica se redujo en una media del 7,25% en relación con el hormigón. sin la corrección de Slump. Sin embargo, para el hormigón con un aditivo, la resistencia media aumentó en 16,52% durante los 150 minutos. Esto se refiere a que el uso de aditivos en los porcentajes analizados favorece la ganancia de resistencia del hormigón. Por otro lado, al agregar agua, el hormigón pierde resistencia. Por tanto, el uso de agua para corregir el caudal no es lo ideal, ya que cambia la resistencia final del hormigón . (Maciel, Coelho, & Pereira, 2020, pág. 01)

En el trabajo de investigación “Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante” manifiesta. La utilización de concreto elaborado con materiales reciclados permite tener una alternativa en la optimización y disminución considerable de recursos durante el proceso de fabricación de los componentes . Se evaluaron las resistencias a compresión y flexión en concreto de 210 Kg/cm<sup>2</sup> modificado con aditivo plastificante a edades 7, 14 y 28 días, usando en su composición caucho reciclado de 5, 10 y 15%. Se incluyeron tres grupos experimentales, con aditivo plastificante y caucho reciclado, y dos grupos control, con aditivo plastificante y sin él . La resistencia a la compresión logró valores máximos de 218.45 Kg/cm<sup>2</sup> y 212.33 Kg/cm<sup>2</sup> a 5% y 10% de caucho . Para la resistencia a flexión se logró un valor máximo de 81.86 Kg/cm<sup>2</sup> para 10% de caucho . El caucho reciclado demostró ser un excelente agregado a ser empleado en mezclas de concreto a pesar de las pérdidas de resistencia mecánica, pero agregándole aditivo plastificante mejora significativamente haciendo viable su incorporación en el concreto hasta en 10% . Mediante análisis de varianza con significancia de 5%, se concluye que el porcentaje de caucho reciclado tiene efecto significativo en la resistencia a compresión y flexión en la fabricación de concreto modificado con aditivo plastificante . (Farfan & Leonardo, 2018, pág. 01)

En el trabajo de investigación Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero a partir de residuos de fundición manifiesta. El gran volumen de residuos sólidos que generan diariamente las industrias viene provocando un gran daño al medio ambiente, debido al mal destino, la negligencia humana y las grandes áreas ocupadas para su disposición . El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar un estudio para la producción de mezcla de mortero utilizado en la construcción civil, con reutilización de residuos de fundición, tales como escoria de horno de inducción y arena calcinada de macaria, con la adición de resina de polivinilo (cloruro de cloruro de vinilo). (PVC) NORVIC P72HA y un aditivo plastificante líquido (Sulfonol

NSDC) en la composición del mortero donde se pretende reducir la absorción de agua en el material y mejorar sus propiedades físicas y mecánicas . Se realizaron cincuenta probetas de mezcla de mortero, diez de la mezcla de mortero actualmente comercializada y cuarenta de las composiciones propuestas, con el objetivo de su diferenciación mediante ensayos físicos de absorción de agua, porosidad aparente y densidad aparente y ensayo mecánico, donde se evaluó el límite de resistencia a la compresión . De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar que las composiciones propuestas mostraron resultados en los ensayos físicos de un 30% menos de absorción de agua y un 31% menos de porosidad aparente . Los resultados de las pruebas mecánicas estuvieron de acuerdo con las especificaciones de la NBR 89531, debido a que los valores para el mortero, al compararlos con los valores utilizados para el hormigón (con adición de piedra triturada), mostraron propiedades similares al hormigón C20. grupo I de resistencia, para uso en construcción civil. Sin embargo, debido al alto precio de la resina NORVIC P72HA (PVC), su producción aún no es atractiva . Se recomienda, para viabilizar el uso de la resina, realizar un estudio para verificar cuál es la menor proporción de adición de la misma que es capaz de reproducir los resultados de las propiedades físico-mecánicas recomendadas por la literatura . (Rufino & Galdino, 2015)

En el trabajo de investigación Influencia del uso de arena residual de fundición sobre las propiedades en estado fresco y endurecido de las mezclas de cemento, la arena de fundición residual (AFR) consiste en un residuo arenoso de los moldes utilizados en el proceso de fundición de metales . El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar la influencia del uso de AFR en las propiedades del hormigón . Para eso se utilizó cemento CPV-ARI RS, aditivo plastificante, AFR y arena fina, medio natural y triturado . Las propiedades en estado fresco se evaluaron mediante la determinación de consistencia y contenido de aire incorporado . “En estado endurecido, se evaluó la resistencia a la compresión axial . Los

resultados indicaron que el uso de AFR resulta en un aumento del contenido de aire incorporado, agrietamiento por reacciones expansivas y la consecuente reducción de la resistencia . Para investigar el origen de las tendencias observadas, se realizó un estudio complementario utilizando AFR de diferentes composiciones . Sin embargo, independientemente de la composición utilizada, los resultados indicaron una tendencia similar a la observada anteriormente . Finalmente, considerando los materiales utilizados en esta investigación, se concluye que el uso de AFR en concreto es inadecuado, ya que no solo perjudica la resistencia mecánica, sino también la durabilidad del material . (Da Silva, Tochetto, & Oliveira, 2011)

Esta investigación experimental se realizó con el objetivo de implementar materiales como la arcilla expandida (también conocida como arlita) y piedra pómez como reemplazo total de los agregados convencionales en la producción de concreto . Los diseños de mezclas fueron desarrollados con arcilla expandida y piedra pómez totalmente saturados y sin saturar . La mezcla consistió de cemento, agua, piedra pómez y arcilla expandida; en algunos casos se emplearon aditivos como fibras de polipropileno, humo de sílice y superplastificante; estos últimos se utilizaron para estudiar el incremento en la resistencia a la flexión y compresión del concreto. Para ello se elaboraron cilindros, viguetas y paneles; se obtuvieron densidades de 1300 a 1500 Kg/m<sup>3</sup> y resistencias a la compresión de 13 a 18 MPa. Acompañados por ensayos de densidad de equilibrio para concretos ligeros, porcentaje de vacíos, absorción capilar y microscopia electrónica de barrido (SEM); con el fin de identificar algunas propiedades de los agregados y el concreto . De esta manera se puede demostrar que la arcilla expandida y la piedra pómez pueden considerarse como una alternativa a los agregados comunes en la producción de concreto en el país . (Baquero, Guiza, & Garcia, 2019)



### **2.1.3 Antecedentes nacionales.**

#### **“Comportamiento del Asentamiento en el Concreto Usando Aditivo Polifuncional Sikament 290N y Aditivo Superplastificante de Alto Desempeño Sika Viscoflow 20E”**

La fabricación o elaboración de concreto con mayor eficiencia de trabajo necesita de una selección minuciosa de los elementos que lo componen como son: uso de aditivos plastificante y aditivos superplastificantes y una rigurosa supervisión de del conjunto de propiedades en todas las etapas de fabricación y manejo . (Warcaya, 2014, pág. 265)

El uso del aditivo es distinto ya que tiene que ser del trabajo en cual se usara. Se realiza en ensayo del slump se ejecuta para poder tener información del asentamiento para lo cual se hace un análisis por un periodo de tres horas en intervalos de 30 min cada uno, donde se pudo observar que el diseño Sikament 1.0% en el cual conservo sus propiedades de trabajo por un lapso de tiempo de mayor duración a los demás diseños, ya que su asentamiento se mantuvo en el rango de 6 y 8 pulgadas . (Warcaya, 2014, pág. 265)

Verifico que el control de asentamiento en el aditivo superplastificante (viscoflow 20E) sostiene sus propiedades de trabajo en manera prolongada en un tiempo de una hora y media, luego va descendiendo, En el caso del aditivo Sikament por pertenecer al tipo G es un retardante y por ello se puede apreciar un lapso de tiempo más prolongado de fraguado en todas sus dosis . (Warcaya, 2014, pág. 266)

“En cuando al análisis de la puesta en práctica de la resistencia a la compresión se examinó que el uso del aditivo Sikament que su aplicación tuvo como resultado un incremento en la resistencia a los 28 días, fue la dosis de 1.5% llegando a una resistencia de 279 kg/cm<sup>2</sup>”. (Warcaya, 2014, pág. 266)

“En la prueba de resistencia a la compresión se observó en la aplicación del aditivo Viscoflow que la exposición tuvo un resultado más eficiente a la resistencia a los 28 días, fue la dosis de 1.5% alcanzando una resistencia de

427 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este el diseño que alcanza la mayor resistencia". (Warcaya, 2014, pág. 266)

### **En la investigación “Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Convencional Usando Agregado Global del Rio Bado Huamachoco- La Libertad y Aditivo Chema 3”**

La consecuencia de la resistencia al uso de aditivo Chema 3 para  $F'c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$  fue elaborada con 3% de aditivo Chema con relación a la mezcla primigenia, con el uso de la estadística se aprecia que hay una diferencia muy relevante entre las mezclas se apreció la modificación y el incremento de la resistencia entre los 7, 14, y 28 días. De lo señalado anteriormente se puede decir que el aditivo Chema 3 trabaja como se esperaba como acelerador de resistencia, permitiendo alcanzar un incremento de la resistencia a temprana edad sin afectar la resistencia de diseño, a los 7 días con un porcentaje de 1.15% ( $217.1 \text{ kg/cm}^2$ ), para 14 días con un porcentaje de 1.05% ( $272.23 \text{ kg/cm}^2$ ), y para los 28 días con un porcentaje de 1.24% ( $301.7 \text{ kg/cm}^2$ ) mayor que sin aditivo la cual también a los 14 días incremento, siendo su resistencia para los 7 días sin aditivo ( $189.13 \text{ kg/cm}^2$ ), para los 14 días ( $258.1 \text{ kg/cm}^2$ ) y para los 28 días ( $242.87 \text{ kg/cm}^2$ ). (Camacho, 2017, pág. 71)

#### **2.1.4 Antecedentes locales.**

##### **“Concreto autocompactante: Diseño, beneficios y consideraciones básicas para su uso en la ciudad de Ayacucho”**

Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Afirma que. cuyo objetivo es de desarrollar los Modos ordenados y sistemáticos de proceder para llegar a un resultado de elaboración de un diseño de concreto con la implementación de conocimientos nuevos como de señala al Concreto Autocompactable (CAC) como una solución para

mejorar el insuficiente paramento de facilidad al trabajo en el momento de realizar el vaciado, en su calidad, tipo de acabados, resistencia, y otros para su posible aplicación en construcción de inmuebles e incluso en obras civiles en general . En la investigación se realizada una revisión el cambio del comportamiento del concreto autocompactante en cuanto al porcentaje de aditivo superplastificante utilizado, debido que este parámetro influye en su microestructura y por lo tanto en sus propiedades resistentes. también tiene en cuenta el análisis de propiedades del concreto cuando se encuentra fresco empleando actividades como son: escurrimiento y embudo en V; así como la propiedad del concreto en estado endurecido como la resistencia a la compresión .

La investigación realizada es del tipo experimental y correlacional, debido a lo siguiente; los ensayos establecidos en concreto, el procesamiento de datos se realizó de acuerdo a un diagrama de flujos. Los resultados se tuvieron de acuerdo a los ensayos practicados, hicieron que se visualice que de acuerdo a lo que se aumenta la cantidad de superplastificante la resistencia a compresión va bajando, siendo el porcentaje con mayor rendimiento de aditivo 1% en peso del cemento, de esta forma se tendrá información exacta todos los datos que se utilizaron para lograr los objetivos trazados con anterioridad, de esta manera se revisó si la justificación se analizó de manera correcta . (Huamani, 2018, pág. 08)

De la misma forma se concluye los siguientes:

En la tesis se llegó a obtener un concreto autocompactable con los elementos obtenidos del Río Cachi, los materiales obtenidos son de buenas condiciones para el concreto. Se observó del análisis que el concreto autocompactante no requiere que se haga un vibrado, ya que debido al peso del mismo concreto se va consolidando y reduce el número de vacíos en relación de un concreto convencional, esta propiedad se puede observar debido a que la densidad del CAC es superior a la del concreto convencional . (Huamani, 2018, pág. 117)

De la aplicación del aditivo superplastificante se tuvo como resultado un concreto autocompactante con una resistencia de  $f'c = 466.50\text{kg/cm}^2$  con un diseño plasmado para un  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  y con óptimas condiciones. Como resultado lo más resaltante fue que es óptimo y de una superior calidad ya que fue mejor que todos los ensayos proyectados cumpliendo con las características técnicas establecidos de la ejecución y también con las características que tiene en un CAC . (Huamani, 2018, pág. 117)

### **“Determinación de la resistencia del concreto simple en tiempo real”**

El objetivo de la tesis fue proyectar en el tiempo la resistencia del concreto; para ello se trata de localizar una actividad particular analítica de la resistencia del concreto que, de acuerdo a las características y cantidades de los elementos de las mezclas del concreto en estado fresco, que se medirán de manera directa y al instante. Para obtener esta actividad particular analítica de la resistencia del concreto, se necesita de una cantidad mayor de información de mezclas de diseño de concreto, utilizando formular matemáticas de la interpolación – extrapolación; se obtiene los gráficos y nomogramas clásicos del Método de Diseño de Mezclas del ACI 211.1, originando una base de datos de mezclas de concreto para una variedad de combinaciones de materiales. Para obtener la función predictiva de la resistencia del concreto estos datos han sido modelados con funciones base usando el Método de los Mínimos Cuadrados Lineales Generalizados; con la solución por el uso de la descomposición del valor singular, para evitar los ceros, es decir, las matrices singulares . (Anyosa, 2018, pág. 11)

En la numeral 1 de las conclusiones concluye lo siguiente: se ha hallado una función que permite determinar en tiempo real la Resistencia del Concreto Requerida y por ende de la Resistencia del Concreto Especificada que se tendría a los 28 días; en función de los insumos y relaciones de la mezcla del concreto fresco. (Anyosa, 2018, pág. 11)

## 2.2 Revisión bibliográfica

### 2.2.1 Cemento portland

El presente compuesto es obtenido del aglomerante hidrófilo y cumple la función unir fragmentos de piedras, que proviene de la calcinación de rocas calizas, arcilla y areniscas. Al humedecer con agua tiene la configuración de pasta, tiene la peculiaridad de endurecerse aun en el agua, como al aire libre. Al mantener contacto con el agua este crea un incremento de la temperatura hacia la parte externa que se denomina calor de hidratación produciendo reacción exotérmica, cuya velocidad de reacción depende de la finura del cemento al contrario siendo proporcional al tiempo, al inicio el proceso es acelerado y va reduciendo conforme al tiempo.

R. "Otra de las definiciones del cemento portland indican como, "un producto finamente molido de Clinker, obtenido por la ebullición a altas temperaturas del horno, de mezclas que contienen silicatos y aluminatos de calcio en proporciones determinadas". (Abanto, 1994, pág. 15)

Para la elaboración de los ensayos del presente trabajo de interés se dará uso del Cemento Portland Tipo I de marca Andino, por la disponibilidad comercial más común en la Ciudad de Ayacucho. Ficha técnica del cemento portland tipo I se adjunta en el anexo B.

#### 2.2.1.1 Clasificación del cemento portland

Según la revisión bibliográfica los cementos portland, se clasifican en cinco tipos, las propiedades mecánicas se encuentran normado en la base de las especificaciones técnicas ASTM C -150 y NTP 334.09. A continuación, se describe a cada una de sus cualidades.

**Tipo I.** Este tipo de cemento tiene uso común, destinado para obras de concreto en general, estas se aplican cuando no se requiere la peculiaridad especificad de otros tipos de cemento. Utilizados en edificios, industriales, etc. El cemento tipo I libera más calor de hidratación que otros tipos.

**Tipo II.** Este tipo tiene la propiedad de resistencia a los sulfatos, es el cemento portland propuesto para obras que tiene relación con suelos ácidos y/o aguas subterráneas, aquellas obras que están exhibidas a la acción moderada de sulfatados o donde se requiera moderada calor de hidratación. Requeridos en la construcción de puentes, tuberías de concreto, portuarios, alcantarillados, perforaciones, etc.

**Tipo III.** Este tipo posee la propiedad de alcanzar la resistencia inicial alta, empleado cuando se requiere antes posible el proceso de desencofrado con la finalidad de optimizar el plazo de ejecución de una obra, utilizados en obras generales.

**Tipo IV.** Este tipo de cemento son empleados, en aquellas obras que demanden un bajo calor de hidratación. Utilizados en mortero de albañilería, pavimentos de hormigón, cimentaciones y otros.

**Tipo V.** Este tipo de cemento se emplea cuando se requiere un concreto con alta resistencia a los sulfatos. Utilizados en la construcción de canales de riego, alcantarillas, estribo de un puente, obras en contacto de suelos ácidos.

**Cemento Portland Puzolánico.** Este tipo de cemento se emplea cuando se requiere obtener una mezcla con elevada resistencia a la agresión de sulfatos. Utilizados en obras de fundación, túneles, canales de riego, muros de contención, piscinas, presas, etc. Todas estas antes mencionada efectúa con las exigencias de la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.009.

Los cementos portland se encuentra en el mercado nacional e internacional, para satisfacer las necesidades en diversas obras.

#### **2.2.1.2 Propiedades físicas del cemento portland tipo I**

Es importante conocer las propiedades más relevantes de cemento, con el objetivo de proyectar el proceso de fraguado y para predecir su comportamiento en el futuro.

**a) Peso específico.**

Se entiende por peso específico la relación que se tiene entre la masa y el volumen unitario de un material, en este caso del cemento Portland Tipo I Andino mantiene un peso específico de 3.15 gr/cm<sup>3</sup>.

**b) Finura.**

La hidratación del cemento dependerá de la finura del mismo, al tener mayor finura este producirá mayor calor de hidratación e inversamente, pero por otro lado una mayor finura genera mayor costo y da lugares a grandes volúmenes en la mezcla. El tipo I de marca Andino tiene una superficie específica de 3610 cm<sup>2</sup>/kg. o 361 m<sup>2</sup>/kg.

**c) Periodo de fragua del cemento.**

Es la magnitud que se requiere durante el protocolo de endurecimiento de la pasta del cemento. Dicho en otro termino, es el periodo que transcurre para el proceso de fraguado del cemento portland tipo I.

Tabla N° 2. Tiempo de fraguado del Cemento Portland Tipo I Andino

METODO DE VICAT	
FRAGUADO	TIEMPO (Horas: Minutos)
Vicat inicial	01h con 54'
Vicat final	04h con 45'

Fuente: Unacem

**d) Estabilidad de volumen.**

Esta posesión física del cemento nos permite controlar la carencia de los materiales expansivos: de cal libre, magnesia libre o sulfato de calcio. el Cemento Portland Tipo I Andino tiene una extensión de 0.02%.

**e) Contenido de aire.**

El contenido de aire en la mezcla se denomina aire atrapado, esta se mide en porcentaje y se realiza el ensayo en morteros. Para el cemento de investigación se tiene 5.08% contenido de aire.

**f) Calor de hidratación.**

Produce por la combinación del cemento con el agua, esta etapa del calor es rápido durante el proceso de fraguado, este proceso se reduce gradualmente

al crearse la hidratación más lenta, hasta alcanzar la estabilidad, este proceso se expresa la porción de calor en calorías por gramo. Cemento Portland Tipo I Andino presente las condiciones que se señalan a continuación:

Tabla N° 3. Calor de hidratación del Cemento Portland Tipo I Andino

Calor de hidratación	
Número de días	(cal/g)
7	64.93
28	80.10

Fuente: Unacem

## 2.2.2 Concreto

Concreto en nuestro medio es la organización de materiales como: ligante (cemento), agregado grueso (piedra chancada o zarandeada), agregado fino (arena) y agua, a esta se puede adicionar el aditivo. El cemento y el agua es un material activo, mientras los agregados son inertes, combinación de estas constituyen el volumen del concreto. Lo mismo define.

“La función de estas es unir las partículas de agregado llenando los vacíos entre sí. Para obtener un buen concreto de buena calidad no basta con el mezclado según las proporciones. Si no también, es necesario conocer los factores que interviene en las fases sucesivas de mezclado, transporte, colocación y curado del mismo”. (Harmsen, 2011, pág. 10).

### 2.2.2.1 Materiales que compone el concreto.

#### a) Ligantes

- Cemento portland
- Agua potable

#### b) Agregados

- Agregado fino: arena
- Agregado grueso: “grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos”. (Abanto, 1994, pág. 12)



### 2.2.2.2 Tipos de concreto.

**a) Concreto simple.** – Se entiende a la combinación de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua en distintas proporciones. “En la mezcla que conforma los agregados deberá estar completamente envueltos por la pasta del cemento, el agregado fino deberá ocupar los vacíos que forma entre el agregado”. (Abanto, 1994, pág. 13)

**b) Concreto armado.** – “Se denomina así al concreto simple cuando este lleva armadura de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto”. (Abanto, 1994, pág. 13)

**c) Concreto estructural.** – “Se denomina así, cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado, de acuerdo a las especificaciones precisas, que garanticen una resistencia mínima pre establecido en el diseño y una durabilidad adecuada”. (Abanto, 1994, pág. 13)

**d) Concreto ciclópeo.** – “Se denomina así al concreto simple que esta complementado con piedras de tamaño máximo de 10”, cubriendo hasta el 30% como máximo, del volumen total”. (Abanto, 1994, pág. 13).

**e) Concretos livianos.** – “Son preparados con agregados livianos y su peso unitario varía desde 1400 a 1700 kg/m<sup>3</sup>”. (Abanto, 1994, pág. 13)

**f) Concretos normales.** – “Son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varia de 2300 a 2500 kg/m<sup>3</sup>, según el tamaño máximo del agregado. El peso promedio es de 2400 kg/m<sup>3</sup>”. (Abanto, 1994, pág. 13)

**g) Concretos pesados.** – “Son preparados utilizando agregados pesados, alcanzando y peso unitario valores entre 2800 a 6000 kg/m<sup>3</sup>. Generalmente se usan agregados como las baritas, minerales de fierro como la magnetita, limonita y hematita”. (Abanto, 1994, pág. 13)

**h) Concretos premezclado.** – “Son aquellos concretos que se dosifican en planta, estas pueden ser mezcladas en la misma mezcladora en grandes cantidades y ser transportado directamente a la obra”. (Abanto, 1994, pág. 14)

i) **Concreto prefabricado.** – “Estas pueden ser concreto simple o armado fabricados, generalmente son estructurales en una ubicación diferentes a su posición final”. (Abanto, 1994, pág. 14)

j) **Concreto bombeado.** – “Esta son transportadas por impulsión de una bomba, a través de tuberías hacia su destino final del concreto”. (Abanto, 1994, pág. 14)

### 2.2.3 Agua

Es el componente líquido importante y esencial en la estructuración de concreto y mortero, estando conexo con la firmeza, el concreto dependerá de agua para su desarrollo y alcanzar la resistencia, durabilidad en estado fresco y endurecido.

#### 2.2.3.1 Requerimientos que debe cumplir el agua para su uso.

El agua que se exige para el concreto, obedecerá estar limpio y que esté libre de materiales contaminantes como del aceite, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otros elementos que consigan ser perjudiciales en concreto o en acero en concretos armados, según los requerimientos mínimos exigidos por la norma ASTM C 1602 y NTP 339.088.

“Para el uso de agua en concreto, debe tenerse en cuenta datos numéricos máximos permisibles de las sustancias existentes que a continuación se indica en la siguiente tabla”. (Abanto, 1994, pág. 21)

Tabla N° 4. Valores máximos permisibles de las sustancias existentes en el agua

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Flavio Abanto C. (Tecnología del concreto)

Bajo estas recomendaciones, para la preparación del concreto en el presente trabajo de interés, se dota el agua potable de la red de distribución del Anexo de Simpapata, tanto en la preparación y curados de los especímenes.

#### **2.2.4 Agregados para el concreto**

Se le denomina agregado a las fracciones de piedra que son inertes y que se mezcla con el material aglomerantes (cemento, cal, etc.) y adicionarse agua constituyen los concretos y morteros.

“La importancia de los agregados radica en que constituyen alrededor de 75% o  $\frac{3}{4}$  unidades del volumen total, conformados básicamente por partículas minerales o combinaciones de diversos materiales, y sus características físicas y químicas influyen, prácticamente en todas las condiciones o características del concreto”. (Pasquel, 1998, pág. 70)

##### **2.2.4.1 Clasificación de los agregados**

Según los parámetros de la Norma ASTM C 33 los agregados se clasifican en dos: frecuentemente conocido en una obra para su empleo.

- ✓ Arena
- ✓ Grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos.

##### **a) Agregado fino**

Se define por agregado fino a la descomposición de las rocas en forma originaria o de manera artificial, la cual concuerda “como agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5 mm (3/8”) y que cumple con los límites prescritos en la Norma ITINTEC 400.037 o ASTM C 33”. (Abanto, 1994, pág. 23)

##### **Granulometría**

Se denomina así, a la distribución de los diferentes tamaños de las partículas de agregado fino. Este parámetro se determina a través del tamizaje por una serie de mallas que tiene abertura entre 3/8” – N° 200. El agregado se regula bajo la Norma Técnica Peruana NTP 400.012 o ASTM C 33. Se distingue

preferentemente del porcentaje que pasa del agregado fino en relación del peso total de la muestra, con los valores obtenidos en las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100, se grafica la curva granulométrica del agregado.

Tabla N° 5. Límites de granulometría según el A.S.T.M.

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA (ACUMULATIVO)	
3/8"	9.5 mm		100
N° 4	4.75 mm	95	a 100
N° 8	2.36 mm	80	a 100
N°16	1.18 mm	50	a 85
N°30	600 μm	25	a 60
N°50	300 μm	10	a 30
N°100	150 μm	2	a 10

Fuente: Flavio Abanto C. Tecnología de Concreto

Los límites del porcentaje indicado para las mallas N° 50 y 100 podrá ser reducida a 5% y 0% respectivamente como tal indica en la tabla anterior.

Según las recomendaciones en la norma ASTM C33 el módulo de fineza no deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1, se conservará íntimamente de los límites permisibles más o menos 0.2 del valor tomado para la correspondencia de la mezcla.

#### **b) Agregado grueso**

“Se consideran como agregado grueso al material que compone en el concreto como piedra chanca o zarandeada, aquellas que se retienen en el tamiz 4.75mm (N° 4), que para su empleo en el concreto deberán cumplir las especificaciones en la NTP 400.037 y ASTM C 33”. (Abanto, 1994, pág. 26)

#### **Gravas**

Es la agrupación de piedras pequeños producto de la descomposición originaria de rocas, o por acción de los agentes externos como el deshielo y cambios climáticos, ubicadas en canteras producto del arrastre del rio o sedimentaciones en forma natural. Por lo general, las gravas se caracterizan por poseer aristas redondeadas, efecto del desgaste por el arrastre del rio.

Depende de su composición y origen varían el peso entre 1600 a 1700 kg/m<sup>3</sup>.

### **Piedra partida o chancada.**

Piedra chancada es aquel material rocoso, triturada en dimensiones definidas en forma artificial o producto por la acción antrópica. Que, para su elaboración se explora, a aquellas rocas que preste las características físicas mecánica según lo exigido en la norma ASTM C 33.

“La demostración principal del agregado en el concreto, es la de complementar el volumen y contribuir propia la resistencia al aplastamiento. “Los ensayos indican que la piedra chancada por las características de sus algunos proporciona al concreto ligeramente más resistentes que los hechos con piedra redonda o zarandeada”. (Abanto, 1994, pág. 26)

“Dependiente de la consiste el peso varía entre 1450 a 1500 kg/m<sup>3</sup>”.

### **Granulometría**

“La granulometría del agregado grueso deberá ser proporcionar a su mayor densidad del concreto, con las cualidades de condiciones de su manejo, en el conjunto de condiciones óptimas en su composición. En cuanto a la granulometría del insumo de agregado de mayor diámetro (grueso) este debe encontrarse graduado dentro de los límites permisibles en las normas NTP 400.037 o ASTM C33”. (Rivva, 2000, pág. 21)

“Del análisis elaborado de la condición granulométrica del agregado grueso se obtienen un total de dos conceptos necesarios”.

- Tamaño máximo; es el menor tamiz por el que pasa todo el agregado tamizado .
- Tamaño máximo nominal; es el que corresponde al menor tamiz que produce el primer retenido .

Este valor varía según tamaño de la partícula que pasa por el tamiz al 100% del material.

Tabla N° 6: "Límites granulométricos para agregado grueso según las Normas NTP 400.037 y ASTM C 33"

HUSO	Tamaño Máximo Nominal		Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso													
			Porcentaje que pasa por Tamices Normalizados													
			100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25.0 mm	19.0 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	300 mm
			4 pulg.	3 ½ pulg.	3 pulg.	2 ½ pulg.	2 pulg.	1 ½ pulg.	1 pulg.	¾ pulg.	½ pulg.	3/8 pulg.	N° 4	N° 8	N° 16	N° 50
1	90 mm a 37.5 mm	3 ½ pulg. a 1 ½ pulg.	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 15	---	---	---	---	---	---
2	63 mm a 37.5 mm	3 ½ pulg. a 1 ½ pulg.	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
3	50 mm a 25.0 mm	2 pulg. a 1 pulg.	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 15	---	---	---	---	---
357	50 mm a 4.75 mm	2 pulg. a N° 4	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---	---
4	37.5 mm a 19.0 mm	1 ½ pulg. a 1/4 pulg.	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	---	0 a 5	---	---	---	---
467	37.5 mm a 4.75 mm	1 ½ pulg. a N° 4	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	---
5	25.0 mm a 9.5 mm	1 pulg. a 1/2 pulg.	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---	---
56	25.0 mm a 9.5 mm	1 pulg. a 3/8 pulg.	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---	---
57	25.0 mm a 4.75 mm	1 pulg. a N° 4	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---	---
6	19.0 mm a 9.5 mm	¾ pulg. a 3/8 pulg.	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---	---
67	19.0 mm a 4.75 mm	¾ pulg. a N° 4	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
7	12.5 mm a 4.75 mm	½ pulg. a N° 4	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	---
8	9.5 mm a 2.36 mm	3/8 pulg. a N° 8	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	---
89	9.5 mm a 1.18 mm	3/8 pulg. a N° 16	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	475 mm a 1.18 mm	N° 4 a N° 16	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	40 a 10	0 a 10	0 a 5

Fuente. (Riva, materiales para el concreto, 2014).

#### **2.2.4.2 Características físicas de los agregados**

De prioridad, los materiales para la mezcla deberán poseer las características en: forma, textura, gradación, composición mineralogía, resistencia, módulo de elasticidad, tamaño y otros. Que al final se transforma en concreto, aportando en las propiedades físicas del concreto.

Asociados a estas condiciones están ligadas unas pruebas standard que evalúan estas características para establecer relaciones con valores de referencia establecidas o para hacer uso en el diseño de mezclas. Es muy notable para evaluar las condiciones para tener información importante de los conceptos relativos a las siguientes condiciones físicas de los agregados y sus valores . (Pasquel, 1998, pág. 70)

#### **Peso específico:**

Se precisa peso específico, los valores obtenidos en una porción de muestra o material que ocupa un determinado volumen sin incluir los vacíos. “Uno de los datos más importantes para el diseño de mezcla, es determinar el peso específico de los agregados, con las indicaciones de la norma ASTM C 127 y C 128, NTP 400.021 y 400.022 en la que dictaminan una serie de procedimiento a seguir, los valores se determinaran en el laboratorio. Se debe tener en cuenta de las interpretaciones, porque las medidas en la norma son adimensionales. A su vez en el laboratorio el peso específico de los agregados se distingue en tres expresiones”. (Pasquel, 1998, pág. 74)

#### **a) Peso específico de masa(G)**

Es el volumen del material sólido, que para su operación a la masa se incluye todo los poros permeables e impermeables del material, y se determina mediante la siguiente formula en el laboratorio.

$$\text{Peso específico de masa (G)} = \frac{A}{V-W}$$

#### **b) Peso específico de masa saturado superficialmente seco (Gas)**

Es el volumen del material cuando, todos los poros del agregado estén llenos de agua (material saturado).

Peso específico de masa saturado superficialmente seco (Gas) (G) =  $\frac{500}{V-W}$

**c) Peso específico aparente (Ga)**

Es el volumen del material sólido, incluido los poros impermeables, aunque no los capilares.

$$\text{Peso específico de aparente (Ga)} = \frac{A}{(V-W)-(500-A)}$$

**Peso unitario:**

Según la norma ASTM C-29 consiste determinar de relación peso sobre volumen del material agregado. A su vez este procedimiento consiste en expresiones distintas que la Norma NTP 400.017 prescribe dos formas: peso unitario suelto y compactado. Por ello, el propósito de prueba, debe especificarse el grado de compactación.

**Peso unitario suelto (PUS).**

El peso unitario del material suelo, en la relación de peso seco sin compactar entre el volumen de una porción de agregado, definitivamente para determinar los valores debe tenerse el peso y volumen conocido. El peso unitario suelto se obtiene multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$f = \frac{1000}{W_a}$	$\Rightarrow$	$P.U.S = f \times W_s$
------------------------	---------------	------------------------

**Peso unitario compactado (PUC).**

Es la relación de peso seco compactar entre el volumen de una porción de agregado. El proceso de compactado se realiza en tres etapas, aplastando cada 1/3 del volumen total de recipiente con 25 golpes con barra liza de punta semiesférica de 5/8" de diámetro. Se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor de calibración del recipiente calculado.

$f = \frac{1000}{W_a}$	$\Rightarrow$	$P.U.C = f \times W.C.$
------------------------	---------------	-------------------------



**Absorción:**

La absorción se determina comúnmente después de haber supeditado al material a una saturación de la muestra, y la superficie seca después de absorber en un horno durante las 24 horas a una temperatura de 110°C más o menos 5°C.

$$\text{Porcentaje de absorción (a\%)} = 100 \times \frac{500 - A}{A}$$

**Humedad:**

La humedad relativa del agregado es el contenido de agua retenida por las superficies de la partícula, esta se expresa en porcentaje (%). Si el material presente una humedad menor a la absorción, se debe incrementar el agua al concreto para recuperar lo que absorbe los agregados. Si el caso es viceversa, entonces el agua a agregarse al concreto será menor, ya que los agregados aportaran agua. Ambos exámenes influyen mucho en la resistencia y propiedades del concreto . La humedad se expresa con formula según la Norma ASTM C-566 y NTP 339.185.

$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{peso de la muestra humeda} - \text{peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$
--

**2.2.4.3 Análisis granulométrico**

Proceso que inicia con el tamizado por mallas establecidas y se toman datos de los pesos de los materiales que se quedan retenidos nombrándolos como el % con respecto al peso total, a este proceso se le llama análisis granulométrico, es la expresión numérica de la distribución de los volúmenes de las partículas de acuerdo al diámetro, los valores obtenidos se muestran de forma gráfica en un sistema ordenado semi logarítmico. El orden de los tamices estándar ASTM para concreto tienen una característica en donde que se inicia por el tamiz de abertura cuadrada 3" y el siguiente tiene una abertura que tiene la mitad del tamiz anterior. A partir de la malla 3/8" se mantiene la metodología . (Rivva, 2000, pág. 126)

“Las cualidades que se toma en cuenta para la selección del agregado concederá encontrar la mayor densidad del concreto con un buen manejo que estar en función de las características de colocación de la mezcla”.  
(Rivva, 2000, pág. 126)

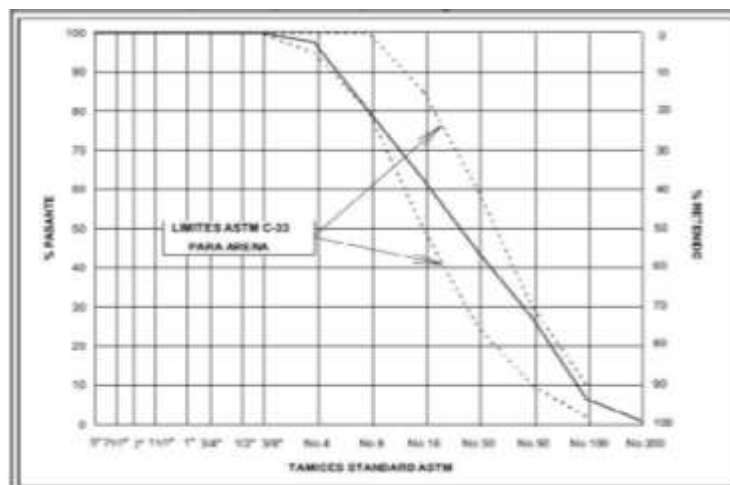
Tabla N° 7: Tamices Estándar ASTM

DENOMINACION DEL TAMIZ	ABERTURA EN PULGADAS	ABERTURA EN MILIMETROS
3"	3.0000	75.0000
1 1/2"	1.5000	37.5000
3/4"	0.7500	19.0000
3/8"	0.3750	9.5000
N° 4	0.1870	4.7500
N° 8	0.0937	2.3600
N° 16	0.0469	1.1800
N° 30	0.0234	0.5900
N° 50	0.0117	0.2950
N° 100	0.0059	0.1475
N° 200	0.0029	0.0737

Fuente: Tamices ASTM

La importancia de determinar estos parámetros se realiza antes de todo el trabajo de diseño de mezcla, en la que se analiza según la norma ASTM C 33 y NTP 400.037 los atandadores permisibles de límites de granulometría de los materiales. Dependiendo de la coincidencia en la curva se afirma la aceptabilidad para su empleo en la preparación del concreto.

Figura N° 5: Tamices Standard ASTM, % Pasante y %Retenido



Fuente: Tamices Standard ASTM, % Pasante y %Retenido

#### 2.2.4.4 Módulo de fineza

Los resultados determinados de módulo de fineza, con los índices que interesa para clasificar para los materiales en función de su granulometría, pues que esta varía de una cantera a otra. “También se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulados de un material dividido entre 100, de una serie de tamices que están en progresión geométrica”.

La condición principal para el procedimiento experimental que sirve de sustento del marco conceptual del Módulo de fineza en que granulometrías que un semejaste M.F. los cuales no dependen de la gradación individual, necesitan de igual cantidad de agua para elaborar mezclas de concreto de condiciones iguales de propiedad de moldeado (plasticidad) . (Abrams, 1925)

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

#### 2.2.5 Aditivos:

Se nombra aditivo a los productos químicos, que forma parte de mecanismo en el concreto y se añade de manera adicional con la intención de cambiar alguna de sus peculiaridades del producto y hacerlo superior para una conclusión que se requiere.

Los aditivos que van ser usados para obtener el concreto deben seguir los pasos señalados en las especificaciones técnicas en la Norma ASTM C 494 y NTP 334.086.

##### 2.2.5.1 Fines para el empleo de aditivos

Los aditivos se emplean con el fin de mejorar una serie de características del concreto:

- ✚ Con fines de incrementar la trabajabilidad y grado de asentamiento del concretó.
- ✚ Con fines de demorar o agilizar el periodo de fraguado en el concreto.
- ✚ Con fines de acelerar el progreso de la resistencia de concreto para un tiempo determinado.

- ✚ Con fines de alterar la velocidad del proceso de hidratación del concreto.
- ✚ Con fines de reducir la extravasación y goteado en el concreto.
- ✚ Con fines de acrecentar la durabilidad o resistencia en circunstancias severas frente a los elementos dañinos.
- ✚ Con fines de reducir la penetrabilidad a los líquidos, en obras hidráulicas.
- ✚ Con fines de mitigar la segregación del concreto.
- ✚ Con fines de contrarrestar la contracción del concreto.
- ✚ Con fines de aumentar la adherencia del concreto antiguo y reciente.
- ✚ Con fines de optimizar la adherencia del concreto a los aceros de refuerzo.

#### 2.2.5.2 Tipos de aditivos.

Los aditivos se clasifican de acuerdo a su composición y por su propiedad en la preparación del concreto:

- ✚ **Plastificante o reductor de agua;** este producto perfecciona las cualidades presentes en el concreto en su estado recién elaborado y disminuye la cantidad de agua requerida para producir concreto, que durante su evolución incrementa la resistencia de concreto.
- ✚ **Retardador,** este aditivo prolonga el periodo de fraguado del concreto.
- ✚ **Acelerador,** este producto tiene la propiedad acortar el periodo de fraguado y el desarrollo de la resistencia del concreto.
- ✚ **Plastificante y retardador,** este producto tiene la propiedad de incrementar la consistencia y trabajabilidad, prolongando el tiempo de fraguado del concreto.
- ✚ **Plastificante y acelerador,** este producto reduce la cantidad de agua de amasado de concreto, acelera el fraguado y el desarrollo de su resistencia requerida para un periodo determinado.
- ✚ **Incorporadores de aire,** este producto incrementa la resistencia del concreto frente a la acción de heladas por qué introducen campanillas

insignificantes en la combinación de la mezcla. Este aditivo incluso de aire, durante proceso de mezclado de concreto genera pequeñas burbujas espaciadas uniformemente, la cual provee una resistencia contra el intemperismo.

✚ **Adhesivos**, este producto posee la propiedad que mejoran la adherencia a los elementos estructurales.

✚ Impermeabilizantes e inhibidores de corrosión y para el curado del concreto, productos que son aplicados aun cuando el concreto este fresco.

### 2.2.5.3 Aditivos chema de uso común.

Los aditivos que fueron utilizados durante el trabajo de investigación fue lo siguiente:

**Acelerante de fragua.** - Es un producto acelerador de fragua para todo tipo de concretos, efectivo para disminuir el tiempo de fraguado y ganar resistencias tempranas del concreto. Es ideal para uso del producto en los Cementos Portland Tipo I, Tipo V, etc. Cumple con la Norma ASTM C-494 Tipo C.

Además, actúa como un anticongelante e inhibidores de corrosión del fierro de refuerzo. Producto libre de cloruros.

La dosificación en los ensayos fue inducida en cantidad normal según las recomendaciones del fabricante.

**Plastificante de concreto.** - Es un producto con las propiedades de reducir el agua, logra obtener un concreto plástico y trabajable, que hace posible de obtener un concreto consistente de fácil colocación y aumenta el grado de asentamiento. Ayuda en reducir el agua hasta 10%, aumentando la firmeza a la compresión del concreto. Mantiene además una peculiaridad de simplificar la permeabilidad del concreto. Los estándares de este producto cumplen con las determinaciones técnicas de la norma ASTM C-494 Tipo A.

La dosificación en los ensayos fue inducida en cantidad normal según las recomendaciones del fabricante.

## 2.2.6 Diseño de mezcla de concreto:

El diseño de mezclas es la aplicación de conocimientos técnica y practica con los datos obtenidos en el laboratorio, del porcentaje de humedad, el tamaño máximo nominal, módulo de fineza, relación agua y cemento, etc. Garantiza una mezcla que esperado más eficiente según los requerimientos del proyecto. (Neville, 2010, pág. 442)

### 2.2.6.1 Parámetros básicos para el diseño de mezcla

#### a) Prueba de compresión y correspondencia agua-cemento

“Por norma la firmeza de concreto a compresión es un requisito esencial que procede el proyecto estructural y no estructural”. De la misma forma, en toda obra pública o privada se procede la ejecución de las partidas de concreto, ceñida a las proporciones en el diseño de mezcla, que los responsables están obligados a dar el cumplimiento de las especificaciones técnicas”. (Pasquel, 1998, pág. 174)

Tabla N° 8: Valores estimados estandarizadas de agua para el diseño de mezcla, en relación de asentamiento del concreto y tamaño máximo de los agregados.

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concretos sin aire incorporado.								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
% Aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...
% de aire incorporado en función del grado de exposición								
Normal	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Moderada	8.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Extrema	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Fuente: Tamaño máximo de agregados (Enrique Pasquel)

La tabla N° 8 establece una relación agua/cemento para la mezcla de concreto con y sin aire incorporado, puede usarse sin tener inconvenientes para diseños de mezclas iniciales . Los datos que se muestra en la tabla se han hallado realizando unos experimentos para concreto sin aire incorporado con hasta 2% de aire atrapado y tienen validez para concreto hasta 6% de aire incorporado . La resistencia corresponde a probetas cilíndricas estándar y concreto con agregado grueso de tamaño máximo entre  $\frac{3}{4}$ " a 1 .

### b) Selección de la Resistencia de Promedio ( $f'_{cr}$ )

La composición de concreto se diseña para una resistencia promedio solicitada ( $f'_{cr}$ ), cuyo valor es siempre por encima al de la resistencia de diseño ( $f'_c$ ) especificado por el responsable de la formulación del proyecto.

Tabla N° 9: Resistencia a la compresión promedio

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

Fuente: Según ACI 211

### 2.2.6.2 El agua para el curado de concreto.

El agua para curado del concreto deberá ser limpio independiente de agentes contaminantes e impurezas, este criterio concuerda con las “recomendaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 339.088 y ASTM C 1602”. (Pasquel, 1998, pág. 65)

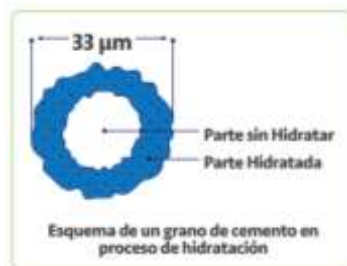
#### a) Por qué curar el concreto.

Con la intención de evitar la pérdida de agua de la mezcla a través evaporación, se proceden a realizar el curado a fin contribuir en el correcto y completo fraguado del concreto, la resistencia adquirida del concreto dependerá de este proceso, porque la hidratación del cemento es muy acelerada en las primeras edades y es muy sensitivo a la temperatura a la cual se evoluciona el concreto.

En resumen, el cemento a pesar de representar en tamaño bastante insignificante, no se agota de agua totalmente, sino que este proceso inicia desde la zona extrínseco hacia intrínseco, permaneciendo una zona de la partícula sin hidratarse. Por este proceso inevitable, posterior al endurecido de la mezcla, se suministra agua oportunamente hasta finalizar el periodo de hidratación. (Toxemen, Version 2016).

En la figura 6 se hace entender el proceso de la hidratación de un grano de cemento.

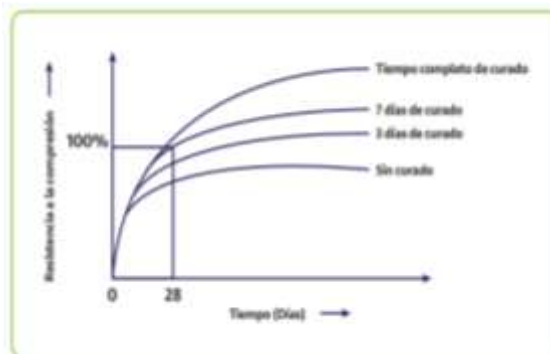
Figura N° 6. Hidratación de la partícula del cemento.



Fuente: Toxemen (Guía básica curado del concreto, Versión 2016).

En la siguiente página de la figura 7 trata de hacer entender, que de la hidratación es muy apresurado durante los primeros días, en específico los 7 primeros; este contexto sugiere que durante este periodo de curar el concreto en forma permanente y continua.

Figura N° 7. Influencia del curado sobre la resistencia potencial del concreto.



Fuente: Toxemen (Guía básica curado del concreto, Versión 2016).

De acuerdo a la interpretación en la figura 7, en la curva de tendencia de la evolución del concreto, un concreto con una antigüedad de 3 días puede alcanzar la resistencia a la compresión hasta 75%; mientras, cuando se



realiza el curado durante los primeros 7 días, llega alcanzar hasta el 98% de su resistencia requerida; y cuando se cura permanentemente, la resistencia puede superar el 125% de la resistencia . (Toxemen, Version 2016).

El objetivo de actual trabajo en experimentación, fue con el fin de comprobar de cerca la importancia del curado y efecto positivo de los aditivos Chema Plast y Chema Estruct.

Según el enunciado en el texto referencia, se entiende que el curado del concreto es muy importante entre los siete (7) primeros días de su desarrollo, que muchas veces por falta de curado del concreto, se ha visto la presencia de fisuramiento en tarrajeos, solados, falso pisos, etc.

Figura N° 8. Agrietamiento del concreto por la evaporación de agua.



Fuente: Toxemen (Guía básica curado del concreto, Versión 2016).

#### **b) Métodos del curado.**

De manera frecuente en el proceso constructivo de unas obras se pueden realizar en curado por dos métodos más comunes:

##### **Métodos directos o tradicional.**

Este método tradicional se practica de manera frecuente en las obras, dependiendo de la condición que presta para el protocolo de curado. Este método interpreta en aplicar agua al concreto directamente, mediante chorros genera por la presión del agua, también se puede practicar el uso de cubierta con mantos mojados o generar sobrias, cortinas, estas actividades se realiza con la finalidad de evitar el reflejo directo por la insolación de los ralos solares.

### **Métodos indirectos**

El método indirecto de curado consiste, en el empleo de los productos químicos que son membranas que cubre la superficie del concreto evitando la evaporación del agua, que en la actualidad este método es común. Inclusive con este se puede economizar y optimizar los trabajos.

#### **2.2.6.3 Resistencia a la compresión del concreto.**

Este se define como la mayor resistencia media de un espécimen de concreto para soportar una carga externa por unidad de área. Mayormente se describe en la unidad de kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>) para una antigüedad de 28 días, esta se expresa en términos de esfuerzo f'c. en algunos casos estas se pueden expresarse Mpa y alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi), el ensayo se realiza en la representación de las probetas de concreto con las dimensiones más comunes de 6" de diámetro y 12" en altura. El ensayo de las pruebas se emplea esencialmente para disponer que la mezcla suministrada en una obra cumpla con los requerimientos mínimos exigidos en la norma. La resistencia del concreto más común en la construcción fluctúa entre 210 y 350 kg/cm<sup>2</sup>. Una mezcla de elevada hasta una resistencia de aplastamiento 420 kg/cm<sup>2</sup>, pues se requieren en obras especiales que generalmente poco practicada en nuestro medido. Resistencia de 1,400 kg/cm<sup>2</sup> se ha llegado a utilizar en aplicaciones de construcción". (Aguilar y Rodriguez, 2009, pág. 58)

#### **Término de los resultados de la rotura de compresión**

La Formula general para determinar la resistencia de concreto al aplastamiento de la probeta se expresa en la siguiente formula.

$$f'c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

Donde:

f'c: Resistencia a la compresión en (kg/cm<sup>2</sup>).

G: Carga máxima de rotura en (kg).

D: Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).

La dependencia entre las probetas de concreto de la misma agrupación según su procedencia y con pruebas de ensayo a la misma fecha, el promedio de los resultados debe ser aproximadamente similares.

#### **2.2.6.4 Rigidez del concreto a edades tempranas.**

Este fin se procede con la finalidad de conseguir las particularidades físicas mecánica de la mezcla hormigón a tempranas edades, garantizar el tanto por ciento de la resistencia para una antigüedad de 3 días, los alcances obtenidos durante el desarrollo permitirán las proyecciones en la seguridad del concreto y las deformaciones del mismo durante su vida útil de una estructura.

Según la revisión bibliográfica, trabajos de investigación comprobada afirma que, la propiedad mecánica de una mezcla de hormigón (concreto) no es necesario que cumpla los 28 días de antigüedad para alcanzar la resistencia solicitada, sino esta depende del curado del concreto, cuando si cumple el proceso de curado entres los siete días primeros se logra conseguir un concreto con las propiedades mecánicas esperados según diseño . (Rivva, 2000)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Periodo del trabajo de investigación.**

El actual trabajo de experimentación se efectuó durante los meses: (noviembre - diciembre del 2020) y (enero - febrero del 2021).

#### **3.2 Tipo y diseño de la investigación.**

La experimentación se llevó a cabo en el Anexo de Simpapata, utilizando los agregados de la chancadora la Moderna-Rio Cachi.

##### **3.2.1 Tipo de la investigación**

###### **Descriptivo.**

Desarrollan los procedimientos conforme a la matriz de consistencia, durante el proceso de los ocurridos con la adición de chema plastificante y acelerante de fragua en concretos aplicables de uso común en la región de Ayacucho.

###### **Cualitativo.**

Porque se analizaron las posesiones físicas de los concretos aplicados durante el desarrollo del trabajo de investigación, para ello se acoge a las técnicas de ensayo, se requiere un análisis minucioso e interpretación de los antecedentes en forma estadística y cuantitativa.

##### **3.2.2 Diseño de la investigación**

El bosquejo de la indagación corresponde al diseño experimental, puesto que se asentó en una incertidumbre interrogante no determinado en el Anexo de Simpapata del distrito de Ayacucho.

Para el progreso de la investigación, primero se efectuó a la revisión bibliográfica, disposición de materiales, procesamiento de datos preliminares. Posterior a los indicados se procede a formular la problemática principal, para luego determinar la hipótesis en el planteamiento, obtención de las muestras y someter a las pruebas de laboratorio.

### **3.3 Población y muestra.**

#### **Población**

A fin de concretizar el trabajo de indagación se acoge como la población a una serie de informaciones científicas y comprobados mediante trabajos de investigación, que por su instrucción se basó en las normas NTP 334.090, 339.088, 400.037, 334.088 y ASTM (C-150, C- 1602, C-33, C-494) entre otros.




#### **Muestra**

La cifra de muestras necesarias para esta averiguación se determinará por las siguientes incógnitas:







1. Dosificación de mezcla a una resistencia del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Tamaño máximo nominal de piedra chancada = 1"
3. Experimentación de fractura a las probetas de concreto = 3,7,14 y 28 días de edad.
4. Proporción de los materiales en función al concreto patrón (concreto convencional), concreto con aditivo Chema Plast y Chema Estruct.
5. Cifra de muestras a obtener para los tres (03) diseños de resistencia, en un total de 36 especímenes de concreto.

### **3.4 Recursos, equipos y herramientas requeridos en la investigación**

#### **3.4.1 Recurso humano:**

-  Tesista: Virgilio Jorge Yupanqui
-  Tesista: Emir Humano Huamantoma
-  Asesor: Mg.Sc. Ing. Juan Humberto Castillo Chávez

#### **3.4.2 Materiales.**

-  Piedra chancada de  $\frac{1}{2}$ " a  $\frac{3}{4}$ "
-  Arena gruesa del rio
-  Cemento Portland Tipo I marca Andino
-  Agua potable apta para el uso en concreto
-  Aditivo Chema Estruct (acelerante de fragua)
-  Aditivo Chema Plast (plastificante).

### 3.4.3 Maquinas en laboratorio.

- ✚ Prensa compresión hidráulica digital para prueba de resistencia a las probetas de hormigón.
- ✚ Máquina de abrasión para cuantificar el tanto por ciento de degradación de elementos del concreto.

### 3.4.4 Equipos, herramientas utilizados en laboratorio y en campo

- ✚ Un juego de tamices para la separación de las partículas del agregado.
- ✚ Un molde cónico con su respectivo pisón estandarizado.
- ✚ Un picnómetro o balón de 500 ml de capacidad.
- ✚ Un horno o estufa para desecación de muestras.
- ✚ Una balanza con aprox. 0.1 gr con capacidad a 4000 gr.
- ✚ Balanza analítica de 30 kg para medir el peso de componentes (cemento, agregado fino y grueso).
- ✚ Molde metálico ( $\emptyset$  inferior 20 cm y  $\emptyset$  superior 20 cm) a fin comprobar el revenimiento del concreto en estado reciente.
- ✚ Cucharón para concreto.
- ✚ Probeta de vidrio graduada de 100 ml.
- ✚ Molde cilíndrico de 6" x 12" para probetas de concreto.
- ✚ Mezcladora para concreto de 9 p3.
- ✚ Buggy.

## 3.5 Procedimientos para el proceso de la investigación

El desarrollo del trabajo de la tesis, se inicia con la descriptiva de las cualidades de cada uno de los materiales, al final resulta ser comparativo y explicativo de los resultados. Por la exigencia de los componentes, el trabajo realizado es de diseño efectivo.

Con los datos obtenidos del ensayo en laboratorio proceden a la elaboración del concreto, para este fin se efectuó el diseño de mezcla patrón a una resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , a la cual se incorpora los aditivos Chema Estruct y Chema Plast para cada diseño en experimento.

### **3.5.1 Procedimientos.**

Para lograr los objetivos esperados en el trabajo de indagación, se procedió a desarrollar en el orden siguiente:

- ✚ Acopio de piedra chancada y arena gruesa de la chancadora “LA MODERNA RIO CACHI”.
- ✚ Transporte de piedra chancada y arena gruesa al Laboratorio a fin de disponer la peculiaridad de los agregados.
- ✚ Muestreo de arena y piedra chancada en el laboratorio, representación de las cualidades para fines de diseño.
- ✚ Adquisición del cemento portland tipo I y aditivos Chema.
- ✚ Determinación de la proporción de materiales en diseño de mezcla.
- ✚ Producción de los especímenes de concreto.
- ✚ Asentamiento del concreto fresco dentro de los rangos permisibles.
- ✚ Curado de los especímenes en agua.
- ✚ Prueba de rotura de los especímenes de concreto a periodos 3, 7, 14 y 28 días.
- ✚ Examinación de datos obtenidos.
- ✚ Interpretación del éxito del trabajo y conclusiones.

#### **3.5.1.1 Acopio de agregado grueso y fino en la chancadora “La moderna rio cachi”.**

La cantera preferida para el desarrollo del trabajo, contribuirá con las disposiciones mínimas que se exige, la cual permitirá obtener los resultados esperados, la cantera seleccionada debe prestar las condiciones siguientes:

- Por la disponibilidad de material de manera inmediata en cantidades suficientes.
- Aptitud del mismo con las características física mecánicas, acorde a las especificaciones técnicas en la norma ASTM C-33.
- Proximidad a las obras y con acceso para el trasporte de los materiales.

- Por la predisposición de los mencionados, se optó elegir la chancadora La moderna rio cachi.

Figura N° 9: Cantera piedra chancada



Figura N° 10: Cantera de arena



Fuente: elaboración propia.

### 3.5.1.2 Desarrollo diseño de mezcla.

#### Método ACI 318 y ASTM para diseño de mezclas.

A fin de conducir la dosificación de concreto requerida, se desarrollará bajo los lineamientos de la Norma ACI 318, tomando en cuenta los agregados que se dispone en la cantera “La moderna Rio Cachi”.

#### Rescapitulación del desarrollo del método de elección.

- Distinción de la resistencia de término medio.

Tabla N° 10: Resistencia Promedio

$F'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$F'cr$
< 210	$F'c+70$
Entre 210 y 350	$F'c+85$
> 350	$F'c+98$

Fuente: Confeccionada por el comité 211 del ACI

- Distinción del tamaño máximo nominal (TMN) de los elementos para el diseño de la composición de concreto. Se concentra en la fundamentación del apartado Concreto Armado E. 060 de RNE. Que, recomienda el tamaño máximo nominal del elemento elegido no debe superar a:
  - ✓ “Entre la fracción (1/5) del menor alejamiento entre caras de la cimbra”.



- ✓ “Entre las fracciones (1/3) del peralte de la losa, de ser necesario”.
- ✓ “Entre la fracción (3/4) del espacio libre mínimo entre las barras o alambres individuales de acero de refuerzo”. (RNE, E. 060)

c) Distinción de asentamiento del concreto (Slump).

Las exigencias y calidad del concreto deberán cumplirse de acuerdo a las indicaciones, el asentamiento puede ser elegido según los parámetros en la tabla 11:

Tabla N° 11: Asentamiento de concreto

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" – 2"
Plástica	3" – 4"
Fluida	≥ 5"

Fuente: Laura Huanca 2006

En una obra es muy importante la toma de las características del concreto fresco, la cual se podrá realizar utilizando la tabla N° 12. En la que se definirá el asentamiento según el tipo de construcciones, obteniendo un concreto que tenga una buena consistencia, trabajabilidad y alto grado de fluidez .

Tabla N° 12: Asentamientos para distintos tipos de construcción

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros.	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Laura Huanca 2006

d) Distinción de proporción unitario del agua

“La proporción de agua determinada para el diseño, se podrá corregirse en función al porcentaje de humedad de material y absorción de los mismos. Igualmente, que esta variara según la destemplanza del ambiente y porcentaje de agua en los agregados son los factores que determina el volumen de agua”. (Rivva, 1992, pág. 75).

Tabla N° 13: Asentamiento, tamaño máximo del agregado y cantidad de agua para mezcla.

Asentamiento	Agua, en lts/m <sup>3</sup> , para los TMN de agregado grueso y consistencia indicados.							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado.								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos con aire incorporado.								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

Fuente: Confeccionada por el Comité 211 del ACI

e) Distinción de aire

En la preparación del concreto se realiza la distinción de aire atrapado y aire incorporado. En el proceso de la mezcla se hacen el sumatorio de la magnitud de los dos anteriores, denominado aire total en concreto.

Tabla N° 14: Contenido de aire atrapado.

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado (%)
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

Fuente: Laura Huanca 2006

f) Distinción de la relación Agua/Cemento (a/c)

Para determinar la relación agua/cemento, existen dos posiciones (por consistencia y por durabilidad), en la cual se debe elegirse el menor valor, a fin que garantice la obtención con las propiedades esperados según el diseño. Lo mismo esta deberá tener la resistencia a la compresión requerida.

✓ **Por resistencia.**

Concretos elaborados con Cemento Portland Tipo I o con otros cementos en mercado, se puede definir la proporción de relación a/c según la Tabla N° 15.

Tabla N° 15: Relación a/c (agua-cemento) por resistencia.

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

Fuente: Confeccionada por el Comité 211 del ACI

La firmeza corresponde a ensayos en probetas cilíndricas con las dimensiones definidas 15cm x 30cm, elaborados y curados de acuerdo a la norma de ASTM C-31.

✓ **Por durabilidad.**

En el Reglamento Nacional de Edificaciones concreto armado E. 060 prescribe que, si se trata de requerir un concreto de baja permeabilidad, o de estar sujeto a procesos de congelación y deshielo . Se debe obedecer con los exigidos en la Tabla N° 16 . (RNE, E. 060)

Tabla N° 16: Máxima relación agua-cemento permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición.

CONDICIONES DE EXPOSICIÓN	RELACION A/C MAXIMA
Concreto de baja permeabilidad:	
a) Expuesto a agua dulce	0.50
b) Expuesto a agua de mar o salubres	0.45
c) Expuesto a la acción de aguas cloacales (*)	0.45
Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda:	
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas	0.45
b) Otros elementos	0.50
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salubres, neblina o rocío de esta agua:	
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15mm	0.40
	0.45

(\*) La resistencia f'c no deberá ser menor de 245 kg/cm<sup>2</sup> por razones de durabilidad.

### g) Cálculo del contenido de cemento

Una vez determinada la proporción en la tabla la relación agua cemento, se estima la porción de cemento por unidad de volumen del concreto, fraccionando la porción de agua por relación a/c. Sin embargo, es probable que las precisiones técnicas de cada del proyecto determine la cantidad de cemento necesario. Tales requerimientos cumplan con las descripciones esperados, obteniendo un concreto de buena calidad, trabajabilidad, consistente y con un alto grado de fluidez.

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado } \left(\frac{\text{lbs}}{\text{m}^3}\right)}{\text{Relacion}_{\frac{a}{c}} \text{ (para } f'_{cr}\text{)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg/m}^3\text{)}}$$

### h) Distinción del agregado

El propósito de la distinción de los agregados en actual trabajo de experimentación, ha sido con la intención de disponer la composición de concreto, en las condiciones aceptables en la resistencia, durabilidad, peso del concreto y resistente a las propiedades mecánicas, teniendo en consideración a los requerimientos mínimos de la norma ASTM C 33 y NTP 400.037. En esta intervención de la caracterización de las propiedades físicas de los materiales inertes influye el color, composición mineralógica y peso de los agregados.

Tabla N° 17: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

“Selección de material que constituye el concreto, consiste en clasificación o separación de la partícula que esta depende de su origen o manufacturación, que finalmente estas particularidades demuestran las propiedades físicas mecánica en la integración de estado fresco y endurecido”. (Abanto, 1994, pág. 71)

#### **i) Determinación del valor de los componentes**

“Finalmente, el diseño de la composición de concreto con una oposición de fuerza a  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> se calcula con los componentes de piedra, arena, relación agua y cemento, lo mismo concuerda; con los parámetros o limites permisible de la Norma ASTM”. (Rivva, 2000, pág. 237)

La proporción que integra en la composición de concreto: piedra chancada, arena gruesa, relación agua y cemento fueron procesados en la en el laboratorio.

Finalmente se obtuvo los siguientes resultados de diseño de mezcla del concreto patrón. Con referencia la tabla número 17 se procederá el diseño de las muestras M1, M2 y M3 (con la incorporación de aditivos chema).

Tabla N° 18: Proporciones por bolsa de cemento en peso

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad de materiales por Kg.</b>
Cemento	42.50
Arena	92.20
Piedra	121.70
Agua	23.10 lts

Fuente: Resultados de laboratorio.

#### **3.5.1.3 Elaboración de especímenes del concreto.**

La fabricación de las probetas de concreto, en 3 (tres) grupos conforme al diseño de concreto patrón y las dosis de aditivos Chema Estruct y Chema Plast, siendo 3 (tres) muestras para cada edad del concreto a los 3, 7, 14 y 28 días. Por lo que, se obtuvieron un total de 36 probetas de concreto.

## a) Dosis de los materiales

La cantidad de los materiales se midieron al inicio de la elaboración de muestras, se dosificaron en peso para el caso de Cemento Portland Tipo I Andino y Agregados en una balanza con capacidad de 30 Kg, en litros y mililitros para el caso de agua y aditivos en una probeta de vidrio. La cual se podrá visualizar en la siguiente figura 11.

Figura N° 11: Maquinarias, equipos y materiales para el inicio de elaboración de muestras.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 19: Dosificación de materiales requeridos para las muestras

1 MATERIALES CORREGIDOS POR METRO CUBICOP DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2				
CEMENTO PORTLAND TIPO I		352 KG/M3		
PIEDRA CHANCADA		1007 KG/M3		
ARENA GRUESA		763 KG/M3		
AGUA		191 KG/M3		
		CEMENTO PORTLAND TIPO I	ARENA GRUESA	PIEDRA CHANCADA
PROPORCIONES EN PESO		1	2.2	2.9
				AGUA
PROPORCIONES EN VOLUMEN		Bolsas	m3	m3
		1	1.9	2.9
				0.98
2 PROPORCION POR BOLSA DE CEMENTO (PESO)				
CEMENTO		42.5 KG		
GRAVA		121.7 KG		
ARENA		92.2 KG		
AGUA		23.1 LTS		
3 ADITIVO CHEMA ESTRUCT				
INDICACIONES POR EL FABRICANTE				
REDUCIDA		250 ML X BOLSA DE CEMENTO		
NORMAL		375 ML X BOLSA DE CEMENTO		375 ML OPTADO
SUPERIOR		500 ML X BOLSA DE CEMENTO		
4 ADITIVO CHEMA PLAST				
INDICACIONES POR EL FABRICANTE				
RECOMENDADO		145		
	a	360	ML X BOLSA DE CEMENTO	360 ML OPTADO

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 20: Dosificación de materiales para 6.33 kg de cemento

DOSIFICACION DE MATERIALES PARA 6.332 KG DE CEMENTO PARA MUESTRA DE M1, M2 Y M3			
<b>1 CEMENTO PORTLAN TIPO</b>			<b>6.33 KG</b>
<b>2 GRAVA (PIEDRA CHANCADA DE 1/2" A 3/4")</b>			
CEMENTO		GRAVA	
42.5	→	121.7	
6.33	→	X	
X	=		<b>18.132 KG</b>
<b>3 ARENA</b>			
CEMENTO		ARENA	
42.5	→	92.2	
6.33	→	X	
X	=		<b>13.737 KG</b>
<b>4 ADITIVO CHEMA ESTRUCT</b>			
CEMENTO		ESTRUCT	
42.5	→	375	
6.33	→	X	
X	=		<b>55.871 ML</b>
<b>5 ADITIVO CHEMA PLAST</b>			
CEMENTO		PLAST	
42.5	→	360	
6.33	→	X	
X	=		<b>53.636 ML</b>
<b>6 AGUA</b>			
CEMENTO		AGUA	
42.5	→	23.1	
6.33	→	X	
X	=		<b>3.442 ML</b>

Fuente: Elaboración propia.

## b) Mezclado y colocación del concreto en los moldes

Los especímenes a obtener serán de 3, identificadas en: M1, M2 y M3.

M1: testigo patrón (cemento + arena + grava + agua).

M2: testigo experimento (cemento + arena + grava + plastificante + agua).

M3: testigo experimento (cemento + arena + grava + plastificante + acelerante + agua).

Indicado las muestras se proceden con lo siguiente:

- Se eligió un área adecuado en la obra para la elaborar las probetas de concreto, la zona de trabajo debe tener las condiciones siguientes:
  - Zona plana y uniforme.
  - Libre de agentes contaminantes y vibraciones.
- Con anterioridad de proceder el vaciado se verifica las condiciones del cilindro metálico:

- Los pernos de sujeción este bien seguros con cierre hermético para impedir la fuga de la porción fluida de la mezcla.
- Posición del molde debe mantener la verticalidad con respecto al apoyo del cilindro (figura 12).

Figura N° 12: Molde cilíndrico para probetas (15cm x 30cm)



Fuente: Aceros Arequipa

- La base de la probeta metálica debe estar completamente limpio.
  - Para facilitar el desencofrado de la probeta, se puede aplicar una capa de desmoldadora a las paredes interiores del molde.
3. Se coge una porción de concreto con el cucharon y se traslada hacia la probeta.

Figura N° 13: Mezcla para probetas



Fuente: elaboración propia

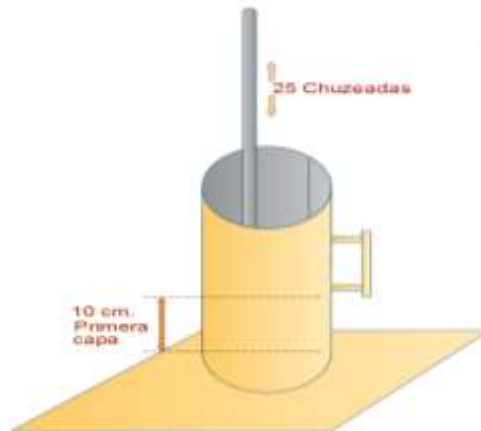


4. La conformación de los especímenes se ejecuta fraccionando en 3 fases de igual volumen, en proporción a la altura del cilindro de acuerdo al procedimiento que se indica en las tres fases:

### Fase 01

- Poner la porción de mezcla en el cilindro metálico con la ayuda de cucharón en forma distribuida y parejo.

Figura N° 14: Primera capa de compactado en la probeta



Fuente: elaboración propia

- Iniciar el compactado de la primera capa en toda su altura del concreto, mediante 25 implantaciones (chuzada) con una barra lisa de  $\text{Ø}5/8''$  x 60cm de longitud, distribuidas de manera uniforme en la mezcla.

Figura N° 15: Varilla lisa de  $\text{Ø} 5/8''$

Figura N° 16: Martillo con cabeza de goma



Fuente: elaboración propia

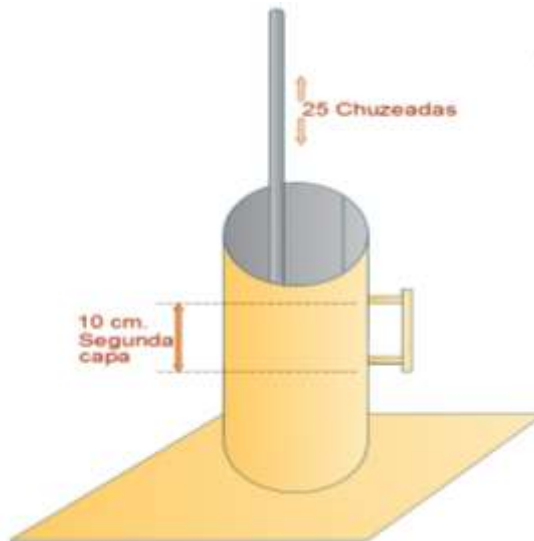
- Completado la compactación de la fase 01, se procede a golpear levemente al contorno del diámetro hasta 10 a 12 tandas, con la herramienta de la figura 16 para liberalizar las campanillas del aire

que hayan podido atraparse en la base de la mezcla, imagen del martillo con cabeza de goma se puede visualizar en la figura 16.

### Fase 02

- Poner la mezcla en el molde y proceder con el procedimiento similar en la primera capa.
- Continuar la compactación hasta 25 tantas de chuzada con la barra lisa. La barra debe entrar hasta 1" a la capa de la fase 01.
- Para expulsar las campanillas de aire se golpea con delicadeza al perímetro del cilindro metálico hasta 10 a 12 tandas con herramienta de la figura 16.

Figura N° 17: Segunda capa de compactado en la probeta



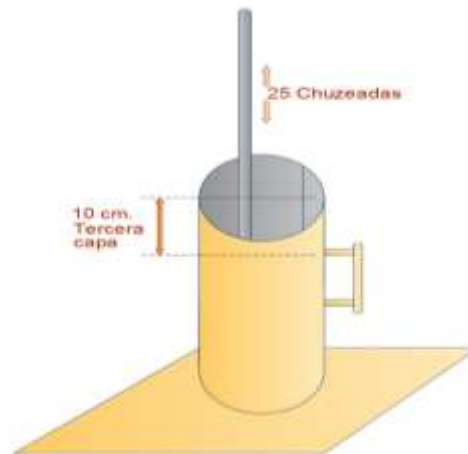
Fuente: elaboración propia

### Fase 03

- En la etapa final, aumenta suficientemente la porción de mezcla para que el cilindro metálico quede suficientemente completo.
- Proceder el compactado de la fase 03, repetir la chuzada hasta 25 tandas con la barra lisa asegurándose que el volumen acomodado este suficientemente homogéneo y compacto. Continuar la inserción de la barra lisa de 5/8" hasta 1" a la capa de la fase 02.

- Expulsa las campanillas de aire del volumen acomodado, mediante el golpe ligero alrededor del cilindro metálico unas 10 a 12 tandas con herramienta de la figura 16.
- Trata de uniformizar el exceso de mezcla con el badilejo o barra de acero de compactación.
- Utiliza la plancha o badilejo para conseguir una superficie plana.

Figura N° 18: Tercera capa de compactado en la probeta



Fuente: elaboración propia

5. Pegar la identificación en cortes de plástico en la cara superior extrema de las probetas, a fin de distinguir el tipo y fecha de elaboración.

Figura N° 19: Etiquetado en las probetas



Fuente: elaboración propia

6. Posterior a la obtención, llevar los especímenes con mucho cuidado a la zona de acumulación con las condiciones de bajo techo.
7. Procede con el desencofrado del molde con cautela. Esto se realiza 24 horas posteriormente del vaciado.
8. Luego, se ratifica la identificación sobre la superficie plana de la probeta empleando un plumón indeleble.

#### **3.5.1.4 Ensayo de consistencia del concreto (Slump)**

El régimen de la solidez de la mezcla en estado fresco se determina mediante el uso de cono de Abrams, se realizó en un cilindro de forma troncocónico de 30 cm de altura, 10 y 20 cm de diámetro.

El procedimiento se base en la Norma ASTM C 143-78 y NTP 339.035 Slump de concreto cemento Portland.

1. Primer paso: ubicarse en una zona limpio y con la condición de superficie plana, el cono debe estar limpio.
2. Segundo paso: colocar el molde troncocónico a la superficie plana y humedecer con agua ligeramente todo lo interior.
3. Tercer paso: colocar una porción de la mezcla aproximadamente hasta un tercio del volumen total del cono y proceder la compactación hasta 25 tantas de chuzeada con la barra lisa de 5/8" con la punta redondeada hacía abajo.
4. Cuarto paso: colocar la segunda capa de mezcla aproximadamente hasta dos tercios del volumen total del cono y repetir con la compactación hasta 25 tantas de chuzeada con la barra lisa de 5/8" con la punta redondeada hacía abajo.
5. Quinto paso: colocar la tercera capa de mezcla hasta completar suficientemente el volumen total y repetir con la compactación hasta 25 tantas de chuzeada con la barra lisa de 5/8". Quitar con la varilla el excedente de la mezcla.
6. Sexto paso: una vez concluida los procedimientos de primer, segundo y tercer paso, alzar el molde cuidadosamente en forme vertical, posicionar

en cono forma invertida al lado del concreto moldeado y se mide la altura de asentamiento con la proyección horizontal de la barra liza de 5/8", lo indicado se aprecia en las figuras 20 y 21.

Figura N° 20: Slump de concreto sin aditivo    Figura N° 21: Slump de concreto con aditivo



Fuente: elaboración propia

### 3.5.1.5 Curado de especímenes del concreto.

Después de haber sido desmoldado, se continua con el curado de las muestras obtenidas de manera inmediata, colocándolas a un pozo con agua potable. Tratando en lo posible de superponer absolutamente todas las caras superiores de las probetas, según la Norma ASTM C 31 y NTP 339.033.

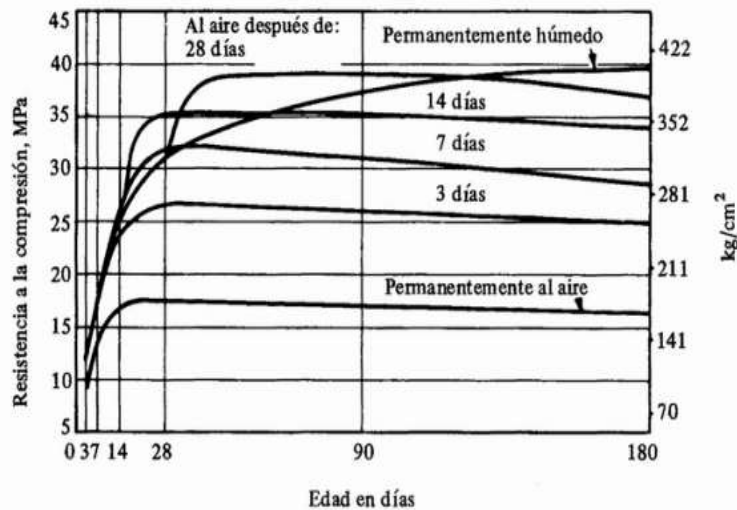
Figura N° 22: Proceso del curado de los especímenes



Fuente: Elaboración propia

Del acuerdo a las bibliografías y trabajos de investigación, el concreto normal puede alcanzar la resistencia requerida a los 28 días edad, siempre en cuando este curado de manera adecuada, mínimamente entre los primeros siete días. Las conclusiones dadas de la investigación comprobada “concuerta con los términos indicados en merito a los resultados conseguidos, recomienda que; los concretos para alcanzar la resistencia requerida deben ser curados hasta lograr el sesenta por ciento de la resistencia a compresión solicitada, que esto ocurre generalmente los primeros siete días de desarrollo”. (Camacho, 2017). Las recomendaciones dadas parten de la investigación comprobada, que muchas no se cumplen en obra, debido a que las estructuras curadas completarán la hidratación del concreto, alcanzando la resistencia especificada a los 28 días generalmente.

Figura N° 23: Línea de ascendente del curado en la resistencia a compresión del concreto



Fuente: Gonnerman y Shuman 1928

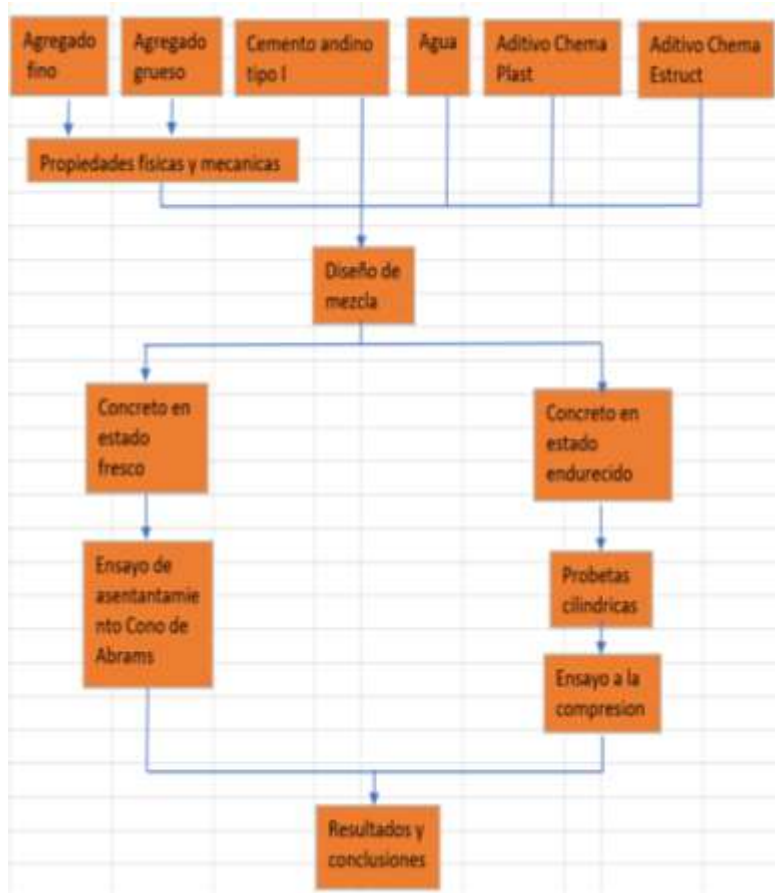
### 3.5.2 Parámetros variables en elaboración del concreto.

El presente trabajo de investigación se elaboró según los variables que integra parte del componente: proporción de los materiales que integran el concreto y los aditivos que distingue las muestras.

En este caso se elaboró con el mismo diseño de mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para las muestras M1(patrón), muestra M2 (patrón + aditivo plastificante) y muestra

M3 (patrón + aditivo plastificante + acelerante de fragua). En la figura 24 se podrá observar el protocolo de labor en la investigación.

Figura N° 24: Flujograma del desarrollo del trabajo de investigación.



Fuente: Elaboración propia

## IV. ANALISIS Y RESULTADOS

### 4.1 Cualidades físicas de los agregados

#### 4.1.1 Particularidades físicas de arena gruesa

Las características físicas de la arena se determinaron en el ensayo de laboratorio, los resultados conseguidos se hallan dentro de los estándares que recomienda normas ASTM C-33, estas se aprecian en resumen de la tabla 21.

Tabla N° 21: Resumen de las propiedades físicas del agregado fino

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO	
P. E. APARENTE	2.685
P. E. MASA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.559
P. E. S. S. S. (gr/cm <sup>3</sup> )	2.606
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1637.21
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	1844.43
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.81%
ABSORCION (%)	1.833%
MODULO DE FINURA	3.282
PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200	2.44%

Fuente: Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio)

- ✚ El módulo de finura obtenido en el ensayo es de 3.282, la cual es ligeramente superior, a los parámetros estándares en la norma por lo que; el resultado de módulo de fineza determinado en laboratorio es aceptable para proceso de mezcla y admitido en el presente trabajo de investigación.

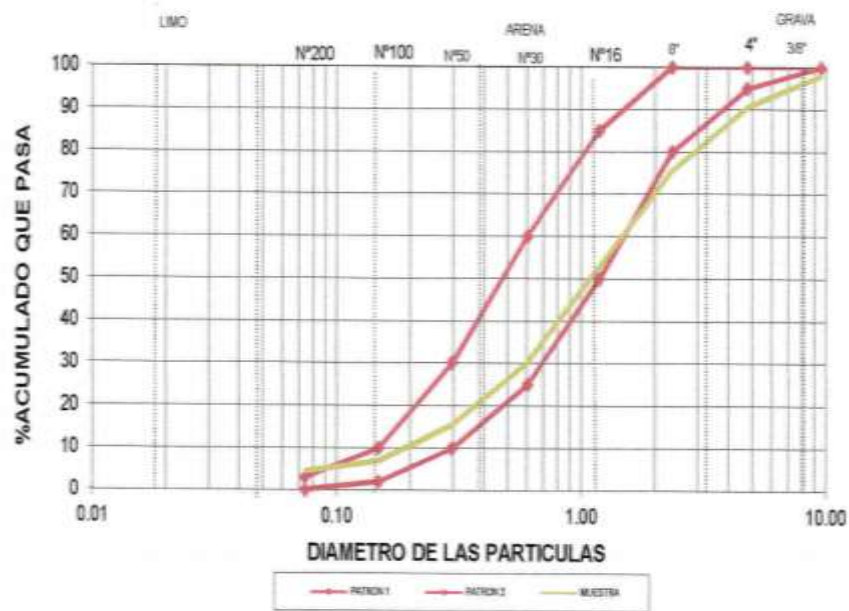
#### 4.1.2 Curva granulométrica de arena gruesa

Por la comprobación de los resultados del agregado fino, correspondiente a la cantera La Moderna – Rio Cachi, se grafica la curva granulométrica de arena gruesa se aprecia en la siguiente figura.

En la figura 25 se interpreta las características físicas o propiedades del agregado fino, mediante la gráfica logarítmica en función al porcentaje que pasa por las distintas aberturas a través del proceso tamizaje.



Figura N° 25: Curva granulométrico del agregado fino



Fuente: Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio)

#### 4.1.3 Particularidades físicas del agregado grueso.

Con los resultados conseguidos mediante el ensayo laboratorio para el agregado grueso de la chancadora La Moderna – Rio Cachi, cumple con los prescritos en la norma ASTM y NTP, los valores se muestran en la siguiente tabla. Los mismos se adjunta en el anexo A.

Tabla N° 22: Resumen de las propiedades físicas del agregado grueso

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO	
P. E. APARENTE	2.679
P. E. MASA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.573
P. E. S. S. S. (gr/cm <sup>3</sup> )	2.610
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1483.00
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	1615.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.63%
ABSORCION (%)	1.53%
MODULO DE FINURA	8.35%
PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200	0.56%
TMN	¾"

Fuente: Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio)

- ✚ De acuerdo los resultados obtenidos, con respecto el contenido de humedad de la cantera la Moderna asciende el 0.63%. que, usualmente este valor varía de acuerdo al clima estacional en la zona.
- ✚ En referente al porcentaje de piedra chancada que pasa por la malla N° 200, asciende en 0.56% la cual se encuentra dentro de los máximos permisible.

#### 4.1.4 Curva granulométrica del agregado grueso

La grafica de la curva caracterización de la piedra chancada procedente de la chancadora La Moderna – Rio Cachi, permite representar la tendencia distribuida que mantiene grandeza de grano (diámetro), con una aceptación gradual como se observa en la figura.

Figura N° 26: Curva granulométrico del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio)

## 4.2 Diseño de mezcla.

### 4.2.1 Dosificación de mezcla A patrón (M1).

Con la finalidad de elaborar el espécimen de las probetas de concreto, se obedece a datos obtenidos en los ensayos, con los que procederá a dosificar los componentes del concreto para una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para este fin la muestra patrón (M1) no se considera ningún tipo de aditivo, que a transcurso se muestra en la tabla N° 23.

Tabla N° 23: Dosificación de concreto por m3 para una resistencia  $F'c=210$  kg/cm2

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Cemento Portland Tipo I	352.00	Kg/m3
Agua	191.00	Lts/m3
Grava	1001.00	Kg/m3
Arena	763.00	Kg/m3

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior, se determina la proporción de los materiales por bolsa de cemento para fines de obtención de los especímenes de concreto para las probetas M1.

Tabla N° 24: Dosificación de concreto  $F'c=210$  kg/cm2 por saco para la muestra M1

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Cemento Portland Tipo I	42.50	Kg/saco
Agua	23.10	Lts/saco
Grava	121.70	Kg/saco
Arena	92.20	Kg/saco

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.2 Dosificación de mezcla B con Chema Plast (M2)**

Con los resultados del Cuadro Tabla N° 22, se determina la proporción de los materiales por bolsa de cemento para fines de obtención de los especímenes de concreto para las probetas M2:

Tabla N° 25: Dosificación de concreto  $F'c=210$  kg/cm2 por saco para la muestra M2

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Cemento Portland Tipo I	42.50	Kg/saco
Agua	23.10	Lts/saco
Grava	121.70	Kg/saco
Arena	92.20	Kg/saco
Chema Plast	375.00	ml/saco

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.3 Dosificación de mezcla C con Chema Plast + Chema Plast (M3).

Con los resultados del Cuadro Tabla N° 22, se determina la proporción de los materiales por bolsa de cemento para fines de obtención de los especímenes de concreto para las probetas M3:

Tabla N° 26: Dosificación de concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> por saco para la muestra M3

Material	Cantidad	Unidad
Cemento Portland Tipo I	42.50	Kg/saco
Agua	23.10	Lts/saco
Grava	121.70	Kg/saco
Arena	92.20	Kg/saco
Chema Plast	375.00	ml/saco
Chema Estruct	360.00	ml/saco

Fuente: Elaboración propia

Sucesión de resultados obtenidos que se aprecia en la tabla 23, 24 y 25 define la cantidad de los componentes a utilizarse por bolsa y/o saco de Cemento Portland Tipo I (Andino), estas proporciones determinadas provienen del resultado de diseño de mezcla con los áridos de la chancadora la Moderna Rio Cachi. Lo mismo, adjunto en el anexo A.

## 4.3 Análisis de ensayo de concreto en estado fresco.

### 4.3.1 Asentamiento del concreto fresco (Slump)

#### 4.3.1.1 Mezcla A muestra (M1) en estado fresco

La mezcla A muestra M1 es el concreto convencional sin ningún tipo de aditivo, la cual presenta un concreto relativamente seco, con asentamiento baja logrando alcanzar un Slump hasta 2", menos grado de trabajabilidad y poca fluida. Por esta propiedad física del concreto en estado fresco, muchas veces en auto construcciones se comete el error de agregar agua con la finalidad de incrementar la fluidez del concreto, al realizar este hecho si estaría reduciendo la resistencia del concreto.

Figura N° 27: Mezcla A muestra M1 del concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco sin aditivo.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 28: Slump de concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  sin aditivo, muestra M1.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.2 Mezcla B con Chema Plast muestra (M2) en estado fresco

La mezcla B muestra M2 es el concreto con la incorporación de aditivo Chema Plast, la cual presenta un concreto consistente con asentamiento alto, más fluida con mayor grado de trabajabilidad logrando alcanzar un Slump hasta 5". Que a continuación se puede visualizar en la imagen.

Figura N°29: Mezcla B muestra M2 del concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco con aditivo.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 30: Slump de concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo, muestra M2.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.3 Mezcla C con Chema Estruct muestra (M3) en estado fresco

La mezcla C muestra M3 es el concreto con la incorporación de aditivo Chema Plast más Chema Estruct (acelerante de fragua), la cual presenta las características similares de la mezcla B, concreto consistente con asentamiento alto, más fluida con mayor grado de trabajabilidad logrando alcanzar un Slump hasta 5”.

Figura N°31: Mezcla C muestra M3 del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en estado fresco con aditivo.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 32: Slump de concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con aditivo, muestra M3.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión.

##### 4.4.1 Evaluación promedio de la resistencia a la compresión para las edades 3, 7, 14 y 28 días en las muestras M1, M2 y M3.

Para disponer el efecto de la firmeza de concreto a la compresión se tomó en cuenta los siguientes datos:

$$F'c = \frac{4G}{\pi D^2}$$

Donde:

F'c: Resistencia de rotura a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>).

G: Carga máxima de rotura (kg).

D: Diámetro de la probeta cilíndrica (15.2 cm de diámetro).

Remplazando valores se tiene:  $F'c = \frac{4G}{\pi D^2} = \frac{4 \times 29709 \text{ Kg}}{3.1416 \times (15.2 \text{ cm})^2} = 164.14 \text{ Kg/cm}^2$

Tabla N° 27: Ensayo de compresión de las probetas con una antigüedad de tres días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm <sup>2</sup>	Area en Cm <sup>2</sup>	Fecha de moldeo	Edad días	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm <sup>2</sup>	%	
1	M-1	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	29709	164.14	78.16%	156.34
2	M-1	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	25841	142.77	67.98%	
3	M-1	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	29341	162.10	77.19%	
4	M-2	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	34508	190.65	90.79%	188.88
5	M-2	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	33667	186.01	88.57%	
6	M-2	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	34386	189.98	90.47%	
7	M-3	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	36775	203.18	96.75%	207.74
8	M-3	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	36000	198.90	94.71%	
9	M-3	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	40028	221.15	105.31%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

Tabla N° 28: Ensayo de compresión de las probetas con una antigüedad de siete días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm <sup>2</sup>	Area en Cm <sup>2</sup>	Fecha de moldeo	Edad días	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm <sup>2</sup>	%	
1	M-1	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	26843	148.30	70.62%	164.64
2	M-1	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	30391	167.91	79.96%	
3	M-1	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	32164	177.70	84.62%	
4	M-2	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	40680	224.75	107.02%	223.10
5	M-2	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	40680	224.75	107.02%	
6	M-2	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	39785	219.81	104.67%	
7	M-3	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	47185	260.69	124.14%	252.01
8	M-3	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	46091	254.65	121.26%	
9	M-3	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	43568	240.71	114.62%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).



Tabla N° 29: Ensayo de compresión de las probetas con una antigüedad de catorce días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad días	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
1	M-1	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	31778	175.57	83.60%	202.41
2	M-1	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	36283	200.46	95.46%	
3	M-1	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	41849	231.21	110.10%	
4	M-2	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	40257	222.41	105.91%	237.34
5	M-2	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	45641	252.16	120.08%	
6	M-2	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	42977	237.44	113.07%	
7	M-3	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	49080	271.16	129.12%	254.44
8	M-3	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	45481	251.28	119.66%	
9	M-3	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	43599	240.88	114.70%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

Tabla N° 30: Ensayo de compresión de las probetas con una antigüedad de veinte ocho días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad días	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
1	M-1	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	42884	236.93	112.82%	234.62
2	M-1	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	42396	234.23	111.54%	
3	M-1	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	42118	232.70	110.81%	
4	M-2	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	43452	240.07	114.32%	238.60
5	M-2	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	42181	233.04	110.97%	
6	M-2	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	43928	242.70	115.57%	
7	M-3	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	48597	268.49	127.85%	267.69
8	M-3	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	48635	268.70	127.95%	
9	M-3	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	48126	265.89	126.61%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

#### 4.4.1.1 Ensayo de compresión probeta de concreto en la muestra M1.

Tabla N° 31: Ensayo de compresión de la muestra M1 con una antigüedad de tres días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad días	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
1	M-1	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	29709	164.14	78.16%	156.34
2	M-1	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	25841	142.77	67.98%	
3	M-1	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	29341	162.10	77.19%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

Tabla N° 32: Ensayo de compresión de la muestra M1 con una antigüedad de siete días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad días	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
1	M-1	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	26843	148.30	70.62%	164.64
2	M-1	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	30391	167.91	79.96%	
3	M-1	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	32164	177.70	84.62%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

Tabla N° 33: Ensayo de compresión de la muestra M1 con una antigüedad de catorce días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad dias	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
1	M-1	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	31778	175.57	83.60%	202.41
2	M-1	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	36283	200.46	95.46%	
3	M-1	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	41849	231.21	110.10%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

Tabla N° 34: Ensayo de compresión de la muestra M1 con una antigüedad de veinte ocho días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad dias	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
1	M-1	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	42884	236.93	112.82%	234.62
2	M-1	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	42396	234.23	111.54%	
3	M-1	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	42118	232.70	110.81%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

#### 4.4.1.2 Ensayo de compresión probeta de concreto en la muestra M2.

Tabla N° 35: Ensayo de compresión de la muestra M2 con una antigüedad de tres días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad dias	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
4	M-2	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	34508	190.65	90.79%	188.88
5	M-2	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	33667	186.01	88.57%	
6	M-2	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	34386	189.98	90.47%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

Tabla N° 36: Ensayo de compresión de la muestra M2 con una antigüedad de siete días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad dias	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
4	M-2	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	40680	224.75	107.02%	223.10
5	M-2	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	40680	224.75	107.02%	
6	M-2	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	39785	219.81	104.67%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

Tabla N° 37: Ensayo de compresión de la muestra M2 con una antigüedad de catorce días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad dias	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
4	M-2	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	40257	222.41	105.91%	237.34
5	M-2	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	45641	252.16	120.08%	
6	M-2	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	42977	237.44	113.07%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

Tabla N° 38: Ensayo de compresión de la muestra M2 con una antigüedad de veinte ocho días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad días	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
4	M-2	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	43452	240.07	114.32%	238.60
5	M-2	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	42181	233.04	110.97%	
6	M-2	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	43928	242.70	115.57%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

#### 4.4.1.3 Ensayo de compresión probeta de concreto en la muestra M3.

Tabla N° 39: Ensayo de compresión de la muestra M3 con una antigüedad de tres días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad días	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
7	M-3	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	36775	203.18	96.75%	207.74
8	M-3	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	36000	198.90	94.71%	
9	M-3	210	181	02/02/2021	3	05/02/2021	40028	221.15	105.31%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

Tabla N° 40: Ensayo de compresión de la muestra M3 con una antigüedad de siete días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad días	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
7	M-3	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	47185	260.69	124.14%	252.01
8	M-3	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	46091	254.65	121.26%	
9	M-3	210	181	29/01/2021	7	05/02/2021	43568	240.71	114.62%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

Tabla N° 41: Ensayo de compresión de la muestra M3 con una antigüedad de catorce días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad días	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
7	M-3	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	49080	271.16	129.12%	254.44
8	M-3	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	45481	251.28	119.66%	
9	M-3	210	181	22/01/2021	14	05/02/2021	43599	240.88	114.70%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

Tabla N° 42: Ensayo de compresión de la muestra M1 con una antigüedad de veinte ocho días.

N°	Especimen	F'c en Kg/cm2	Area en Cm2	Fecha de moldeo	Edad días	Fecha de rotura	Fuerza corregida	Resistencia		Promedio
								Kg/cm2	%	
7	M-3	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	48597	268.49	127.85%	267.69
8	M-3	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	48635	268.70	127.95%	
9	M-3	210	181	08/01/2021	28	05/02/2021	48126	265.89	126.61%	

Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

Figura N° 33 y 34: Prueba de roturas a la compresión de las muestras M1, M2 y M3.

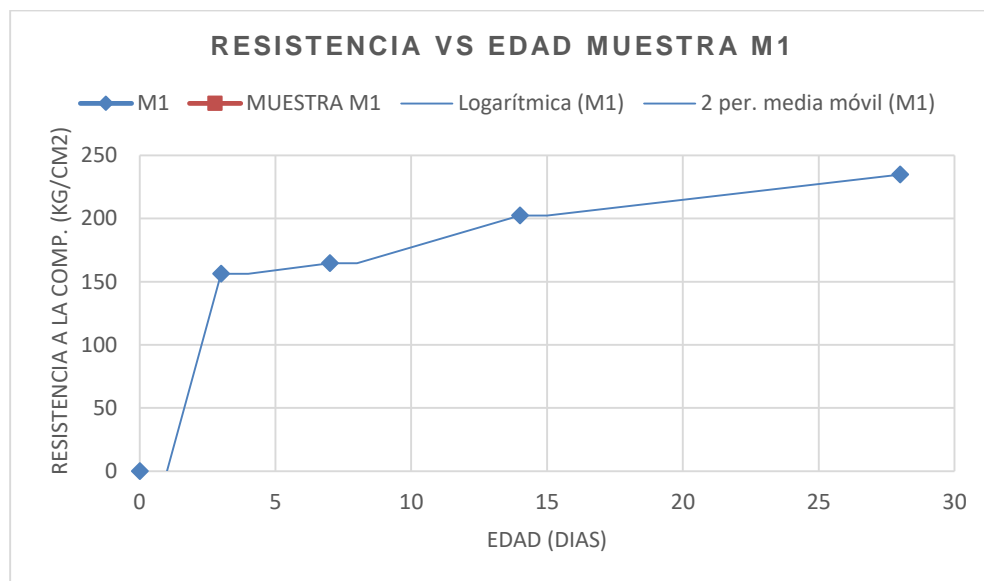


Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

#### 4.4.2 Límite de inclinación a ensayos de compresión con antigüedades de 3, 7, 14 y 28 días en las muestras M1, M2 y M3.

##### 4.4.2.1 Límite de inclinación a ensayos de compresión - muestra M1.

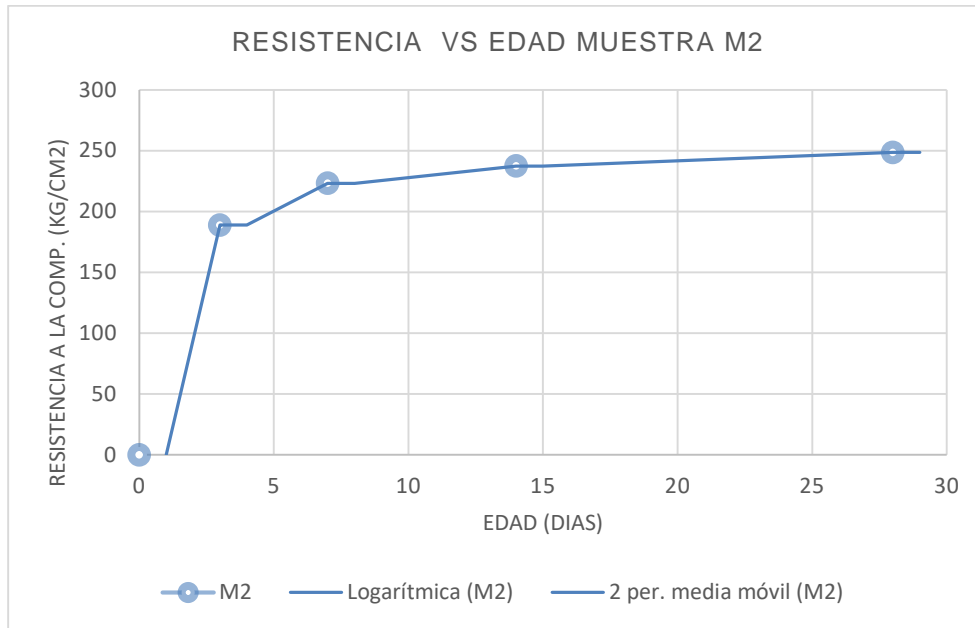
Figura N° 35: Ensayos de compresión con antigüedades 3, 7, 14 y 28 días de M1



Fuente: Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

#### 4.4.2.2 Límite de inclinación a ensayos de compresión - muestra M2.

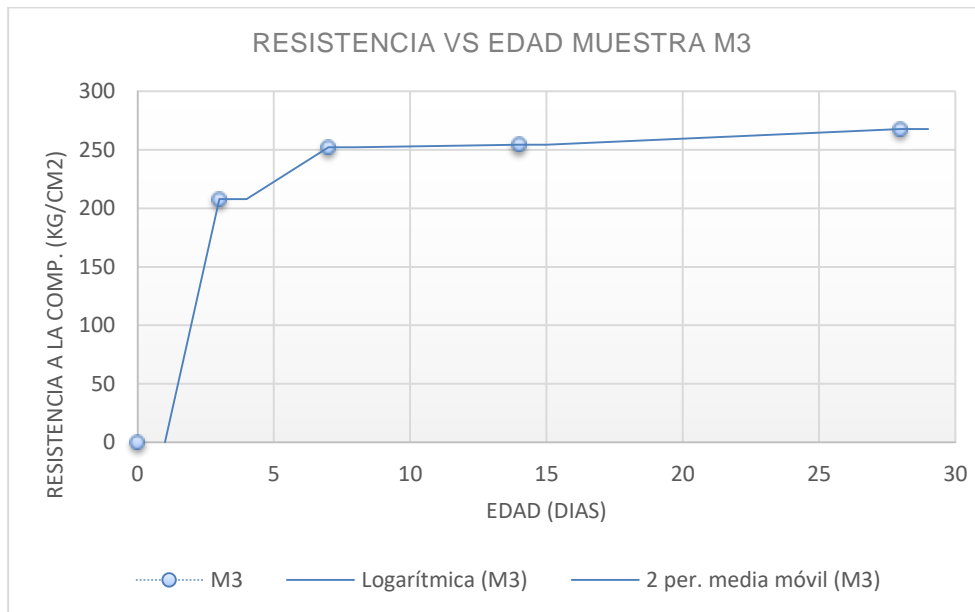
Figura N° 36: Ensayos de compresión con antigüedades 3, 7, 14 y 28 días de M2



Fuente: Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

#### 4.4.2.3 Límite de inclinación a ensayos de compresión - muestra M3.

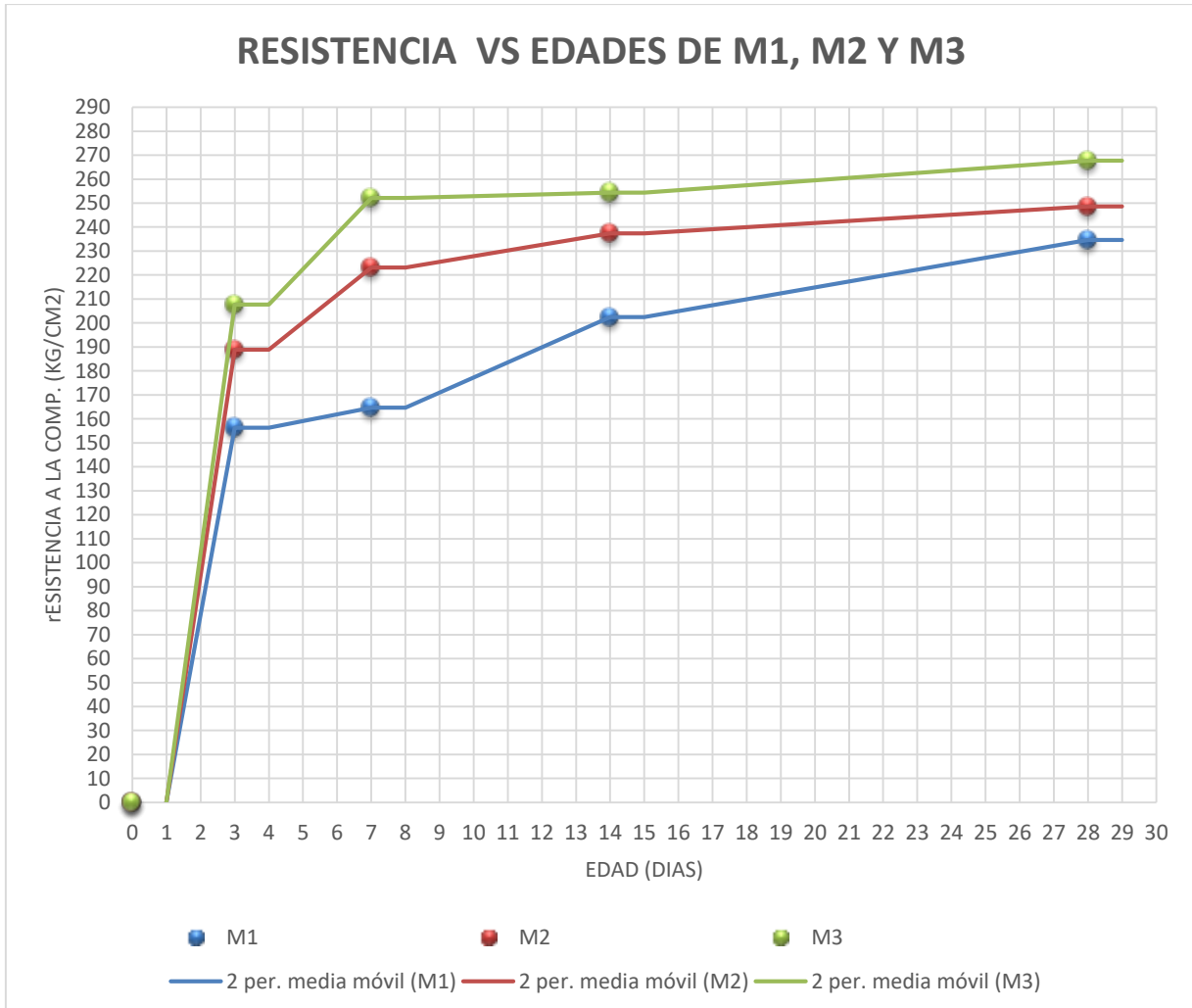
Figura N° 37: Ensayos de compresión con antigüedades 3, 7, 14 y 28 días de M3



Fuente: Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

#### 4.4.3 Límite comparativo de inclinación a ensayo de compresión con antigüedades 3, 4, 14 y 28 días en las muestras M1, M2 y M3.

Figura N° 38: Ensayos de compresión con antigüedades 3, 7, 14 y 28 días, para M1, M2 y M3



Fuente: Elaboración propia (resultados del ensayo en el laboratorio).

En el descriptivo de la figura 38, se evidencia límites de inclinación conforme al incremento de edades en cada espécimen, en la que se puede visualizar la línea de tendencia para la muestra M1, M2 y M3. Línea de tendencia a ensayos de compresión de diseño patrón M1 (sin aditivo) resulta ser inferior que las muestras M2 y M3, mientras la muestra M3 (con aditivo acelerante de fragua) resultando alcanzar muy próximo a la resistencia requerida a los 3 días de edad. En la cual se comprobó el efecto positivo de los aditivos Chema Plast y Chema Estruct.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Discusiones

Concluido la elaboración de la tesis utilizando el material de piedra chancada tamaños entre  $\frac{1}{2}$ " a  $\frac{3}{4}$ " y arena gruesa de la chancadora la Moderna Rio cachi, con la dosificación de concreto patrón con firmeza en contra aplastamiento de  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, según los ensayos a la prueba de rotura de los especímenes de concreto se obtuvo los resultados:

1. La muestra M2 diseño de mezcla con la integración de aditivo plastificante (Chema plast).

- ✓ Con una antigüedad de 3 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c= 188.88$  kg/cm<sup>2</sup>, al 89.94% de resistencia solicitada en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 7 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c= 223.11$  kg/cm<sup>2</sup>, al 106.24% de resistencia en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 14 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c= 237.34$  kg/cm<sup>2</sup>, al 113.02% de resistencia solicitada en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 28 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c= 248.60$  kg/cm<sup>2</sup>, al 118.38% de resistencia solicitada en la dosificación.

En la figura 38, se observa que los primeros 3 días de edad tiene una evolución acelerada, a los 7 días supera al 100% de la resistencia requerida con la incorporación de aditivo Chema Plast.

2. La muestra M3 diseño de mezcla con la incorporación de aditivo plastificante (Chema Plast) y acelerante de fragua (Chema Estruct).

- ✓ Con una antigüedad de 3 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c= 207.74$  kg/cm<sup>2</sup>, al 98.92% de resistencia solicitada en la dosificación.

- ✓ Con una antigüedad de 7 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c = 252.11 \text{ kg/cm}^2$ , al 120.01% de resistencia solicitada en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 14 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c = 254.44 \text{ kg/cm}^2$ , al 121.16% de resistencia solicitada en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 28 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c = 267.69 \text{ kg/cm}^2$ , al 127.47% de la resistencia a compresión requerida.

En la figura 38, se observa que los primeros 3 días de edad logra alcanzar la resistencia muy próxima al 100% del diseño requerido con la incorporación de aditivo Chema Plast (plastificante) y Chema Estruct (acelerante de fragua).

Los resultados de esta investigación se comparan con otro estudio realizado en la misma en el departamento de la Libertad La consecuencia de la resistencia al uso de aditivo Chema 3 para  $F'c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$  fue elaborada con 3% de aditivo Chema con relación a la mezcla primigenia, con el uso de la estadística se aprecia que hay una diferencia muy relevante entre las mezclas se apreció la modificación y el incremento de la resistencia entre los 7, 14, y 28 días. De lo señalado anteriormente se puede decir que el aditivo Chema 3 trabaja como se esperaba como acelerador de resistencia, permitiendo alcanzar un incremento de la resistencia a temprana edad sin afectar la resistencia de diseño, a los 7 días con un porcentaje de 1.15% ( $217.1 \text{ kg/cm}^2$ ), para 14 días con un porcentaje de 1.05% ( $272.23 \text{ kg/cm}^2$ ), y para los 28 días con un porcentaje de 1.24% ( $301.7 \text{ kg/cm}^2$ ) mayor que sin aditivo la cual también a los 14 días incremento, siendo su resistencia para los 7 días sin aditivo ( $189.13 \text{ kg/cm}^2$ ), para los 14 días ( $258.1 \text{ kg/cm}^2$ ) y para los 28 días ( $242.87 \text{ kg/cm}^2$ ) . (Camacho, 2017)



## VI. CONCLUSIONES

### 6.1 Conclusiones

Finalizado con el desarrollo de labor en experimentación, utilizando el material de piedra chancada tamaños entre  $\frac{1}{2}$ " a  $\frac{3}{4}$ " y arena gruesa de la chancadora la Moderna Rio cachi, con la dosificación de concreto patrón con firmeza en contra aplastamiento de  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, según los ensayos a la prueba de rotura de los especímenes de concreto se obtuvo los resultados esperados, y se concluye como sigue:

1) La muestra M1 patrón (diseño de mezcla sin ningún tipo de aditivo).

- ✓ Con una antigüedad de 3 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c= 156.33$  kg/cm<sup>2</sup>, al 74.45% de resistencia solicitada en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 7 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c= 164.64$  kg/cm<sup>2</sup>, al 78.40% de resistencia solicitada en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 14 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c= 202.41$  kg/cm<sup>2</sup>, al 96.39% de resistencia solicitada en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 28 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c= 234.62$  kg/cm<sup>2</sup>, al 111.72% de resistencia requerida en la dosificación.

En la figura 38, se observa que los primeros 3 días de edad tiene una evolución acelerada y con una tendencia constante hasta los 14 días, a los 28 días superando al 100% de la resistencia requerida.

2) La muestra M2 diseño de mezcla con la integración de aditivo plastificante (Chema plast).

- ✓ Con una antigüedad de 3 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c= 188.88$  kg/cm<sup>2</sup>, al 89.94% de resistencia solicitada en la dosificación.

- ✓ Con una antigüedad de 7 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c = 223.11 \text{ kg/cm}^2$ , al 106.24% de resistencia en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 14 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c = 237.34 \text{ kg/cm}^2$ , al 113.02% de resistencia solicitada en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 28 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c = 248.60 \text{ kg/cm}^2$ , al 118.38% de resistencia solicitada en la dosificación.

En la figura 38, se observa que los primeros 3 días de edad tiene una evolución acelerada, a los 7 días supera al 100% de la resistencia requerida con la incorporación de aditivo Chema Plast.

3) La muestra M3 diseño de mezcla con la incorporación de aditivo plastificante (Chema Plast) y acelerante de fragua (Chema Estruct).

- ✓ Con una antigüedad de 3 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c = 207.74 \text{ kg/cm}^2$ , al 98.92% de resistencia solicitada en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 7 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c = 252.11 \text{ kg/cm}^2$ , al 120.01% de resistencia solicitada en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 14 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c = 254.44 \text{ kg/cm}^2$ , al 121.16% de resistencia solicitada en la dosificación.
- ✓ Con una antigüedad de 28 días, logra alcanzar en el ensayo de compresión a  $f'c = 267.69 \text{ kg/cm}^2$ , al 127.47% de la resistencia a compresión requerida.

En la figura 38, se observa que los primeros 3 días de edad logra alcanzar la resistencia muy próxima al 100% del diseño requerido con la incorporación de aditivo Chema Plast (plastificante) y Chema Estruct (acelerante de fragua).

## VII. RECOMENDACIONES

### 7.1 Recomendaciones

Al finalizar con el desarrollo del trabajo de investigación se tiene las siguientes recomendaciones:

- ✓ Para el diseño de mezcla las peculiaridades físicas de piedra chancada y arena gruesa se deberá cumplir con la caracterización especificada en la norma ASTM C-33 o NTP 400.012 y 400.037, ya que los ensayos de rotura a la compresión dependerán de las cualidades física mecánicas de estos materiales.
- ✓ Por las experiencias obtenidas durante el desarrollo del trabajo de investigación, recomiendo el curado de concreto mínimamente los primeros 7 días de edad con agua potable y limpio.
- ✓ Para el proceso de preparación del concreto con aditivos, añadir al agua amasado la cantidad requerida según el diseño, luego proceder el batido con la mezcladora durante un periodo de 5 a 8 minutos, con la finalidad de obtener un concreto homogéneo y trabajable.
- ✓ Según la interpretación de los resultados en la figura 38, recomiendo el uso necesario del aditivo plastificante en la preparación de todo tipo de concreto, ya que esta reduce la cantidad de agua del amasado, obteniendo un concreto plástico, trabajable y mayor grado asentamiento, finalmente se obtendrá un concreto con mayor resistencia a la compresión.
- ✓ Según la interpretación de límites de inclinación, en la gráfica comparativa, recomiendo el uso del aditivo acelerante de fragua en aquellas obras, que se requiere optimizar el periodo de ejecución en una obra, ya que el aditivo (acelerante de fragua), ayuda a fraguar el concreto logrando alcanzar la resistencia requerida entre los 3 a 7 días de edad.

## REFERENCIAS

1. **Col.sika.com**, pagina web de sika Colombia.
2. **Lopez W. & Bocanegra V.** Comparacion entre las resistencias obtenidas mediante ensayos de compresion en cilindros de mortero de inyeccion con: material saturado, aditivos plastificantes y/o acelerantes. Tesis para optar el titulo de ingeniero civil de la Universidad de Colombia, 2017, p.10.
3. **Castellon H. & De la Ossa K.** Estudio comparativo de la resistencia a la compresion de los concretos elaborados con cemento Tipop I y Tipo III, modificados con aditivos acelerante y retardante. Tesis para optar el titulo de ingeniero civil de la Universidad de Cartagena, 2013, pág. 102.
4. **Garcia J. & Guerrero W.** Análisis Experimental del Uso de un Aditivo Reductor de Agua de Alto Rango y Retardante, para el Control de la Consistencia y Resistencia del Concreto Hidráulico Utilizado en Carreteras”. Tesis de doctorado en ingeniería. Universidad del Salvador facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Ingeniería Civil- Quito. 2009. p. 42.
5. **Huarcaya C.** Comportamiento del Asentamiento en el Concreto Usando Aditivo Polifuncional Sikament 290N y Aditivo Superplastificante de Alto Desempeño Sika Viscoflow 20E, tesis para optar el título de ingeniero Civil. Universidad Ricardo Palma. 2014, p.265, 266.
6. **Camacho M.** Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Convencional Usando Agregado Global del Rio Bado Huamachoco- La Libertad y Aditivo Chema 3. tesis para optar el título de ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego. 2017, p.71.
7. **Huamani I.** Concreto autocompactante: Diseño, beneficios y consideraciones básicas para su uso en la ciudad de Ayacucho”, Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. 2018, p.8, 117.
8. **Anyosa S.** Determinación de la resistencia del concreto simple en tiempo real”, Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. 2018, p.11, 91.

9. **Abanto F.** Tecnología del concreto. Lima, Perú: San marcos, 1994, p.
10. **Pasquel E.** Tópicos de Tecnología del Concreto (Segunda Edición). Perú, 1998.
11. **Chema.** Hoja Técnica Chema Estruct. Acelerante de fragua.
12. **Chema.** Hoja Técnica Chema Plast. Plastificante reductor de agua.
13. **UNACEM.** Ficha Técnica de cemento Andino Premium.
14. **Rivva E.** Naturaleza y materiales de concreto (Segunda Edición). Perú, 2000.
15. **Rivva E.** Materiales para la construcción (Tercera Edición). Perú, 2014.
16. **Neville A. & Brooks J.** Tecnología del concreto, Trillas, primera edición, Mexico 1998.
17. **Anderson A.** Concrete Technology Corporation Tacoma, Washington, 1999.
18. **Toxemen.** Guía básica curado del concreto, Versión 2016.
19. **American Estándar Test Material (ASTM) C-150** (cemento portland)  
Norma Técnica Peruana **NTP 334.09.** (cemento portland)
20. **American Estándar Test Material (ASTM) C-494.** (aditivos)  
Norma Técnica Peruana **NTP 334.088**
21. **American Estándar Test Material (ASTM) C-1602.** (agua mezclada)  
Norma Técnica Peruana **NTP 339.088.**
22. **American Estándar Test Material (ASTM) C-33.** (agregados)  
Norma Técnica Peruana **NTP 400.037.**
23. **American Estándar Test Material (ASTM) C-136** (módulo de fineza)  
Norma Técnica Peruana **NTP 400.012.**
24. **American Estándar Test Material (ASTM C127, ASTM C128, PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN)**  
Norma Técnica Peruana NTP 400.021 y NTP 400.022.
25. **American Estándar Test Material (ASTM) C-566** (contenido de humedad)  
Norma Técnica Peruana **NTP 339.185.**
26. **American Estándar Test Material (ASTM) C-29** (peso unitario)  
Norma Técnica Peruana NTP 400.017
27. **American Estándar Test Material (ASTM) C-31** (elaboración y curado de las probetas cilíndricas en obra)

Norma Técnica Peruana NTP 339.033

- 28. AGUILAR O. & RODRIGUEZ E.** Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la Norma ASTM C 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio. Doctorado en Ingenierías thesis, Universidad de El Salvador (2009).
- 29. NTP 339.034. (2008).** Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima, Perú: Indecopi.
- 30. NTP 334.009. (2011).** Cemento portland. Requisitos. Lima, Perú: Indecopi.
- 31. NTP 400.012. (2001).** Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú: Indecopi.
- 32. NTP 334.064. (2009).** CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el calor de hidratación del cemento Portland. Método por disolución. Lima, Perú: Indecopi.
- 33. Boletín construyendo edición N 17.** Aceros Arequipa-Peru.
- 34. NTP 339.219: (2008)** (revisada el 2018) Hormigón (Concreto). Método de ensayo normalizado para determinar la fluidez de asentamiento del concreto autocompactado. 1a Edición.
- 35. NTP 339.218: (2008)** (revisada el 2018) Hormigón (Concreto). Método de ensayo normalizado para la segregación estática del hormigón (concreto) autocompactante. Ensayo de columna. 1a Edición.
- 36. Damas Lucas Maciel, Roberto Coelho Adenilson, Samy y Pereira Helena Ravache.** Estudo das propriedades do concreto convencional com aditivo ou adição de água para correção de consistência. Revista Materia [En Línea]. Diciembre 2020 N° 25(4). [Fecha de consulta: 04 de marzo 2021].  
Disponibile en: <https://doi.org/10.1590/s1517-707620200004.1211>  
ISSN 1517-7076
- 37. Farfán M y Leonardo E.** Recycled rubber in the compressive strenght and bending of modified concrete with plasticizing admixtrue. Revista Ingeniería de Construcción RIC [En Línea]. Mayo 2018 N° 33(3). [Fecha de consulta: 04 de marzo 2021].

Disponibile en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300241>

ISSN 0718-5073

- 38.** Rufino E.S. y Galdino A. G. S. Avaliação das propriedades físico-mecânicas de argamassa com utilização de resíduos de fundição. Revista Ceramica [En Línea]. Diciembre 2015 N° 61(360). [Fecha de consulta: 04 de marzo 2021].

Disponibile en: <https://doi.org/10.1590/0366-69132015613601947>

ISSN 1678-4553

- 39.** Da Silva W.R, Tochetto E, Prudêncio Jr L.R. y Oliveira A.L. Influência do emprego de areia de fundição residual nas propriedades no estado fresco e endurecido de misturas cimentícias. Revista Ibrocon de Estruturas e Materiais [En Línea]. Octubre 2014 N° 4(4). [Fecha de consulta: 04 de marzo 2021].

Disponibile en: <https://doi.org/10.1590/S1983-41952011000400008>

ISSN 1983-4195

- 40.** Baquero Sanabria B. A., Güiza Galeano R. A. y García Marín F. M. Estudio exploratorio de arcilla expandida y piedra pómez como agregados en la producción de concretos ligeros. Revista Ingeniería y Desarrollo [En Línea]. Diciembre 2019 N° 37(2). [Fecha de consulta: 04 de marzo 2021].

Disponibile en: <https://doi.org/10.14482/inde.37.2.1624>

ISSN 1983-4195

## **ANEXOS**

**ANEXO A:** Diseño de mezcla.

**ANEXO B:** Ficha técnica de Cemento Portland Tipo I marca Andino.

**ANEXO C:** Hoja técnica Chema Plast.

**ANEXO D:** Hoja técnica Chema Estruct.

**ANEXO E:** Pruebas de ensayo resistencia a la compresión.

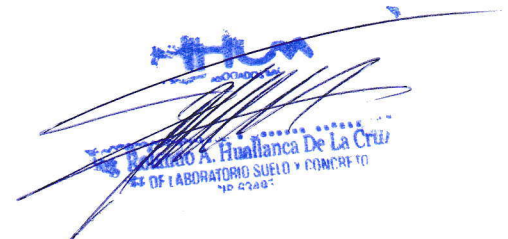
**ANEXO F:** Paneles fotográficos.

**ENSAYO DE PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO  
ASTM C 128**

**PROYECTO** : TESIS EFECTO DEL ADITIVO CHEMA EN LA RESISTENCIA DE CONCRETO FC 210kg/cm2  
ANEXO SIMPAPATA DISTRITO AYACUCHO.  
**TESISTA** : Ing. VIRGILIO JORGE YUPANQUI  
**TESISTA** : Ing. EMIR HUAMANI HUAMANTOMA  
**CANTERA** : RIO CACHI - CHANCADORA LA MODERNA  
**MATERIAL** : ARENA GRUESA.

**FECHA DE ENSAYO :**

Nº DE ENSAYOS	1	2		
ESTRUCTURA	DISEÑO	DISEÑO		
Fecha de Ensayo.				
Wmuestra SSS (S).	500	500		
Wfiola+ 500 ml. de Agua (B)	656.9	656.9		
Wfiola+W muestra+WAgua	1156.9	1156.9		
WmuestSSS+Fiola+Agua a ( C ).	965.0	965		
Wmuest. seco horno a 105 °C (A)	491.0	491.0		
Vmuest. + Aire	191.9	191.9		
Vaire	9	9		
V. masa	182.9	182.9		
P.E.masa	2.559	2.559		
P.E.sss	2.606	2.606		
P.E.aparente	2.685	2.685		
% Absorción	1.833	1.833		
	PROMEDIO ESPECÍFICO =		<b>2.559</b>	
	PROMEDIO ABSORCION =		<b>1.833</b>	
OBSERVACIONES : La temperatura de ensayo del agua destilada es a 20 °C.				

  
**LABORATORIO SUELO Y CONCRETO**  
 HUANANCA DE LA CRUZ





**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO-ASTM C - 33-83**

**PROYECTO** : TESIS EFECTO DEL ADITIVO CHEMA EN LA RESISTENCIA DE CONCRETO FC 210kg/cm2

ANEXO SIMPAPATA DISTRITO AYACUCHO.

**TESISTA** : Ing. VIRGILIO JORGE YUPANQUI

**TESISTA** : Ing. EMIR HUAMANI HUAMANTOMA

**CANTERA** : RIO CACHI - CHANCADORA LA MODERNA

**MATERIAL** : PIEDRA CHANCADA (3/4" a N°4).

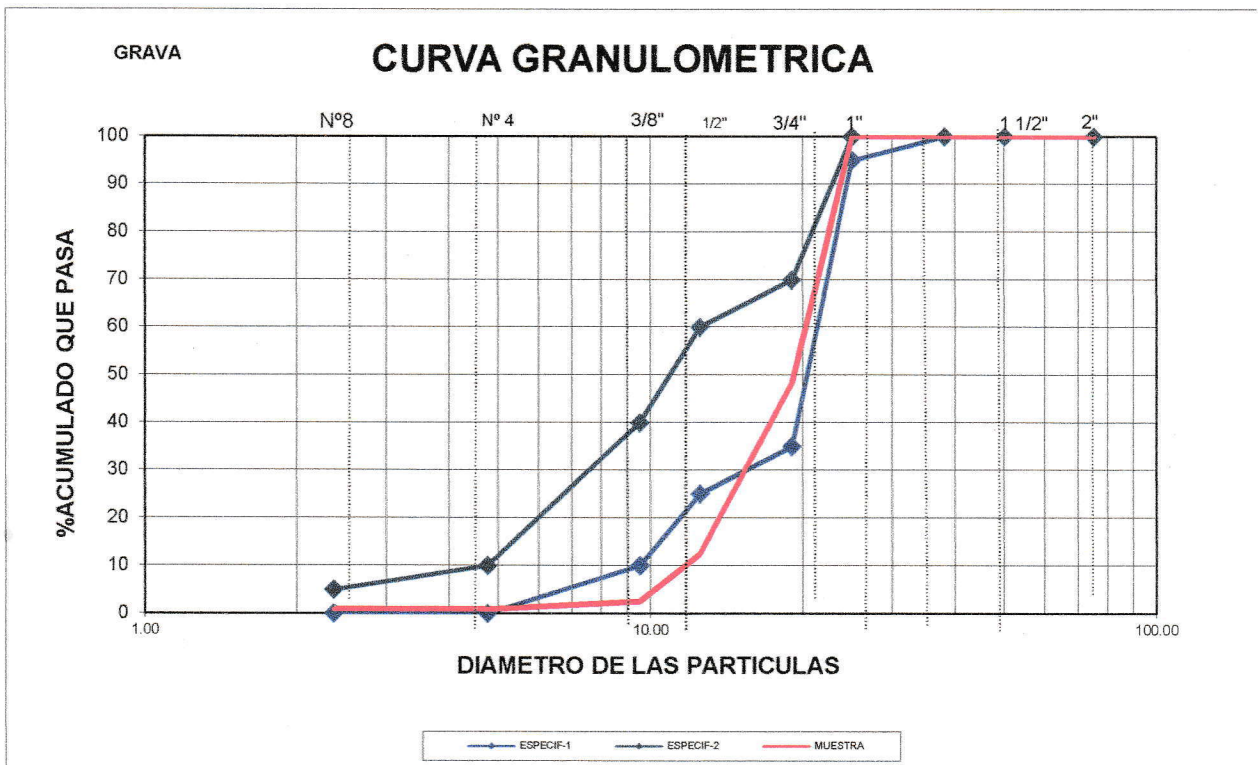
PESO INICIAL SECO (gr) : 17826.26

Fecha : Diciembre 2020

PESO LAVADO SECADO (gr) : 17778.00

Modulo de Fineza : 8.35

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C-33 HUSO 7	
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1-1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
3/4"	19.00	9197.00	51.59	51.59	48.41	35	70
1/2"	12.50	6412.00	35.97	87.56	12.44	25	60
3/8"	9.50	1773.00	9.95	97.51	2.49	10	40
N°4	4.75	287.00	1.61	99.12	0.88	0	10
N°8	2.36	9.00	0.05	99.17	0.83	0	5
FONDO	0.00	100.00	0.56	99.73	0.27	0	0
LAVADO	0.00	48.26	0.27	100.00	0.00		



**PROPIEDADES FISICAS**

% CONTENIDO DE HUMEDAD	0.63	%
PESO UNITARIO SUELTO	1483	Kg/m3
PESO UNITARIO VARILLADO	1615	Kg/m3
PESO ESPECIFICO	2.574	gr/cm3,
% DE ABSORCION	1.53	%
MODULO DE FINEZA	8.35	%

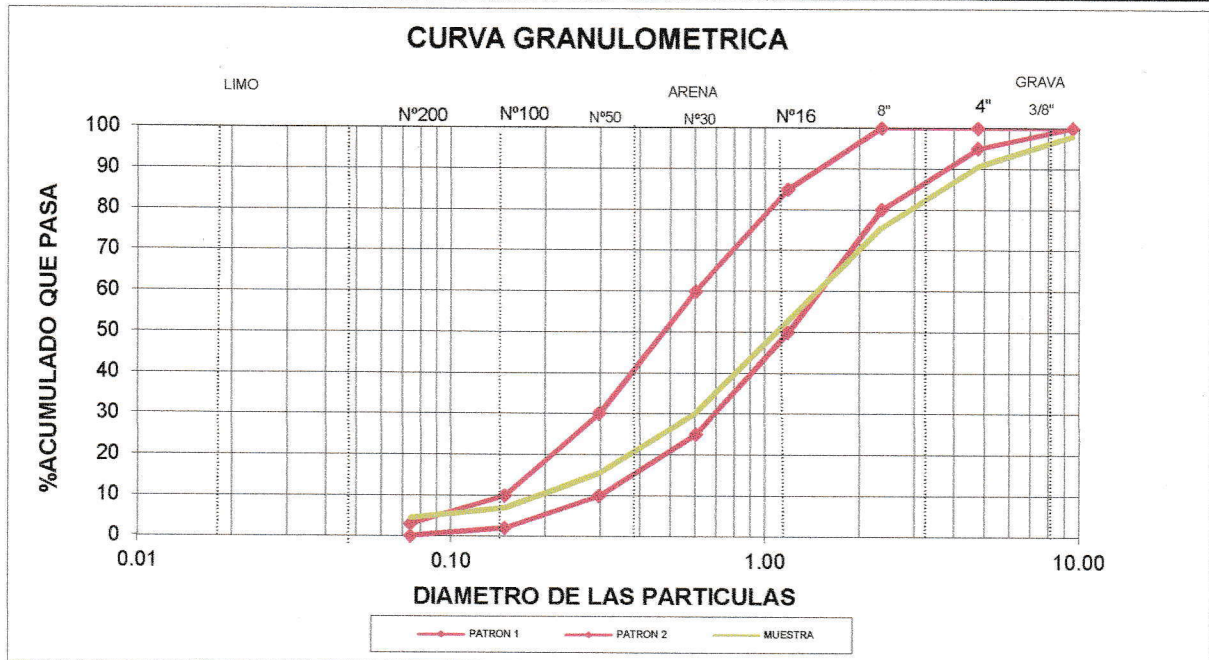
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO-ASTM C - 33-83**

**PROYECTO** : TESIS EFECTO DEL ADITIVO CHEMA EN LA RESISTENCIA DE CONCRETO FC 210kg/cm2  
ANEXO SIMPAPATA DISTRITO AYACUCHO.  
**TESISTA** : Ing. VIRGILIO JORGE YUPANQUI  
**TESISTA** : Ing. EMIR HUAMANI HUAMANTOMA  
**CANTERA** : RIO CACHI - CHANCADORA LA MODERNA  
**MATERIAL** : ARENA GRUESA.

PESO INICIAL SECO (gr) **899.0**  
PESO LAVADO SECADO (gr) **860.7**

Fecha : **Diciembre 2020**  
Modulo Finura : **3.28**

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C-33	
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1-1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.50	19.00	2.11	2.11	97.89	100	100
Nº4	4.75	65.00	7.23	9.34	90.66	95	100
Nº8	2.34	136.00	15.13	24.47	75.53	80	100
Nº16	1.18	203.00	22.58	47.05	52.95	50	85
Nº30	0.60	205.40	22.85	69.90	30.10	25	60
Nº50	0.30	130.50	14.52	84.42	15.58	10	30
Nº100	0.15	77.40	8.61	93.03	6.97	2	10
Nº200	0.07	21.90	2.44	95.46	4.54	0	3
FONDO		2.50	0.28	95.74	4.26	0	0
LAVADO		38.30	4.26	100.00	0.00		



**PROPIEDADES FISICAS**

CONTENIDO DE HUMEDAD	3.81	%
PESO UNITARIO SUELTO	1637.21	Kg/m3
PESO UNITARIO VARILLADO	1844.43	Kg/m3
MODULO DE FINURA	3.282	%
PESO ESPECIFICO	2.559	gr/cm3,
% de ABSORCION	1.833	%

**Laboratorio A. Huallanca De La Cruz**  
 DE LABORATORIO SUELO Y CONCRETO  
 Nº 57487

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
COMITÉ 211 DEL ACI**

**PROYECTO** : TESIS EFECTO DEL ADITIVO CHEMA EN LA RESISTENCIA DE CONCRETO FC 210kg/cm<sup>2</sup>  
ANEXO SIMPAPATA DISTRITO AYACUCHO.

**TESISTA** : Ing. VIRGILIO JORGE YUPANQUI

**TESISTA** : Ing. EMIR HUAMANI HUAMANTOMA

**MATERIAL** :PIEDRA CHANCADA -ARENA - CANTERA RIO CACHI

**CEMENTO** : PORTLAN TIPO I " ANDINO"

**DISEÑO** : PRINCIPAL (TEORICO)

**Agua** : AGUA POTABLE

**Aditivo** : Sin aditivo

**FECHA** : Diciembre 2020

F'c = 210 Kg/Cm<sup>2</sup>. F'Cr = 294 Kg/cm<sup>2</sup> S = 84

MATERIAL	CEMENTO	ARENA	PIEDRA
Peso específico	3.15	2.56	2.57
PUS	1500	1637.21	1483.49
PUCS		1844.43	1614.78
% Humedad		3.81	0.63
% Absorción		1.83	1.53
Modulo de Fineza		3.28	8.35

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1 "
SLUMP	3" - 4"
W/C	0.56
VOLUMEN UNITARIO AGUA (TABLA 10,2, 1)	197
VOLUMEN ABSOLUTO AGREGADO GRUESO (Tabla 16,2,2).	0.620
% AIRE.	1.5

**FACTOR CEMENTO**  
CEMENTO 351.79 Kg/m<sup>3</sup>.  
8.3 Bols/m<sup>3</sup>.

**VOLUMEN ABSOLUTO**

CEMENTO 0.112  
AGUA 0.197  
AIRE 0.015  
GRAVA 0.389  
ARENA 0.287

1.00

**MATERIALES POR METRO CUBICO DE CONCRETO** 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

CEMENTO 352 Kg/m<sup>3</sup>  
AGUA 197 Kg/m<sup>3</sup>  
GRAVA 1001 Kg/m<sup>3</sup>  
ARENA 735 Kg/m<sup>3</sup>

**TOTAL = 2285 Kg/m<sup>3</sup>**

**MATERIALES CORREGIDOS POR METRO CUBICO DE CONCRETO**

CEMENTO 352 Kg/m<sup>3</sup> 23.54 ft<sup>3</sup>.  
AGUA EFECTIVA 191 Lt/m<sup>3</sup> 23.13 Lt/saco.  
GRAVA 1007 Kg/m<sup>3</sup> 67.75 ft<sup>3</sup>.  
ARENA 763 Kg/m<sup>3</sup> 45.08 ft<sup>3</sup>.

**TOTAL = 2314**

VOLUM. APARENT. MATER.

PROPORCION EN PESO

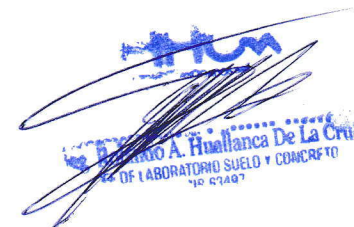
CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
1	2.2	2.9	0.54

PROPORCION EN VOLUMEN

1	1.9	2.9	0.98
---	-----	-----	------

**PROPORCION POR BOLSAS DE CEMENTO**

CEMENTO 42.5 Kg/saco  
AGUA 23.1 Lts/saco  
GRAVA 121.7 Kg/saco  
ARENA 92.2 Kg/saco

  
LABORATORIO A. HUALLANCA DE LA CRUZ  
OF LABORATORIO SUELO Y CONCRETO  
10 67497

## Ficha Técnica

# CEMENTO ANDINO PREMIUM

### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

### Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

### Usos:

- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

### Formato de Distribución:

- **Bolsas de 42.5 Kg:** 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- **Granel:** A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



## Recomendaciones

### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

### Manipulación:

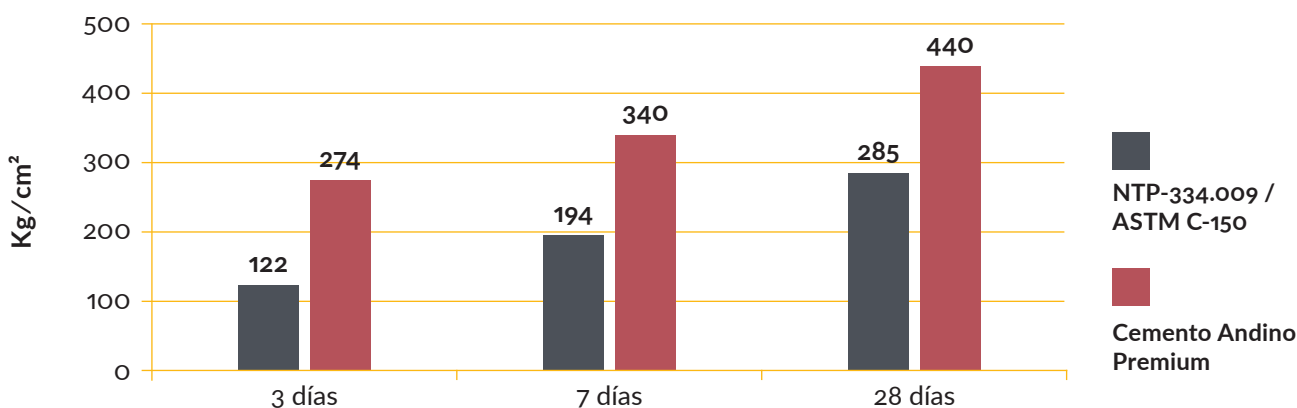
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

### Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Premium



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No especifica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	1.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.68	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.69	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	15.53	No especifica
C <sub>3</sub> S	%	57.35	No especifica
C <sub>3</sub> A	%	7.50	No especifica
C <sub>4</sub> AF	%	10.61	No especifica
<b>Álcalis Equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Requisito opcional, máximo 0.60
<b>Resistencia a los Sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

\*Requisito opcional

**DESCRIPCIÓN**

CHEMA PLAST es un aditivo reductor de agua y plastificante de color marrón de uso universal, que hace posible diseñar mezclas de concreto de fácil colocación. Permite una reducción de agua hasta 10%, generando aumento en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto. Tiene además propiedades de reducir la permeabilidad del concreto. Cumple con los requerimientos de la norma ASTM C-494 tipo A.

**VENTAJAS**

El concreto tratado con CHEMAPLAST tiene las siguientes ventajas:

- Mejor acabado: La plasticidad permite un mejor acabado, por lo tanto, aumenta la durabilidad.
- Aumenta la trabajabilidad y facilita la colocación del concreto en elementos con alta densidad de armadura sin necesidad de aumentar la relación agua / cemento.
- Disminuye la contracción debido a la mejor retención de agua así como mayor aglomeración interna del concreto en estado plástico.
- Aumenta la hermeticidad al agua impermeabilizándolo y produciendo mayor resistencia a la penetración de la humedad y por consiguiente al ataque de sales.
- Aumenta la durabilidad debido a su alto grado de resistencia al salitre, sulfatos y cloruros.
- No contiene cloruros.
- Aumenta la resistencia a la compresión y flexión a todas las edades; mejora la adherencia al acero de construcción.
- No transmite olor ni sabor al agua potable, ni la contamina. Cuenta con certificado CEPIS<sup>1</sup>.

**USOS**

Como reductor de agua y plastificante en:

- En concretos estructurales de edificaciones y en elementos esbeltos.
- En concreto caravista.
- En concretos pretensados y post-tensados.
- En obras hidráulicas.
- En concretos para elementos pre-fabricados: postes, buzones, cajas, tuberías, etc.
- En concretos para pavimentos y puentes.
- En concretos que deben ser desencofrados a temprana edad.
- En concretos de reparación en general.
- En construcciones frente al mar se recomienda utilizarlo desde los cimientos, en el concreto de techos, vigas, columnas, pisos, en el mortero de asentado y en el tarrajeo.
- En esculturas de concreto.

**DATOS TÉCNICOS**

- Apariencia : Líquido
- Color : Marrón oscuro
- Densidad : 1.2 g/ml ± 0.06
- pH : 9.00 - 12.50
- VOC : 0 g/L

**PREPARACIÓN Y  
APLICACIÓN DEL  
PRODUCTO**

Agregar de 145 ml a **360 ml de CHEMA PLAST** por bolsa de cemento al agua de amasado de acuerdo al efecto deseado, sin combinarlo con otros aditivos. Dosificar por separado cuando se usen otros aditivos en la misma mezcla. Se sugiere realizar pruebas previas con los materiales, tipo de cemento y condiciones de obra.

Para morteros impermeables usar diseño 1:3 (1 de cemento+ 3 de arena fina) utilizando la mayor dosis de aditivo.

Es indispensable realizar el curado del concreto con agua o alguno de nuestros curadores como Membranil Económico Reforzado antes y después del fraguado

**RENDIMIENTO**

La dosis sugerida es de 145 ml a 360 ml de CHEMAPLAST por bolsa de cemento. La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales, tipo de cemento y en las condiciones de obra.

**PRESENTACIÓN**

Envase de 1 gal.

Envase de 5 gal.

Envase de 55 gal.

**ALMACENAMIENTO**

1 año almacenado en su envase original, sellado en lugar fresco, ventilado y bajo techo.

**PRECAUCIONES Y  
RECOMENDACIONES**

En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).

Durante su manipulación no beber ni comer alimentos. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua. Es tóxico si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 1 para todos los fines”**

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.



**DESCRIPCIÓN** **CHEMA ESTRUCT** es un aditivo acelerante de fragua para concreto armado, efectivo para disminuir el tiempo de fraguado y ganar resistencias tempranas del concreto. Es ideal para uso con cementos Portland tipo I y tipo V, puzolánicos, etc.

Además, actúa como un anticongelante e inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo. Producto libre de cloruros. Cumple con la norma ASTM C-494 tipo C.

## VENTAJAS

- Acelera las resistencias iniciales en el concreto, ahorrándose tiempo de espera.
- Permite una rápida puesta en servicio.
- Al ser anticongelante evita que los morteros y concretos sufran daños debido a los ciclos hielo-deshielo.
- Actúa como inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo, ideal para concreto armado.
- Reduce los costos de construcción al reducir los tiempos de espera.
- Es compatible con los aditivos plastificantes de la marca CHEMA.

## USOS

- Para desencofrar en menor tiempo estructuras de concreto armado. A 3 días se puede obtener lo que normalmente se gana en 7 días sin el uso de CHEMA ESTRUCT.
- En vaciados de concreto a baja temperatura o donde se espera una helada; evitará el congelamiento del concreto y fraguará en la mitad del tiempo.
- En terrenos con nivel freático superficial.
- Para elementos de concreto pre fabricados.
- Para morteros de inyección.
- Para morteros de anclaje con altas resistencias mecánicas.
- Para vaciados en zonas con aguas subterráneas, superficiales, para vaciados de concreto estructural y convencional y vaciados donde se requiere una rápida puesta en servicio.

## DATOS TÉCNICOS

- Aspecto : Líquido.
- Color : Amarillento.
- Olor : Inodoro.
- Densidad : 1.30 – 1.34kg/L.
- pH : 9.0 – 11.0
- VOC : 0 g/L.

## PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

Se recomienda realizar pruebas a pequeña escala para determinar la dosis exacta para el uso en particular. La dosis varía por influencia de los componentes del cemento, el diseño y las condiciones ambientales de la zona.

Mezclar el **CHEMA ESTRUCT** en el agua de amasado al momento en que prepare la mezcla. Por ningún motivo añada sobre la mezcla seca

Se recomienda realizar ensayos previos si se realizan combinaciones de varios de nuestros productos.

Curar bien los elementos sobre todo desde el primer día hasta el 7<sup>mo</sup> día. Mejor si se usa curador de membrana CHEMA, el cual se aplica en cuanto haya desaparecido la exudación

## RENDIMIENTO

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

- REDUCIDA: 250 ml x bolsa de cemento.
- NORMAL: 375 ml x bolsa de cemento.
- SUPERIOR: 500 ml x bolsa de cemento.

La dosis como porcentaje es 0.6 % a 2% del peso del cemento.

## PRESENTACIÓN

- Envases de 1 gal.
- Envases de 5 gal.
- Envases de 55 gal.

## TIEMPO DE

24 meses almacenados en su envase original, sellado, bajo techo.

## ALMACENAMIENTO

## PRECAUCIONES Y

En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/ 999012933).

## RECOMENDACIONES

Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.

No comer ni beber mientras manipula el producto. Utilizar guantes, máscara para vapores, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines”**

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.









## PANEL FOTOGRAFICO

Imagen 01: Selección de arena gruesa en la chancadora “La Moderna Rio Cachi”.



Imagen 02: Selección de arena gruesa en la chancadora “La Moderna Rio Cachi”.



Imagen 03: Selección de piedra chancada en la chancadora “La Moderna Rio Cachi”.



Imagen 04: Caracterización de la granulometría de arena gruesa y piedra chancada en laboratorio.





Imagen 05: Con la determinación de las propiedades físicas de los agregados se procede con el desarrollo de diseño de mezcla en laboratorio.



Imagen 06: Con la determinación de las propiedades físicas de los agregados se procede con el desarrollo de diseño de mezcla en laboratorio.



Imagen 07: Determinación de la consistencia del concreto en estado fresco en laboratorio (Slump).



Imagen 08: Procedimiento con la obtención de las probetas de concreto en el laboratorio.



Imagen 09: Procedimiento con la obtención de las probetas de concreto en el laboratorio.



Imagen 10: Disponibilidad de arena gruesa y piedra chancada provenientes de la cantera La Moderna Rio-Cachi.



Imagen 11: Disponibilidad de materiales y equipos en el Anexo de Simpapata, en donde se procederá el trabajo de investigación.



Imagen 12: Proceso de obtención de las probetas según el diseño de mezcla. Propiedades físicas del concreto patron sin aditivo.



Imagen 13: Determinación del asentamiento de la mezcla en estado fresco  
Propiedades físicas del concreto patron sin aditivo.



Imagen 14: El proceso de obtención de las probetas en una tanda, para muestra 1, 2 y 3 según diseño.



Imagen 15: Proceso de obtención de las probetas según el diseño de mezcla.  
Propiedades físicas del concreto con la incorporación de aditivo Chema Plast.



Imagen 16: Determinación del asentamiento de la mezcla en estado fresco  
Propiedades físicas del concreto con aditivo Chema Plast.



Imagen 17: Proceso de etiquetado de las probetas



Imagen 18: Proceso de curado de las probetas



Imagen 19: Proceso de curado de las probetas



Imagen 20: Re identificación de las probetas según antigüedad en laboratorio para pruebas de ensayo a la compresión.





Imagen 21: Re identificación de las probetas según antigüedad en laboratorio para pruebas de ensayo a la compresión.

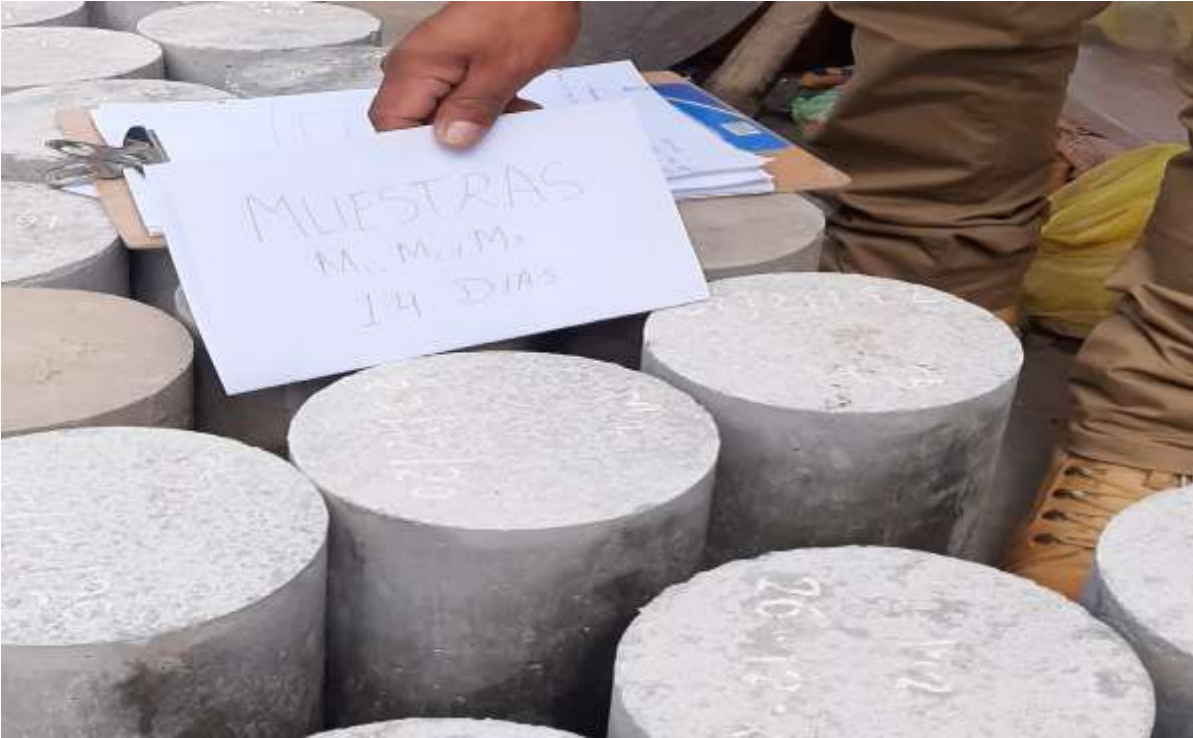


Imagen 22: Re identificación de las probetas según antigüedad en laboratorio para pruebas de ensayo a la compresión.



Imagen 23: Re identificación de las probetas según antigüedad en laboratorio para pruebas de ensayo a la compresión.



Imagen 24: Ensayos de compresión de la probetas M3 a los 03 días de antigüedad, en laboratorio.



Imagen 25: Ensayos de compresión de la probetas M2 a los 07 días de antigüedad, en laboratorio.



Imagen 26: Ensayos de compresión de la probetas M3 a los 14 días de antigüedad, en laboratorio.



Imagen 27: Ensayos de compresión de la probetas M2 a los 14 días de antigüedad



Imagen 29: La condición de las probetas, después de la prueba a compresión de las muestras M1, M2 y M3 en laboratorio.



Imagen 30: La condición de las probetas, después de la prueba a compresión de las muestras M1, M2 y M3 en laboratorio.

