

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO $F'c:280\text{kg/cm}^2$ CON ADITIVO CHEMA 3
UTILIZANDO CEMENTO PACASMAYO TIPO I Y CEMENTO
INKA ULTRA RESISTENTE TIPO IC₀”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

SANTILLÁN REQUELME, Manuel

ASESOR:

Ing. JOSE BENJAMIN TORRES TAFUR

CAJAMARCA – PERÚ

2019

AGRADECIMIENTO

Dios, tu amor y tu bondad no tienen fin, porque me permites sonreír ante todos mis logros que son resultados de tu ayuda infinita, este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y te lo agradezco, y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti que esta meta está cumplida. Quiero agradecer también a mi padre José Florentino Santillán Huamán y a mi madre María Aydee Requelme Chuán, a mis hermanos, a mis demás familiares y mis mejores amigos, por apoyarme a lograr este importante objetivo en mi vida.

Un agradecimiento especial a mi asesor Ing. José benjamín Torres Tafur y también al Ing. José Lázaro Lezama Leiva, quienes me brindaron todo su apoyo para el desarrollo satisfactorio de mi tesis de grado.

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Cajamarca, por haberme permitido formarme, a todos los docentes que día a día nos transmitieron sus conocimientos.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a Dios por haberme dado la vida, a mis padres y hermanos, quienes han sido el pilar fundamental en mi formación profesional y por brindarme la confianza, los consejos y los recursos necesarios para culminar satisfactoriamente mi carrera profesional, a mis mejores amigos quienes me apoyaron incondicionalmente.

Gracias a mi Asesor al Ing. José Benjamín Torres Tafur y también agradezco al Ing. José Lázaro Lezama Leiva, quienes me brindaron todo su apoyo para poder realizar mi investigación

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPITULO I	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.5 ALCANCE.....	3
1.6 DELIMITACIÓN Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.6.1 Delimitaciones	3
1.6.2 Limitaciones	3
1.7 OBJETIVOS.....	4
1.8 HIPÓTESIS.....	4
1.9 DEFINICIÓN DE VARIABLES	4
1.10 MATRIZ DE CONSISTENCIA	5
CAPITULO II	6
2.1 MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.1 Antecedentes.....	6
2.1.2 Bases Teóricas	12
2.1.2.1 Concreto.....	12
2.1.2.2 Componentes Del Concreto.....	13
2.1.2.3 Cemento.....	14
2.1.2.4 Tipos de cemento portland	17
2.1.2.5 Los cementos en el Perú	18
2.1.2.6 Usos y aplicaciones de los cementos portland.....	20

2.1.2.7	Cemento Pacasmayo Portland tipo I.....	21
2.1.2.8	Cemento Inka: Cemento Ultra Resistente con adición de microfiller calizo Tipo ICo (NTP 334.090/ASTM C-595).....	22
2.1.3	Agua.....	22
2.1.3.1	Agregados.....	24
2.1.3.2	Agregado fino.....	25
2.1.3.3	Agregado Grueso.....	25
2.1.3.4	Propiedades físicas de los agregados.....	26
2.1.4	Aditivos.....	29
2.1.4.1	Clasificación.....	30
2.1.4.2	Aditivo Chema 3.....	32
2.1.5	Propiedades del concreto.....	33
2.1.6	Diseño de mezclas de concreto.....	35
2.1.6.1	Método ACI 211.....	36
2.1.6.2	Método del módulo de fineza de la combinación de agregados.....	39
CAPITULO III		41
3.1	MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1.1	Ubicación Geográfica.....	41
3.1.2	Materiales, Métodos, Equipos Y Herramientas.....	42
3.1.3	Propiedades Físico Mecánicas de los Agregados.....	44
3.1.3.1	Gravedad específica y absorción del agregado fino.....	44
3.1.3.2	Peso específico y absorción del agregado grueso.....	46
3.1.3.3	Peso unitario.....	47
3.1.3.4	Contenido de humedad.....	49
3.1.3.5	Análisis Granulométrico.....	49
3.1.3.6	Material más fino que pasa el tamiz N° 200.....	51
3.1.3.7	Resistencia a la abrasión.....	51
3.1.4	Diseño de Mezclas.....	53
3.1.5	Elaboración de especímenes de concreto.....	56
3.1.6	Curado de los especímenes.....	57
3.1.7	Ensayos de resistencia a la compresión.....	58
3.1.8	Determinación del módulo de elasticidad del concreto.....	58
CAPITULO IV.....		59

4.1	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	59
4.1.1	Características de los materiales (cemento, agua, aditivo)	59
4.1.2	Propiedades físicas y mecánicas de los agregados	59
4.1.3	Análisis y discusión de características de los materiales.....	60
4.1.4	Presentación de los Resultados de los Diseños de Mezcla	62
4.1.4.1	Resultados del diseño de mezcla de concreto del grupo de control sin aditivo (GCSA)	63
4.1.4.2	Presentación de los resultados del diseño de mezcla de concreto del grupo experimental con aditivo (GECA)	64
4.1.4.3	Resultados del diseño de mezcla de concreto utilizando cemento Pacasmayo tipo I + aditivo	64
4.1.4.4	Resultados del diseño de mezcla de concreto utilizando cemento Inka ultra resistente tipo ICo + aditivo	65
4.1.5	Análisis y discusión de los diseños de mezclas de concreto	66
4.1.6	Análisis de resistencia a la compresión	66
4.1.6.1	Presentación de los resultados de los ensayos a compresión.....	66
4.1.6.2	Ensayos de resistencia a la compresión a la edad de 7 días	66
4.1.6.3	Ensayos de resistencia a la compresión a la edad de 14 días	68
4.1.6.4	Ensayos de resistencia a la compresión a la edad de 28 días	70
4.1.7	Análisis y discusión de resultados	72
4.1.8	Presentación y discusión de los resultados del módulo de elasticidad ...	79
4.1.9	Contraste de la Hipótesis	81
	CAPITULO V	82
5.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
5.1.1	Conclusiones.....	82
5.1.2	Recomendaciones	83
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
	ANEXOS.....	86
	ANEXO I: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS	86
	ANEXO II: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	98
	ANEXO III: CURVAS ESFUERZO – DEFORMACIÓN	102

ANEXO IV: FICHAS TÉCNICAS	126
ANEXO V: PANEL FOTOGRÁFICO.....	131

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de Consistencia	5
Tabla 2 Los cementos en el Perú	18
Tabla 3 Tipos de Cementos que produce cada Empresa	19
Tabla 4 Requisitos técnicos de los cementos.....	19
Tabla 5 Límites de impurezas permitidos al agua de mezcla	24
Tabla 6 Análisis granulométrico: Tablas gráficas mostrando granulometría ideal	26
Tabla 7 Requisitos de granulometría para los agregados gruesos (ASTM C 33).....	27
Tabla 8 Asentamiento recomendados para diversos tipos de estructuras.....	36
Tabla 9 Contenido de aire incorporado	37
Tabla 10 Volumen unitario de agua.....	37
Tabla 11 Volumen unitario de agua.....	37
Tabla 12 Relación agua/cemento por resistencia.....	38
Tabla 13 Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....	38
Tabla 14 Módulo de fineza de la combinación de agregados.....	39
Tabla 15 Tipo de investigación.....	42
Tabla 16 Cantidad mínima de muestra de agregado grueso	50
Tabla 17 F'_{cr} en función de control de calidad en obra	53
Tabla 18 Características físicas de los agregados Agregado fino y Agregado grueso (conforme a la NTP 400.037 y ASTM C-33).....	59
Tabla 19 Requerimientos que deben cumplir el agregado fino para concreto	60
Tabla 20 Requerimientos que deben cumplir el agregado grueso para concreto	61
Tabla 21 Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'_{c} = 280 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando el Cemento Pacasmayo Tipo I.....	63
Tabla 22 Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'_{c} = 280 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando el Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo.....	63
Tabla 23 Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'_{c} = 280 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando el Cemento Pacasmayo Tipo I y 500 ml/bolsa de Chema	64
Tabla 24 Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'_{c} = 280 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando el Cemento Pacasmayo Tipo I y 750 ml/bolsa de Chema 3	64
Tabla 25 Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'_{c} = 280 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando el Cemento Pacasmayo Tipo I y 1000 ml/bolsa de Chema 3	65

Tabla 26 Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'c=280$ Kg/cm ² , utilizando el Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo y 500 ml/bolsa de Chema 3.....	65
Tabla 27 Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'c=280$ Kg/cm ² , utilizando el Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo y 750 ml/bolsa de Chema 3.....	65
Tabla 28 Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'c=280$ Kg/cm ² , utilizando el Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo y 1000 ml/bolsa de Chema 3....	66
Tabla 29 Resistencia a la compresión obtenida a la edad de 7 días para un $F'c=280$ kg/cm ² con Cemento Pacasmayo Tipo I.....	67
Tabla 30 Resistencia a la compresión obtenida a la edad de 7 días para un $F'c=280$ kg/cm ² con Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo.....	67
Tabla 31 Resistencia a la compresión obtenida a la edad de 14 días para un $F'c=280$ kg/cm ² con Cemento Pacasmayo Tipo I.....	68
Tabla 32 Resistencia a la compresión obtenida a la edad de 14 días para un $F'c=280$ kg/cm ² con Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo.....	69
Tabla 33 Resistencia a la compresión obtenida a la edad de 28 días para un $F'c=280$ kg/cm ² con Cemento Pacasmayo Tipo I.....	70
Tabla 34 Resistencia a la compresión obtenida a la edad de 28 días para un $F'c=280$ kg/cm ² con Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo.....	71
Tabla 35 Estándar de control de hormigón.....	72
Tabla 36 Cuadro resumen de resultados a la compresión para un $f'c$ de 280 kg/cm ² con cemento Pacasmayo Tipo I.....	73
Tabla 37 Cuadro resumen de resultados a la compresión para un $F'c$ de 280 kg/cm ² con cemento Inka Tipo ICo.....	74
Tabla 38 Cuadro resumen de resultados del módulo de elasticidad (kg/cm ²) un $F'c$ de diseño de 280 kg/cm ² con cemento Pacasmayo Tipo I.....	79
Tabla 39 Cuadro resumen de resultados del módulo de elasticidad (kg/cm ²) un $F'c$ de diseño de 280 kg/cm ² con cemento Inka Tipo ICo.....	79
Tabla 40 Análisis de resistencia a la compresión de los grupos de control y.....	80
Tabla 41 Análisis granulométrico del agregado fino - Muestra E-1.....	86
Tabla 42 Análisis granulométrico del agregado fino - Muestra E-2.....	87
Tabla 43 Análisis granulométrico del agregado fino - Muestra E-3.....	88
Tabla 44 Módulo de finura del Agregado Fino.....	89
Tabla 45 Peso específico del agregado fino.....	89

Tabla 46 Absorción del agregado fino.....	89
Tabla 47 Contenido de humedad del agregado fino	89
Tabla 48 Peso específico del agua	90
Tabla 49 Cálculo del factor f	90
Tabla 50 Peso unitario suelto del agregado fino.....	90
Tabla 51 Peso unitario compactado del agregado fino	90
Tabla 52 Porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino	91
Tabla 53 Análisis granulométrico del agregado grueso- Muestra E-1	91
Tabla 54 Análisis granulométrico del agregado grueso- Muestra E-2	92
Tabla 55 Análisis granulométrico del agregado grueso- Muestra E-3	93
Tabla 56 Módulo de finura del Agregado Grueso	94
Tabla 57 Peso específico del agregado grueso	94
Tabla 58 Absorción del agregado grueso	95
Tabla 59 Contenido de humedad	95
Tabla 60 Peso específico del agua	95
Tabla 61 Cálculo del factor f	96
Tabla 62 Peso unitario suelto del agregado grueso	96
Tabla 63 Peso unitario compactado del agregado grueso.....	96
Tabla 64 Porcentaje de Partículas < N° 200 para el Agregado Grueso	96
Tabla 65 Desgaste a la abrasión del agregado grueso	97
Tabla 66 Gráficas Esfuerzo -Deformación unitaria del concreto patrón con cemento Pacasmayo Tipo I	102
Tabla 67 Gráficas Esfuerzo -Deformación unitaria del concreto con cemento Pacasmayo Tipo I + 500ml/bolsa de aditivo Chema 3	105
Tabla 68 Gráficas Esfuerzo -Deformación unitaria del concreto con cemento Pacasmayo Tipo I + 750ml/bolsa de aditivo Chema 3	108
Tabla 69 Gráficas Esfuerzo -Deformación unitaria del concreto con cemento Pacasmayo Tipo I + 1000ml/bolsa de aditivo Chema 3	111
Tabla 70 Gráficas Esfuerzo-Deformación unitaria del concreto patrón con cemento Inka Ultrarresistente Tipo ICo	114
Tabla 71 Graficas Esfuerzo-Deformación unitaria del concreto con cemento Inka Ultrarresistente Tipo ICo + 500ml/bolsa de aditivo Chema 3.....	117

Tabla 72 Graficas Esfuerzo-Deformación unitaria del concreto con cemento Inka Ultrarresistente Tipo ICo + 750ml/bolsa de aditivo Chema 3.....	120
Tabla 73 Graficas Esfuerzo-Deformación unitaria del concreto con cemento Inka Ultrarresistente Tipo ICo + 1000ml/bolsa de aditivo Chema 3.....	123

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Componentes del concreto.....	13
Figura 2 Plano de ubicación de la cantera (Figura obtenida de Google Earth).....	41
Figura 3 Resistencia a compresión del concreto con cemento Pacasmayo a 7 días....	67
Figura 4 Resistencia a compresión del concreto con Cemento Inka tipo ICo a 7 días..	67
Figura 5 Resistencia a compresión del concreto con cemento Pacasmayo Tipo I a los 14 días.....	69
Figura 6 Resistencia a compresión del concreto con cemento Inka tipo ICo a 14 días	70
Figura 7 Resistencia a compresión del concreto con cemento Pacasmayo Tipo I a los 28 días.....	71
Figura 8 Resistencia a compresión del concreto con cemento Inka tipo ICo a 28 días	72
Figura 9 Resistencia a la compresión obtenida para concreto de $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con cemento Pacasmayo tipo I	74
Figura 10 Resistencia a la compresión obtenida para concreto de $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con cemento Inka tipo ICo	75
Figura 11 Desarrollo de la Resistencia a compresión de un concreto de $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con cemento Pacasmayo Tipo I y aditivo Chema 3 VS. Tiempo.	76
Figura 12 Desarrollo de la Resistencia a compresión de un concreto de $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con cemento Inka Tipo ICo y aditivo Chema 3 VS. Tiempo.	76
Figura 13 Cuadro comparativo para los grupos de control y experimentales.	81
Figura 14 Requisito granulométrico del Agregado Fino.	86
Figura 15 Requisito granulométrico del Agregado Fino.	87
Figura 16 Requisito granulométrico del Agregado Fino.....	88
Figura 17 Requisito granulométrico del Agregado Grueso.....	92
Figura 18 Requisito granulométrico del Agregado Grueso.....	93
Figura 19 Requisito granulométrico del Agregado Grueso.....	94

RESUMEN

La presente investigación surge debido a la necesidad de poner las obras civiles en donde se necesite su pronta puesta en servicio, es por ello que se buscará determinar cual es la influencia del aditivo Chema 3 en la resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente para un concreto de $F'c=280\text{kg/cm}^2$ utilizando el Cemento Pacasmayo Tipo I y el Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo, con agregados de la cantera la Banda, con un tamaño máximo nominal (TMN) de $\frac{3}{4}$ ", agua potable de la Ciudad universitaria, en una mezcla de concreto de consistencia plástica. El tipo de investigación es experimental, para ello se diseñaron 240 especímenes en total, 30 especímenes para cada grupo de control y 30 especímenes por cada grupo experimental, utilizando el método del Módulo de Finura de la combinación de Agregados. De los ensayos realizados considerando los valores de proporciones del aditivo Chema 3: 500, 750, y 1000 ml/bolsa de cemento, la proporción que obtuvo los mejores resultados fue la proporción de 750ml/bolsa de cemento, en los grupos experimentales. Del análisis y discusión de resultados obtuvimos que: A los 7 días la resistencia promedio del concreto con cemento Pacasmayo fue de 276.75 kg/cm^2 , a los 14 días fue de 333.57 kg/cm^2 y a los 28 días fue 370.39 kg/cm^2 y con el concreto con Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo: a los 7 días fue 261.67 kg/cm^2 , a los 14 días fue 310.16kg/cm^2 y a los 28 días fue 348.60kg/cm^2 . Por lo tanto la utilización del aditivo Chema 3 en la proporción de 750ml/bolsa cemento genera el mejor incremento en la resistencia a la compresión.

Palabras claves: Concreto, Resistencia a la compresión, Cemento Pacasmayo Tipo I, Cemento Inka Ultrarresistente Tipo ICo, Chema 3

ABSTRACT

The present investigation arises due to the need to put the civil works where it is needed its early commissioning, that is why we will try to determine what is the influence of the Chema 3 additive in the resistance to compression at the ages of 7, 14 and 28 days respectively for a concrete of $F'c = 280\text{kg/cm}^2$ using Cement Pacasmayo Type I and Inka Cement Ultra Resistant Type ICo, with aggregates of the quarry Band, with a maximum nominal size (TMN) of $\frac{3}{4}$ ", drinking water of the University City, in a concrete mixture of plastic consistency The type of research is experimental, for this 240 specimens were designed in total, 30 specimens for each control group and 30 specimens for each experimental group, using the method of the Fineness Module of the aggregate combination. Of the tests carried out considering the proportions values of Chema additive 3: 500, 750, and 1000 ml/bag of cement, the proportion that obtained the best results was the proportion of 750ml/bag of cement, in the experimental groups. From the analysis and discussion of results we obtained that: At 7 days the average concrete strength with Pacasmayo cement was 276.75 kg/cm^2 , at 14 days it was 333.57 kg/cm^2 and at 28 days it was 370.39 kg/cm^2 and with the concrete with Ultra Inca Cement Type ICo: at 7 days it was 261.67 kg/cm^2 , at 14 days it was 310.16kg/cm^2 and at 28 days it was 348.60kg/cm^2 . Therefore, the use of Chema 3 additive in the proportion of 750 ml/bag cement generates the best increase in compressive strength.

Key Words: Concrete, Compression Resistance, Pacasmayo Cement Type I, Inca Ultrastensible Cement Type ICo, Chema 3

CAPITULO I

1.1 Introducción

La historia del concreto está muy ligada con la historia del cemento, para ser más específicos con el material cementante, que desde tiempos remotos ha servido para dar mayor resistencia a la construcción de viviendas, templos, palacios, etc., ante los agentes de intemperismo, y por ende una mayor comodidad social. Por ejemplo en la cultura Egipcia se utilizaba un mortero, mezcla de arena con materia cementosa, para unir bloques y losas de piedra al elegir sus construcciones; los constructores griegos y romanos descubrieron que ciertos depósitos volcánicos, mezclados con caliza y arena producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua, dulce o salada. Un material volcánico muy apropiado para estas aplicaciones lo encontraron los romanos en un lugar llamado Pozzuoli nombre con el que actualmente se conoce a las puzolanas.

Pero en el Perú a diferencia de las culturas antes mencionadas y a pesar de los grandes conocimientos incaicos sobre astronomía, trazado y construcción de canales de irrigación, edificaciones de piedra y adobe, etc. “No existen evidencias del empleo de ningún material cementante, debido a que éste período se caracterizó por un desarrollo notable del empleo de la piedra sin elementos ligantes de unión entre piezas”.

Pero es hasta el año 1915 cuando llega al Perú la compañía constructora norteamericana Foundation Co. Para ejecutar entre muchos proyectos el terminal marítimo del Callao y la pavimentación de Lima. Es ésta compañía la que trae los primeros hornos para la fabricación del cemento con lo que se inicia la tecnología del concreto en el Perú. En el año 1916 la compañía peruana de cemento portland compra los hornos a la Foundation Co. e instala en el Rímac la primera fábrica de cemento comercial (compañía peruana de cemento portland) empleando materia prima de Atocongo. Entre

1955 y 1975 se crean las fábricas de cemento Chilca, Lima, Andino, Chiclayo, Pacasmayo, Sur y Yura, que van desarrollando diferentes tipos de cemento.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en lo correspondiente a la estadística sectorial para el sector construcción, nos brindan los datos de la venta local de cemento por empresa según departamento, siendo los más comercializados en nuestro departamento de Cajamarca el Cemento "Pacasmayo Tipo I (Conforme a la NTP 334.009/ASTM C150) y el Cemento Inka: Cemento Ultra Resistente con adición de microfiller calizo Tipo ICo. (Conforme a la NTP 334.090/ASTM C-595), dado que estos cementos se han posicionado en el mercado por sus características.

1.2 Planteamiento del Problema

En el departamento de Cajamarca, el concreto que se produce en la mayoría de construcciones es de manera informal, sin utilizar algún criterio técnico, por lo que las construcciones que se ejecutan son altamente vulnerables.

En la actualidad aún se tiene desconocimiento de usar el tipo de cemento y aditivo adecuado para lograr las resistencias deseadas del concreto, además se busca minimizar los tiempos de construcción de las estructuras de concreto construidas in situ y las estructuras prefabricadas empleando aditivos químicos que permitan su rápido desencofrado y puesta en servicio.

1.3 Formulación del Problema

¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo Chema 3 utilizando cemento Pacasmayo tipo I y cemento Inka Ultra Resistente Tipo I Co.?

1.4 Justificación de la Investigación

La presente tesis se justifica porque contribuye en el conocimiento sobre el concreto elaborado con el aditivo acelerante Chema 3, en las proporciones (reducida, normal y superior) recomendadas por el fabricante, utilizando agregados de la planta de chancado la Banda, diseñados por el método de módulo de fineza de la combinación de agregados, así mismo estos tipos de concreto son comparados con un concreto patrón en tiempo de fragua y resistencia a la compresión. Además nos permitirá a través de los resultados aportar en la construcción y/o reparación de diferentes estructuras las cuales requieran una rápida puesta en servicio.

La presente investigación está dirigido a todas las personas relacionadas con el sector de la construcción, entre ellos podemos mencionar: Ingenieros Civiles, Maestros de Obras, Operarios de Obra, Oficiales de obra y a todos los estudiantes de Ingeniería Civil.

1.5 Alcance

La presente investigación está dirigido a todas las personas relacionadas con el sector de la construcción, entre ellos podemos mencionar: Ingenieros Civiles, Maestros de Obras, Operarios de Obra, Oficiales de obra y a todos los estudiantes de Ingeniería Civil.

1.6 Delimitación y Limitaciones de la Investigación

1.6.1 Delimitaciones

La presente investigación se evaluará para una resistencia a la compresión de $F'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ usando el aditivo Chema 3 con el cemento Pacasmayo tipo y con el cemento Inka Ultra Resistente Tipo I Co.

1.6.2 Limitaciones

- ✎ Se realizará las pruebas a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

- ✘ Los agregados usados serán de la Planta de Chancado “La Banda” del distrito de Llacanora.
- ✘ El agua a utilizar será potable.
- ✘ El aditivo se utilizará en la proporción de 500, 750 y 1000 ml/bolsa de cemento.

1.7 Objetivos

Objetivo General

Determinar la resistencia a la compresión del concreto F'_c : 280 Kg/cm² con Aditivo Chema 3 utilizando cemento Pacasmayo Tipo I y cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo.

Objetivos Específicos

- ✘ Determinar la resistencia a la compresión del grupo de control (concreto patrón) con cada tipo de cemento.
- ✘ Determinar la resistencia a la compresión del grupo experimental con cada tipo de cemento.
- ✘ Comparar las resistencias a la compresión obtenidas entre el concreto patrón y concreto experimental con cada tipo de cemento, realizando pruebas a la compresión a los 7, 14 y 28 días y analizar dichos comportamientos.

1.8 Hipótesis

La resistencia a la compresión del concreto $F'_c=280\text{kg/cm}^2$ con aditivo Chema 3 utilizando cemento Pacasmayo y cemento Inka Ultrarresistente Tipo ICo incrementa la resistencia a la compresión en 15% respecto al concreto patrón a los 28 días.

1.9 Definición de Variables

Variable Independiente: Resistencia a la compresión.

Variable Dependiente: Aditivo Chema 3.

1.10 Matriz de Consistencia

Tabla 1

Matriz de Consistencia

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES
EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c: 280kg/cm ² CON ADITIVO CHEMA 3 UTILIZANDO CEMENTO PACASMAYO TIPO I Y CEMENTO INKA ULTRA RESISTENTE TIPO ICo	¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto F'c = 280 kg/cm ² con aditivo Chema 3 utilizando cemento Pacasmayo tipo I y cemento Inka Ultra Resistente Tipo I Co.?	Determinar la resistencia a la compresión del concreto F'c: 280 Kg/Cm ² con Aditivo Chema 3 utilizando cemento Pacasmayo Tipo I y cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo.	Usando el aditivo Chema 3 con el cemento Pacasmayo y con cemento Inka Ultrarresistente ICo incrementa la resistencia a la compresión en 15% respecto al concreto patrón.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ VD: Resistencia a la compresión. ➤ VI: Aditivo Chema 3

CAPITULO II

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Antecedentes

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Castellón Corrales & De la Ossa Arias, (2013). *Comportamiento comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cemento tipo I y tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes.* (Tesis de grado, Universidad de Cartagena-Colombia). Recuperado de

<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/537/1/TESIS%20DE%20GRADO.pdf>

Según los resultados obtenidos sostiene que en la mezcla de concreto elaborado con cemento Tipo I, con o sin aditivos se presentó una resistencia a la compresión decreciente, esto pudo ser debido a que la relación agua/cemento no fue óptima para éste diseño. Y en la mezcla de concreto elaborada con cemento Tipo III, con o sin aditivo se observó una resistencia a la compresión creciente, esto pudo ser debido a que las partículas del cemento tipo III, retienen mejor el agua al tener mejor superficie de hidratación, entonces los tiempos de fraguado serán menores, lo cual se traduce en un incremento en la resistencia a la compresión. Según indica la Tabla N° 36: Resistencias obtenidas para concreto de 4000 PSI (Tipo I, con aditivo retardante y Tipo III, con aditivo acelerante) en relación a la resistencia de diseño esperada.

Resistencia para concreto de 4000 Psi (Tipos I y III, con aditivo acelerante)

Tiempo (días)	Resistencia esperada (Psi)	Resistencia obtenida promedio (Psi) Tipo I	Resistencia obtenida promedio (Psi) Tipo III	Resistencia esperada (%)	Resistencia respecto a esperada (%) Tipo I	Porcentaje de disminución	Resistencia respecto a esperada (%) Tipo III	Porcentaje de disminución
0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3.200	3.346,50	4.712,50	80	83,6625	-3,6625	117,8125	-37,8125
14	3.600	3.586	5.171	90	89,65	0,35	129,275	-39,275
28	4.000	3.835	4.826,50	100	95,875	4,125	120,6625	-20,6625

Villalobos & Villalobos, (2010). *Análisis del comportamiento del concreto de resistencia de 210 kg/cm² utilizando el aditivo sika plast 200VE*. (Tesis de grado, Universidad Rafael Urdaneta-Maracaibo-Venezuela). Recuperado de <http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/2301-10-03871.pdf>

Según los resultados obtenidos de resistencia a la compresión a los 7 días, se puede concluir que SIKPLAST® 200 permite obtener mayor porcentaje de resistencia a edades tempranas, ya que las mezclas con aditivo presentan resultados mas favorables que las mezclas sin aditivo.

Los resultados obtenidos en los ensayos a la compresión a los 28 días, indican un aumento en la resistencia de las mezclas con aditivo, sin embargo, la tendencia de variación con respecto a las mezclas sin aditivo, no es significativa.

Basado en los resultados obtenidos en todos los aspectos evaluados en la presente investigación, se puede concluir que el aditivo SIKPLAST® 200 mejora las características de la mezcla, es decir permite reducir la cantidad de cemento aprovechando el incremento de resistencia logrado con la reducción de agua, optimizando y haciendo más económico el diseño de la mezcla.

Mejía & Paz, (2013), *Comportamiento de un concreto de resistencia de 210 kg/cm² utilizando el aditivo sika rapid 1 como acelerador de fraguado.* (Tesis de grado, Universidad Rafael Urdaneta-Venezuela),

Recuperado de <http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/2301-13-05894.pdf>

Los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión de las mezclas con adición de aditivo SIKA RAPID 1 como acelerador de fraguado a las edades de 7 y 28 días, se determinó una resistencia promedio a los 7 días de 167.81 kg/cm² equivalente a un 80% de la resistencia de diseño y la resistencia promedio a los 28 días fue de 234.89 kg/cm² observando un 111.85% con respecto a la resistencia de diseño.

Estadísticamente existe una diferencia significativa entre la resistencia a la compresión de los cilindros con adición de aditivo SIKA RAPID 1 como acelerador de fraguado, respecto a los cilindros elaborados con la mezcla de patrón ensayados a la edad de 7 días del 32.9% indica un incremento en la resistencia a la compresión de 41.58% entre las mezclas. La diferencia entre la resistencia a la compresión de los cilindros de concreto con aditivo acelerador de fraguado, respecto a la mezcla patrón ensayados a la edad de 28 días de 10.3% para una diferencia de 22.00 kg/cm² entre las mezclas. Por lo anterior se concluye que el aditivo SIKA RAPID 1 cumple con la función esperada como acelerador de fraguado permitiendo alcanzar mayor resistencia a temprana edad sin afectar la resistencia de diseño a los 28 días la cual también se incrementó.

ANTECEDENTES NACIONALES

Garay Pichardo & Quispe Cotrina, (2016). *Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante.* (Tesis de grado, Pontificia universidad Católica del Perú) Recuperado de

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7625>

Las obras de autoconstrucción utilizan en promedio ocho bolsas de cemento por metro cúbico de concreto para los vaciados de losas de techo (Tabla 8.10); en otras palabras emplean 340 kg de cemento para obtener resistencias características de 138 kg/cm². Esta cantidad de cemento es bastante y por ende costoso, sobre todo cuando el avance tecnológico de los aditivos en los últimos años, permite reducir el consumo de cemento y obtener concretos de altas resistencias.

Al incorporar aditivo en la mezcla de concreto, su resistencia característica se incrementó notablemente, ésta aumentó en un 25% en comparación al concreto sin aditivo. El promedio de los valores obtenidos es de 184 kg/cm², superando la resistencia mínima recomendada por la norma. Si bien es cierto, el uso de los aditivos no soluciona el problema de la autoconstrucción; de cualquier modo, estos ayudan a mitigar y mejorar las propiedades del concreto. Aumentando su calidad.

Palomino Badillo, (2017). *Estudio del concreto con cemento portland tipo IP y aditivo superplastificante* (Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ingeniería) recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5907>

Se concluye en las propiedades del concreto patrón y con aditivo al 0.5%, 1% y 2% en estado fresco lo siguiente:

- a. Resistencia a la compresión: Hay una tendencia a incrementar la resistencia a los 7 días, llegando a un 60% en el concreto patrón, incrementando en el concreto con aditivo al 0.5%, a un 100% en el concreto con aditivo al 1% y a un 97% en el concreto con aditivo al 2%, respecto al concreto patrón curado 28 días. En la resistencia a los 28 días se observa una tendencia al incremento, llegando a un 109% en el concreto con aditivo al 0.5%, a un 128% en el concreto con aditivo al

1% y a un 115% en el concreto con aditivo al 2% , respecto al concreto patrón curado 28 días.

Torres Alayo, (2004). *Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto* (Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería).

Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3097>

Los estudios de los aditivos acelerantes desarrollados en 1 tesis FIC-UNI demuestran que un aditivo acelerante no siempre se comportara como tal, es decir, el efecto del aditivo sobre el concreto no siempre será el mismo, el comportamiento de un aditivo depende del tipo de cemento empleado, la relacion agua/cemento del diseño, el porcentaje de aditivo utilizado, etc., dependiendo de estos factores un aditivo se comportará como acelerante, retardante, o no influirá en las propiedades del concreto.

El Cloruro de Calcio es el mejor aditivo acelerante estudiado, ya que ningún otro aditivo logra reducciones en los tiempos de fragua e incrementos en la resistencia a edades tempranas alcanzadas con 2% de cloruro de calcio en peso de cemento.

En algunas de las tesis que estudian aditivos acelerantes no se determinan parámetros de evaluación indicados en la norma NTP 334.088, tales como resistencia a la compresión (a 3 días), resistencia a la flexión (a los 3, 7 y 28 días), y tiempo de fragua; estos parámetros son básicos para determinar si un aditivo cumple con los requerimientos mínimos de un aditivo acelerante, por lo que debería ser desarrollados en toda investigación.

ANTECEDENTES LOCALES

Incio Abanto, (2015) *Influencia del aditivo Chema 3 en la resistencia a la compresión, a diferentes edades, del concreto usando cemento portland tipo I y agregados de río; en*

la ciudad de Cajamarca (Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca).

Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/645>

Estadísticamente existe una diferencia significativa entre la resistencia a la compresión de los cilindros de concreto elaborados con la mezcla B (concreto con 2% de aditivo), respecto a los cilindros de concreto elaborados con la mezcla A (Concreto si aditivo) ensayados a la edad de 3 y 7 días del 29.37% y 28.58% indicando un incremento en la resistencia a la compresión de 38.15 kg/cm² y 52.73% kg/cm² respectivamente; respecto a los cilindros de concreto ensayados a los 28 días de edad entre ambas mezclas no se observó diferencia estadísticamente significativa.

Por lo anterior se concluye que el aditivo CHEMA 3 cumple con la función esperada como acelerador de resistencia, permitiendo alcanzar mayor resistencia a temprana edad sin afectar la resistencia a los 28 días la cual también se incrementó.

De acuerdo al análisis de costos unitarios, se determinó que la elaboración de 1 m³ de concreto sin aditivo costaría s/. 399.96 mientras que con 2% de aditivo Chema 3 costaría S/. 394.09, lo que generaría un concreto 1.47% más barato y además un mayor beneficio – costo. Este análisis fue realizado para condiciones similares de resistencia a los 7 días para ambos tipos de mezcla.

Benites Bustamante, (2014): *Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera río Jequetepeque y el aditivo chemaplast.* (Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca). Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/522>

La baja resistencia hallada en el concreto elaborado se debe entre otros factores a las propiedades del agregado referente a su forma y textura, pues en cuanto a su forma y textura predominantemente es alargadas y lisas respectivamente.

El uso del aditivo tipo A mostró buenos resultados para hallar un volumen de pasta adecuado consiguiendo que la mezcla tenga consistencia, pues en la primera mezcla de prueba no se utilizó el aditivo y el volumen de pasta no consiguió la consistencia para mantener unidas las partículas del agregado.

Torres Trigos, (2013): *Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo Sika Rapid 1*. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca).

Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/426>

En cuanto a la resistencia a la compresión axial del concreto observamos que todos los valores obtenidos superan la resistencia especificada en el diseño (210Kg/cm²).

Se logró diseñar y obtener una mezcla óptima de concreto con la incorporación del 1% aditivo SIKA RAPIR 1 y obteniendo resultados satisfactorios tales como:

- Mayor resistencia a la compresión axial en comparación al concreto normal en nuestro caso 10.62% mayor (en comparación al promedio).
- Disminución del costo de producción del m³ de concreto en 1.32%, más económico.
- Se puede concluir que el Aditivo Sika Rapid 1 reacciona satisfactoriamente con el Cemento tipo 1 ASTM C 150 y reduce favorablemente el costo por m³ de concreto.

En cuanto a la cantidad de cemento observamos que para el concreto con aditivo empleamos 1.53 bolsas menos.

2.1.2 Bases Teóricas

2.1.2.1 Concreto

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una

estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción” (Pasquel Carbajal, 1992-1993, p. 11).

El concreto es un material heterogéneo el cual está compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua, agregado fino y agregado grueso. El concreto contiene un pequeño volumen de aire atrapado, y puede contener también aire intencionalmente incorporado mediante el empleo de aditivo. (Rivva Lopez, 1992, p. 1).

2.1.2.2 Componentes Del Concreto

Pasquel Carbajal, (1992-1993), afirma que: “La tecnología del concreto moderno define para este material cuatro componentes: cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento básico” (p. 13).

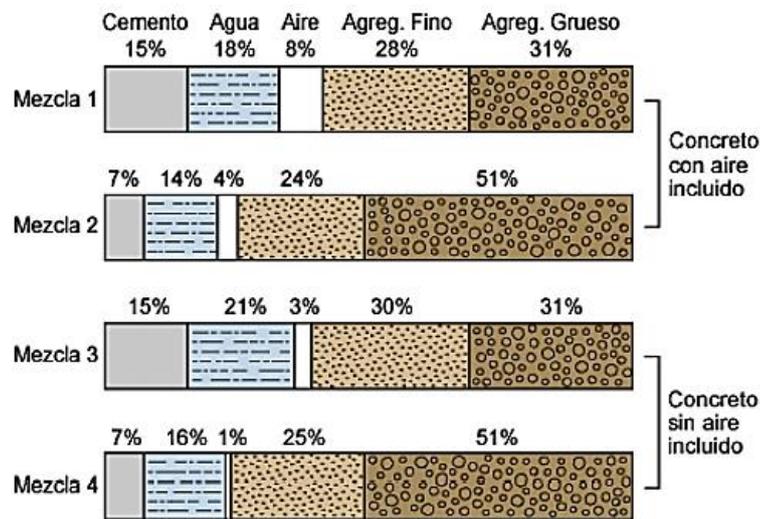


Figura 1: Componentes del concreto

Variación de las proporciones en volumen absoluto de los materiales usados en el concreto. Las barras 1 y 3 representan mezclas ricas con agregados pequeños. Las barras 2 y 4 representan mezclas pobres con agregados grandes. Fuente: (Polanco Rodríguez, 2012, p. 1 - 2).

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

uso eficiente de la pasta de cemento y agua, es deseable contar con una granulometría continua de tamaño de partículas. (Polanco Rodriguez, 2012, p. 2).

2.1.2.3 Cemento

Es un material pulverizado que además de óxido de calcio sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, por adición de una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua con el aire. Se excluyen las cales hidráulicas, cales aéreas y yesos. (Rivera L., s.f., p. 18).

El cemento es el componente más activo del concreto y, generalmente, tiene el mayor costo unitario. Por ello, y considerando que las propiedades del concreto dependen tanto de la cantidad como de la calidad de sus componentes, la selección y uso adecuado del cemento son fundamentales para obtener en forma económica las propiedades deseadas para una mezcla dada. (Rivva Lopez, 2000, p. 28).

- **Cemento Portland**

La elección del tipo de cemento Pórtland a usarse es muy importante para los concretos de alto desempeño, estos deben cumplir con las normas como la **ASTM C-150** o **C-595**, por ser el cemento el componente más activo del concreto, y teniendo en cuenta que todas las propiedades del concreto dependen de la cantidad y tipo de cemento a usarse y una adecuada dosificación son muy importantes. (Portugal Barriga, 2007, p. 20).

Según la Norma Técnica Peruana **NTP 334.009**, el cemento Pórtland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir:

- ***Cemento Pórtland = Clinker Pórtland + Yeso***

El cemento Pórtland es un polvo muy fino de color verdoso. Al mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad. (Torres C., 2004, p. 5).

Procesos de Fabricación

- Extracción de la materia prima.
- Trituración de la materia prima.
- Pre-homogenización.
- Molienda de crudos.
- Homogenización.
- Intercambiador de Calor (Precalentador).
- Clinkerización.
- Enfriamiento.
- Molienda del Clinker.
- Envasado y despacho. (Torres C., 2004, p. 6-9).

Propiedades del cemento

a. **Finura o Fineza:** Referida al grado de molienda del polvo, se expresa por la superficie específica, en m^2/kg . En el laboratorio existen 2 ensayos para determinarlo.

- ☞ Permeabilímetro de Blaine.
- ☞ Turbidímetro de Wagner.

Importancia: A mayor finura, crece la resistencia, pero aumenta el calor de hidratación y cambios de volumen. A mayor finura del cemento mayor rapidez de hidratación del cemento y mayor desarrollo de resistencia.

b. *Peso Específico:* Referido al peso del cemento por unidad de volumen, se expresa en gr/cm^3 . En el laboratorio se determina por medio de:

- ☞ Ensayo del Frasco de Le Chatelier (NTP 334.005)

Importancia: Se usa para los cálculos en el diseño de mezclas. Los pesos específicos de los cementos Pórtland son de aproximadamente 3.15

c. *Tiempo de Fraguado:* Es el tiempo entre el mezclado (agua con cemento) y la solidificación de la pasta. Se expresa en minutos. Se presenta como: El tiempo de fraguado inicial y el tiempo de fraguado final.

En el laboratorio existen 2 métodos para calcularlo

- ☞ Agujas de Vicat: NTP 334.006 (97)
- ☞ Agujas de Gillmore: NTP 334.056 (97)

Importancia: Fija la puesta correcta en obra y endurecimiento de los concretos y morteros.

d. *Estabilidad de volumen:* Representa la verificación de los cambios volumétricos por presencia de agentes expansivos, se expresa en %. En el laboratorio se determina mediante:

- ☞ Ensayo en Autoclave: NTP 334.004 (99)

e. *Resistencia a la compresión:* Mide la capacidad mecánica del cemento a soportar una fuerza externa de compresión. Es una de las más importantes propiedades, se expresa en Kg/cm^2 . En el laboratorio se determina mediante:

- ☞ Ensayo de compresión en probetas cúbicas de 5 cm de lado (con mortero cemento-arena normalizada): NTP 334.051 (98)

Se prueba a diferentes edades: 1, 3, 7, 28 días.

Importancia: Propiedad que decide la calidad de los cementos.

f. Contenido de aire: Mide la cantidad de aire atrapado o retenido en la mezcla (mortero), se expresa en % del volumen total. En el laboratorio se determina mediante:

- ✎ Pesos y volúmenes absolutos de mortero C-A en molde cilíndrico estándar: NTP 334.048

Importancia: Concretos con aire atrapado disminuye la resistencia (5% por cada 1 %).

g. Calor de hidratación: Es el calor que se genera por la reacción (agua + cemento) exotérmica de la hidratación del cemento, se expresa en cal/gr. y depende principalmente del C3A y el C3S. En el laboratorio se determina mediante:

h. Ensayo del Calorímetro de Langavant o el de la Botella Aislante. Se emplea morteros estándar: NTP 334.064 (Torres C., 2004, p. 12-13).

2.1.2.4 Tipos de cemento portland

La totalidad de los cementos empleados en el Perú son cementos portland tal como lo especifica la norma ASTM C-150; o cementos combinados, de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C-595.

De acuerdo a lo recomendado por la Norma ASTM C-150, los cinco tipos de cementos portland normal que pueden ser clasificados como estándar y cuya fabricación esta normada por requisitos específicos son:

- ✎ **Tipo I:** De uso general, donde no se requiere propiedades especiales.
- ✎ **Tipo II:** De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Especialmente adecuados para ser empleados en estructuras en ambientes agresivos y/o vaciados masivos.

- ✎ **Tipo III:** De desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Especiales para uso en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicios de las estructuras, o para uso en climas fríos.
- ✎ **Tipo IV:** De bajo calor de hidratación, recomendables para concretos masivos.
- ✎ **Tipo V:** Recomendables para ambientes muy agresivos por su alta resistencia a los sulfatos

De estos cinco tipos en el Perú solo se fabrican los tipos I, II y V. Los denominados “cementos adicionados” son mezclas de cemento y un material de características puzolánicas molidos en forma conjunta. En el Perú se fabrican los tipos IP, IPM, IS y ISM. (Rivva Lopez, Naturaleza y materiales del concreto., 2000, p. 95-96).

2.1.2.5 Los cementos en el Perú

En el Perú, actualmente tenemos las siguientes empresas cementeras:

Tabla 2

Los cementos en el Perú

NOMBRE	UBICACIÓN
Cementos Lima S A	Atocongo – Lima
Cementos Pacasmayo S A A	Pacasmayo - La Libertad
Cemento Andino S A	Condorcocha - Tarma (Junín)
Yura SA	Yura – Arequipa
Cemento Sur S A	Caracote - Juliaca (Puno)
Cemento Rioja	Pucallpa – Ucayali

Nota: El cemento en el Perú se comercializa en bolsas de 42.5 kg. de papel krap extensible tipo Klupac, que usualmente están entre dos y cuatro pliegos, de acuerdo a los requerimientos de transporte o manipuleo eventualmente y por condiciones especiales pueden ir provistas de un refuerzo interior de polipropileno. Estas bolsas son ensayadas para verificar su porosidad al aire, absorción, impermeabilidad y resistencias mecánicas. Las fábricas cementeras Nacionales están preparadas para realizar la comercialización del

cemento en bolsones con capacidad de 1.5 toneladas a estos se les conoce como big bag. (Torres C., 2004, p. 15).

En relación a los tipos cementos por empresa producidos actualmente en el Perú, tenemos: (Torres C., 2004, p. 16).

Tabla 3
Tipos de Cementos que produce cada Empresa

EMPRESA	TIPOS DE CEMENTO QUE PRODUCE
Cementos Lima S A	Sol I, Sol II, Súper cemento Atlas IP
Cementos Pacasmayo S A	Pacasmayo I, Pacasmayo II, Pacasmayo V, Pacasmayo MS-ASTM C-1157 , Pacasmayo IP, Pacasmayo ICo (COMPUESTO)
Cemento Andino S A	Andino I, Andino II, Andino V, Andino IPM
Cementos Selva	Cemento Pórtland Tipo I, Tipo II, Tipo V ,Puzolánico 1P,Compuesto 1Co
Yura SA	Yura I, Yura IP, Yura IPM, Cemento de Albañilería marca Estuco Flex .
Cemento Sur S A	Rumi I, Inti 1PM, Portland tipo II, Portland Tipo V.
Cemento Rioja S.A.	Cemento Pórtland Tipo IPM

Requisitos técnicos de los cementos: Se muestran de acuerdo a las Normas Técnica Peruanas NTP 339.009, los requisitos físicos y químicos de los cementos Pórtland.

Tabla 4
Requisitos técnicos de los cementos

Requisitos físicos	Tipos					
	I	II	V	MS	IP	ICo
Resistencia la Compresión mín. Kg/cm ²						
3 días	120	100	80	100	130	130
7 días	190	170	150	170	200	200
28 días	280*	280*	210	280*	250	250
Tiempo de fraguado, minutos						
Inicial, mínimo	45	45	45	45	45	45
Final, máximo	375	375	375	420	420	420
Expansión en autoclave,						
% máximo	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Resistencia a los Sulfatos						
% máximo de expansión	--	--	0.04*	0.1	0.10*	--
			14 días	6 meses	6 meses	
Calor de Hidratación, máx., KJ/Kg						
7 días	--	290*	--	--	290*	--
28 días	--	--	--	--	330*	--

(Torres C., 2004, p. 17).

2.1.2.6 Usos y aplicaciones de los cementos portland

Cementos Pórtland estándar (Sin adición)

Tipo I: Para construcciones de concreto y mortero de uso general y cuando no se requiera propiedades específicas, se utiliza en concretos que no estén sujetos al ataque de factores agresivos como podría ser la presencia de sulfatos en el suelo o en el agua.

Tipo II: En obras donde se requiera resistencia moderada a la acción de los sulfatos (Ejm. Estructuras de drenaje) y/o moderado Calor de hidratación (consecuencia de la hidratación del cemento). Se recomienda en edificaciones, estructuras industriales, puentes, obras portuarias, perforaciones y en general en todas aquellas estructuras de volumen considerable, y en climas cálidos.

Tipo V: Además de las cualidades del Tipo II, es recomendado para obras donde se requiera elevada resistencia a los sulfatos. Es el caso de obras portuarias expuesta al agua de mar También en canales, alcantarillas, túneles, suelos con alto contenido de sulfatos, estos cementos desarrollan resistencias más lentamente que los cementos tipo I, incrementan su resistencia a los sulfatos.

Fuente: ACI 318 - (Torres C., 2004, p. 19).

Cementos Pórtland Adicionados

Tipo IP y IPM: Cementos cuya adición viene a ser la puzolana tienen uso similar al del Tipo I, y se recomienda en obras masivas o con ataques de aguas agresivas, aguas negras, en cimentaciones en todo terreno, son cementos de moderado calor de hidratación y de moderada resistencia a los sulfatos.

Tipo MS: Cementos adicionados de escorias se puede emplear en todo tipo de construcciones de concreto son resistentes a la agresión química, se puede utilizar en estructuras en ambientes y suelos húmedos-salitrosos, para estructuras en cimientos y

pisos. En general se puede decir que tienen moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación.

Tipo ICo: Corresponde al cemento tipo I mejorado con mayor plasticidad, se puede utilizar en obras de concreto y de concreto armado en general, morteros en general, especialmente para tarrajeo y asentado de unidades de albañilería, pavimentos y cimentaciones.

Fuente: (Torres C., 2004, p. 19).

2.1.2.7 Cemento Pacasmayo Portland tipo I

De uso general en la construcción, para emplearse en obras que no requieran propiedades especiales.

DESCRIPCIÓN

El cemento portland Tipo I es un cemento de uso general que cumple con los requisitos de las normas técnicas **NTP 334.009** y **ASTM C 150**.

El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la molienda conjunta de Clinker Tipo I y yeso que le brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado.

PROPIEDADES

☒ Mayor resistencia inicial

Debido a su óptima formulación el cemento Tipo I desarrolla mayor resistencia a edades tempranas y menores tiempos de fraguado.

☒ Menores tiempos de fraguado.

APLICACIONES

De uso tradicional en la construcción, para emplearse en obras que no requieran propiedades especiales de ningún tipo:

☒ Obras de concreto y de concreto armado en general.

☒ Para estructuras que requieren rápido desencofrado.

- ☒ Concreto en clima frío.
- ☒ Prefabricados.
- ☒ Pavimentos y cimentaciones

Fuente: (Cementos Pacasmayo, s.f.).

2.1.2.8 Cemento Inka: Cemento Ultra Resistente con adición de microfiller calizo Tipo ICo (NTP 334.090/ASTM C-595).

CEMENTO DE USO GENERAL

Brinda ventajas y propiedades únicas para su utilización en obras de concreto estructural, edificios, industria, minería, infraestructura vial, construcción de viviendas y cualquier uso o elemento de concreto. Es compatible con agregados convencionales y aditivos dosificados apropiadamente proporciona a la mezcla fresca la trabajabilidad, fluidez y plasticidad que la obra requiere.

CARACTERISTICAS

El cemento Inka Ultra Resistente posee moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos, además de baja reactividad con agregados álcali-reactivos, cumpliendo las normas técnicas NTP 334.090 y la ASTM C-595 satisfaciendo cualquier necesidad de la construcción.

Su adición de microfiller calizo, complementado con una molienda extrafina, mejoran las propiedades físicas del cemento, obteniendo una mezcla con menos porosidades, más compacta y una masa más adherible. Es un cemento que se adiciona a todos los climas del Perú.

Fuente: (Cementos INKA, s.f.).

2.1.3 Agua

El agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. De toda el agua que se emplea en la preparación

de un mortero o un concreto, parte hidrata el cemento, el resto no presenta ninguna alteración y con el tiempo se evapora; como ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos los cuales disminuyen la resistencia y la durabilidad del mortero o del hormigón. La cantidad de agua que requiere el cemento para su hidratación se encuentra alrededor del 25% al 30% de la masa del cemento, pero con esta cantidad la mezcla no es manejable, para que la mezcla empiece a dejarse trabajar, se requiere como mínimo una cantidad de agua del orden del 40% de la masa del cemento, por lo tanto, de acuerdo con lo anterior como una regla práctica, se debe colocar la menor cantidad de agua en la mezcla, pero teniendo en cuenta que el mortero o el hormigón queden trabajables. (Rivera L., s.f., p. 77).

Debido a que el agua ocupa un papel predominante en las reacciones del cemento durante el estado plástico, el proceso de fraguado y el estado endurecido de un concreto, la presente sección pretende dar una visión generalizada acerca de las características que debe tener desde un punto de vista de la tecnología del concreto. (Portugal Barriga, 2007, p. 91).

Requisitos de calidad

El agua que ha de ser empleada debe cumplir con los requisitos dados por las normas como la NTP 339.088, y ser de preferencia potable. Si se hace necesario el uso de agua no potable, se deben realizar estudios comparándola con agua potable, manteniendo la similitud en los procedimientos. (Portugal Barriga, 2007, p. 92).

Las aguas potables y aquellas que no tengan sabores u olores pueden ser utilizadas para preparar concreto, sin embargo, algunas aguas no potables también pueden ser usadas si cumplen con algunos requisitos, en nuestro país es frecuente trabajar con aguas no potables sobre todo cuando se tratan de obras en las afueras de las ciudades. (Torres C., 2004, p. 29).

Como una guía, de ser posible realizar un análisis químico, se recomienda que el agua utilizada en la preparación de mezclas de mortero o concreto, cumpla los requisitos de la tabla. Sin embargo, es preferible ensayar el agua que se va a emplear en la preparación de la mezcla y comparar los resultados con los de un agua testigo (de comportamiento conocido como por ejemplo agua destilada).

Tabla 5

Límites de impurezas permitidos al agua de mezcla

TIPO DE IMPUREZA	VALOR MÁXIMO RECOMENDADO
Ácidos orgánicos (ácido sulfúrico)	10000 ppm
Aceite mineral (por masa de cemento)	2%
Agua con algas	no recomendable
Agua de mar: reforzado o pretensado	
*para concreto no reforzado	35000 ppm
*para concreto reforzado o pretensado	no recomendable
Aguas sanitarias	20 ppm
Azúcar	500 ppm
Carbonato de calcio y magnesio	400 ppm
Carbonatos y bicarbonatos de sodio y potasio	1000 ppm
Cloruro de calcio	30000 ppm
Cloruro de magnesio	40000 ppm
Cloruros:	
*estructuras con bajo potencial de corrosión y condiciones secas	20000 ppm
*concreto pretensado	500 ppm
*estruct. con elementos galvaniz. y de aluminio	1000 ppm
Hidróxido de potasio (por masa de cemento)	1.20%
Hidróxido de sodio (por masa de cemento)	0.50%
Partículas en suspensión	2000 ppm
PH	6-8
Sales de hierro	40000 ppm
Sales de magnesio, estaño, zinc, cobre y plomo	500 ppm
Sulfato de magnesio	25000 ppm
Sulfato de sodio	1000 ppm
Sulfito de sodio	100 ppm
El contenido máximo de iones combinados de calcio, magnesio ,sodio, potasio, bicarbonato, sulfato, cloruro, nitrato y carbonato es 20000ppm	

Límites de impurezas permitidos al agua de mezcla (Rivera L., s.f., p. 79).

2.1.3.1 Agregados

Los morteros o los concretos hidráulicos están constituidos en un alto porcentaje por agregados (50-80% en volumen), por lo tanto, éstos no son menos importantes que la pasta del cemento endurecida, el agua libre, el aire incorporado, el aire naturalmente atrapado, o los aditivos; por el contrario, gran parte de las características de las mezclas de mortero o de concreto, tanto en estado plástico como en estado endurecido, dependen

de las características y propiedades de los agregados, las cuales deben ser estudiadas para obtener morteros o concretos de buena calidad y económicos. (Rivera L., s.f., p. 41).

Además de los efectos específicos sobre las diversas propiedades del concreto, las características físicas, químicas y mecánicas de los agregados tienen efecto importante no solo en el acabado y calidad final del concreto; sino también sobre la trabajabilidad y consistencia al estado plástico, así como sobre la durabilidad, resistencia, propiedades elásticas y térmicas, cambios de volumen y peso unitario del concreto endurecido. (Rivva Lopez, Naturaleza y materiales del concreto., 2000, p. 128).

2.1.3.2 Agregado fino

Torres C. (2004) sostiene que: Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas. (p. 44)

Los agregados finos comúnmente consisten en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 5mm. Los agregados finos deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables. (Polanco Rodriguez, 2012, p. 11).

2.1.3.3 Agregado Grueso

Torres C. (2004) sostiene que: Es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava. (p. 44).

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz NTP 4.75 mm (N° 4) y que cumple con los límites establecidos en las Normas ITINTEC 400.037 ó ASTM C 33. (Rivva Lopez, 2000, pág. 182).

2.1.3.4 Propiedades físicas de los agregados

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

Tabla 6

Análisis granulométrico: Tablas gráficas mostrando granulometría ideal

Tamaño de la malla		Porcentaje que pasa en peso
9.52 mm	3/8"	100
4.75 mm	N°4	95 a 100
2.36 mm	N°8	80 a 100
1.18 mm	N°16	50 a 85
0.6 mm	N°30	25 a 60
0.3 mm	N°50	10 a 30
0.15 mm	N°100	2 a 10

Otros requisitos de la norma ASTM son:

1. Que el agregado fino no tenga más del 45% retenido entre dos mallas consecutivas.
2. Que el módulo de finura no sea inferior a 2.3 ni superior a 3.1, ni que varíe en más de 0.2 del valor típico de la fuente del abastecimiento del agregado. En el caso de que sobrepase este valor, el agregado fino se deberá rechazar a menos que se hagan los ajustes adecuados en las proporciones del agregado fino y grueso. (Polanco Rodriguez, 2012, p. 12).

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO

El agregado grueso estará graduado dentro de los límites especificados en las normas NTP 400.013 ó ASTM C-33. La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua y deberá permitir la máxima densidad del concreto con una

adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla. (Rivva Lopez, 2000, p. 182-183).

Tabla 7

Requisitos de granulometría para los agregados gruesos (ASTM C 33)

Número de Tamaño	Tamaño nominal (mallas con aberturas cuadradas)	Cantidades menores que pasan cada malla de laboratorio (aberturas cuadradas), por ciento en peso												
		(100 mm) 4 pulg	(90 mm) 3.5 pulg	(75 mm) 3 pulg	(63 mm) 2.5 pulg	(50 mm) 2 pulg	(37.5 mm) 1.5 pulg	(25.0 mm) 1 pulg	(19.0 mm) ¾ pulg	(12.5 mm) ½ pulg	(9.5 mm) 3/8 pulg	(4.75 mm) No.4	(2.36 mm) No.8	(1.18 mm) No.16
1	90 a 37.5 mm	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	
2	63 a 37.5 mm	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	
3	50 a 25.0 mm	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	
357	50 a 4.75 mm	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	
4	37.5 a 19.0 mm	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	---	0 a 5	---	---	
467	37.5 a 4.75 mm	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	
5	25.0 a 12.5 mm	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	
56	25.0 a 9.5 mm	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	
57	25.0 a 4.75 mm	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	
6	19.0 a 9.5 mm	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	
67	19.0 a 4.75 mm	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	25 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 a 4.75 mm	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 a 2.36 mm	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	

El tamaño máximo del agregado que puede ser empleado depende generalmente del tamaño y forma del elemento de concreto y de la cantidad y distribución del acero de refuerzo. Por lo común el tamaño máximo de las partículas de agregado no debe sobrepasar:

1. Un quinto de la dimensión más pequeña del miembro de concreto.
2. Tres cuartos del espaciamiento libre entre barras de refuerzo.
3. Un tercio del peralte de las losas.

Estos requisitos se pueden rebasar si, en opinión del ingeniero, la mezcla tiene la trabajabilidad suficiente para colocar el concreto sin que se formen alveolados ni vacíos.

(Polanco Rodriguez, 2012, p. 22).

MODULO DE FINURA

El módulo de finura (FM) del agregado fino se obtiene, conforme a la norma ASTM C 125, sumando los porcentajes acumulados en peso de los agregados retenidos en una serie especificada de mallas y dividiendo la suma entre 100.

$$MF = \frac{\sum \% \text{ acumulados retenidos } (1\frac{1}{2}'' , \frac{3}{4}'' , \frac{3}{8}'' , N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50 \text{ Y } N^{\circ} 100)}{100}$$

PESO UNITARIO (NTP 400.017 – 2013; ASTM C 29)

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C 29 y NTP 400.017. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa. Por ejemplo, para un agregado grueso pesos unitarios altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento. (Torres C., 2004, p. 48).

PORCENTAJE DE VACIOS

Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, depende del acomodo de las partículas por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. Se evalúa usando la siguiente expresión recomendada por ASTM C 29.

$$\% \text{ vacios} = \frac{(SxW - P.U.C.)}{SxW} \times 100$$

Donde:

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

P.U.C. = Peso Unitario Compactado seco del agregado

Fuente. (Torres C., 2004, p. 48).

HUMEDAD (NTP 339.185 - 2013)

Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla se expresa de la siguiente forma:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso natural} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

Fuente. (Torres C., 2004, p. 47 - 48).

2.1.4 Aditivos

Definición

Un aditivo es definido, tanto por el Comité 116R del ACI como por la Norma ASTM C 125, como “un material que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado”.

Nuestra Norma técnica peruana NTP 339.086 define a los aditivos como sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades.

Los aditivos se añaden a las mezclas de concreto generalmente durante el proceso de mezclado con el propósito de:

- ✎ Modificar una o algunas de sus propiedades NTP, a fin de permitir que sean más adecuados para el trabajo solicitado.
- ✎ Mejorar su trabajabilidad facilitando su proceso de colocación.
- ✎ Posibilitar el rendimiento en la elaboración, transporte, y puesta en obra del concreto.
- ✎ Lograr mayor economía y mejores resultados, por cambios en la composición o proporciones de la mezcla.

Fuente: (Torres C., 2004, p. 60).

2.1.4.1 Clasificación

De acuerdo a la Norma ASTM C 494, los aditivos se clasifican en:

- TIPO A: Reductores de agua.
- TIPO B: Retardadores de fragua.
- TIPO C: Acelerantes.
- TIPO D: Reductores de agua-retardadores de fragua.
- TIPO E: Reductores de agua - acelerantes.
- TIPO F: Súper Reductores de agua.
- TIPO G: Súper Reductores de agua - acelerantes.

Fuente: (Torres C., 2004, p. 62).

Existen otros tipos de clasificaciones de aditivos de acuerdo a los efectos de su empleo o a los tipos de materiales constituyentes. La Recomendación ACI 212 clasifica a los aditivos en los siguientes grupos:

- ✎ **ACELERANTES:** Estos aditivos se emplean para acelerar el desarrollo de la resistencia del concreto a edades tempranas. Tal desarrollo de resistencia también se puede acelerar: (1) Con el empleo de cemento Portland de alta resistencia a

edad temprana, (2) reduciendo la relación agua-cemento con el aumento de 60 a 120 kg de cemento adicional por metro cúbico de concreto, ó (3) curando a mayores temperaturas. Deberán cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C 494 ó C 1017, o de las Normas NTP 339.086 ó 339.087. (Polanco Rodriguez, 2012, p. 28).

✎ **RETARDANTES:** Los aditivos retardantes se emplean para aminorar la velocidad de fraguado del concreto. Los retardantes se emplean en ocasiones para: (1) compensar el efecto acelerante que tiene el clima cálido en el fraguado del concreto, (2) demorar el fraguado inicial del concreto o lechada cuando se presentan condiciones de colado difíciles o poco usuales, como puede ocurrir al colar estribos o cimentaciones de gran tamaño, cementar pozos petroleros, o bombear lechada o concreto a distancias considerables, o (3) retrasar el fraguado para aplicar procesos de acabado especiales, como puede ser una superficie de agregado expuesto.

En general, el empleo de retardantes va acompañado de una cierta reducción de resistencia a edades tempranas (uno a tres días). Deberán cumplir con los requisitos de las Normas NTP 339.086 ó 339.087, o de las Normas ASTM C 494 ó C 1017 (Polanco Rodriguez, 2012, p. 28).

✎ **INCORPORADOTES DE AIRE:** los cuales tienen por objetivo mejorar el comportamiento del concreto frente a los procesos de congelación y deshielo que se producen en sus poros capilares cuando el está saturado y sometido a temperaturas bajo 0 °C. Estos aditivos deberán cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.086 ó de la Norma ASTM C 260. (Torres C., 2004, p. 64).

2.1.4.2 Aditivo Chema 3

El **CHEMA 3** es un acelerante de fragua para mortero y concreto que puede ser empleado tanto en climas normales como bajo cero grados centígrados. No contiene cloruros, trabaja además como un inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo. Su efecto como acelerante de fragua o anticongelante se hace más notorio a temperaturas más bajas. Este aditivo protege el concreto en su estado fresco de congelarse.

Su efecto es sobre toda mezcla de mortero y concreto, tanto con cementos Portland tipo I y tipo V, puzolánicos. **CHEMA 3** es un producto adecuado a la norma ASTM C-494 y es muy resistente a las sales y sulfatos.

VENTAJAS

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

USOS

- ✎ Para vaciados en cualquier clima, donde se requiere obtener una fuerza a la compresión del concreto en menor tiempo.
- ✎ Para desencofrar en menor tiempo estructuras de concreto armado.
- ✎ En vaciados de concreto a baja temperatura o donde se espera una helada; fraguará el concreto en la mitad del tiempo a pesar de la baja temperatura funcionando a la vez como anticongelante.
- ✎ Para reparaciones económicas y con rápida puesta en servicio.

- ✎ Para vaciados en terrenos sulfurosos.
- ✎ Para elementos de concreto pre fabricados.
- ✎ Para morteros y concretos con altas resistencias iniciales Para morteros de inyección.
- ✎ Para morteros de anclaje con altas resistencias mecánicas.
- ✎ Para vaciados en zonas con aguas subterráneas, superficiales.

Fuente: (Hoja Técnica, 2016, p. 1).

2.1.5 Propiedades del concreto

Las características del concreto han de ser función del fin para el cual está destinado. Por ello la selección de las proporciones de la unidad cubica de concreto debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran necesarias para el caso particular para el cual la mezcla está siendo diseñada.

Al seleccionar las propiedades de la mezcla debe tenerse en consideración las condiciones de colocación, la calidad y experiencia del personal profesional y técnico, la interrelación entre las diversas propiedades del concreto, así como la consideración de que el concreto debe ser económico no solo en su primer costo sino también en sus futuros vicios.

Se analizarán los principales aspectos que tienen influencia sobre las principales propiedades del concreto. (Rivva Lopez, 2007, p. 37).

TRABAJABILIDAD

Es la propiedad del concreto al estado no endurecido la cual determina la capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación. (Rivva Lopez, 2007, p. 37).

CONSISTENCIA

Es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose con ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor sería la facilidad con la que el concreto fluiría durante su colocación.

En la actualidad se acepta una correlación entre la norma alemana y los criterios norteamericanos, considerándose que:

- ✎ A las consistencias secas corresponde asentamientos de 1" a 2" (25 mm a 50 mm).
- ✎ A las consistencias plásticas corresponden asentamientos de 3" a 4" (75 mm a 100 mm).
- ✎ A las consistencias fluidas corresponden asentamientos de más de 6" a 7" (150mm a 175mm). (Rivva Lopez, 2014, p. 32).

RESISTENCIA

La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad.

Posteriormente el norteamericano Gilkey, apoyándose en sus propias observaciones y en los trabajos de Walker y Gaynor, ha demostrado que la resistencia del concreto es función de cuatro factores:

- ✎ Relación agua – cemento.
- ✎ Relación cemento - agregado.
- ✎ Granulometría, perfil, textura superficial, resistencia y dureza del agregado.
- ✎ Tamaño máximo del agregado.

Esta teoría, que a la fecha tiene vigencia y que mantiene el concepto de la relación agua – cemento enunciada por Duff Abrams en 1918. (Rivva Lopez, 2007, págs. 42 - 43).

DURABILIDAD

El concreto debe ser capaz de endurecer y mantener sus propiedades en el tiempo aún en aquellas condiciones de exposición normalmente podrían disminuir o hacerle perder su capacidad estructural. Por tanto, se define como concreto durable a aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio a las cuales está sometido. (Rivva Lopez, 2007, p. 44 - 45).

2.1.6 Diseño de mezclas de concreto

El diseño de mezclas, consiste en aplicar técnicamente los conocimientos sobre sus componentes para obtener requerimientos particulares del concreto requerido en el Proyecto u Obra.

Como se sabe el Diseño de Mezclas de Concreto ha estado enfocado muy a menudo de acuerdo a las “Normas” que debiera cumplir cada elemento del diseño, pero estas Normas están enfocadas a un cierto número de condiciones específicas que muchas veces, van en contra de las nuevas circunstancias que se generan en el desarrollo de la Tecnología del Concreto a nivel mundial.

Actualmente los concretos que comúnmente se están utilizando son las que tienen relaciones a/c que nos proporcionarán resistencias a compresión del concreto que varían desde $F'c$ de 140, 175 y 210 Kg/cm² normalmente, esporádicamente concretos con resistencia $F'c$ de 245, 280, 315 Kg/cm² y rara vez concreto de $f'c$ de 350, 385, 420 o más, estos últimos utilizando muchas veces aditivo. (Torres C., 2004, p. 87).

CONSIDERACIONES Y/O CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LAS MEZCLAS

En necesario enfocar el concepto del diseño de mezcla para producir un buen concreto tan económico como sea posible, que cumpla con los requisitos requeridos para

el estado fresco (mezclado, transporte, colocación, compactado y acabado, etc.) y en el estado endurecido (la resistencia a la compresión y durabilidad, etc.).

Antes de dosificar una mezcla se debe tener conocimiento de la siguiente información:

- ✘ Los materiales.
- ✘ El elemento a vaciar, tamaño y forma de las estructuras.
- ✘ Resistencia a la compresión requerida.
- ✘ Condiciones ambientales durante el vaciado.

Condiciones a la que estará expuesta la estructura. (Torres C., 2004, p. 88).

SECUENCIAS DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO DE MEZCLAS

2.1.6.1 Método ACI 211

Este procedimiento propuesto por el comité ACI 211, está basado en el empleo de tablas confeccionadas por el Comité ACI 211; la secuencia de diseño es la siguiente:

- a. Selección de la resistencia requerida (F'_{cr}).
- b. Selección del TMN del agregado grueso.
- c. Selección del asentamiento.

Tabla 8

Asentamiento recomendados para diversos tipos de estructuras

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MAXIMO	SLUMP MINIMO
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

d. Seleccionar el contenido de aire atrapado.

Tabla 9

Contenido de aire incorporado

TNM del agregado grueso	Aire Atrapado %
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

e. Seleccionar el contenido de agua.

Tabla 10

Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua en lt/m3, para TMN agregados y consistencia indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	--

Tabla 11

Volumen unitario de agua

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m3, para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

f. Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad.

Tabla 12

Relación agua/cemento por resistencia

f'c kg/cm ²	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

- g. Cálculo del contenido de cemento (e)/(f).
- h. Seleccionar el peso del agregado grueso proporciona el valor de b/bo, donde bo y b son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso).

Tabla 13

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

TNM del agregado grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de fineza del fino (b/bo).			
	2.40	2.60	2.80	3.00
	3/8"	0.5	0.48	0.46
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

- i. Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.
- j. Cálculo del volumen del agregado fino.
- k. Cálculo del peso en estado seco del agregado fino.
- l. Presentación del diseño en estado seco.
- m. Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.
- n. Presentación del diseño en estado húmedo.

Fuente: Torres C., 2004, (p. 96).

2.1.6.2 Método del módulo de fineza de la combinación de agregados

Este método utiliza como base algunas tablas dadas por el ACI, la principal diferencia radica en la forma en que se calcula los pesos de los agregados, por lo demás todo es similar al método anterior; la secuencia de diseño es la siguiente:

- a. Selección de la resistencia requerida (f'_{cr}).
- b. Selección del TMN del agregado grueso.
- c. Selección del asentamiento Tabla N° 09.
- d. Seleccionar el contenido de aire atrapado Tabla N° 10.
- e. Seleccionar el contenido de agua Tabla N° 11.
- f. Selección de la relación a/c sea por resistencia a compresión o por durabilidad Tabla N° 12.
- g. Cálculo del contenido de cemento (e)/(f).
- h. Cálculo del volumen absoluto de los agregados.
- i. Cálculo del módulo de fineza de la combinación de los agregados.

Tabla 14

Módulo de fineza de la combinación de agregados

TMN del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados el cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para distintos contenidos de cemento en bolsas/m ³ (m).			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	5.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

- j. Cálculo del porcentaje de agregado fino.

$$\% \text{ agregado fino} = \frac{m_g - m}{m_g - m_f}$$

- k. Cálculo de los pesos secos de los agregados.

- l. Presentación el diseño en estado seco.

m. Corrección del diseño por el aporte de humedad.

n. Presentación del diseño en estado húmedo.

Fuente: Torres C., 2004, (p. 96 - 97).

CAPITULO III

3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1 Ubicación Geográfica

La cantera de los agregados son extraídos de las márgenes del río Chonta, exactamente en la Planta de Chancado “La Banda”, de propiedad del señor Ciro Banda Culqui, teniendo un área de explotación de 6978 metros cuadrados, dichos materiales son extraídos a la zona de proceso, donde son lavados, triturados y tamizados para su futura venta. Obteniendo una clasificación de TMN de ½” y ¾”.

En las coordenadas UTM:

ESTE: 779880.75

NORTE: 9205018.96

COTA: 2637 m.s.n.m



Figura 2 Plano de ubicación de la cantera (Figura obtenida de Google Earth).

3.1.2 Materiales, Métodos, Equipos Y Herramientas

MATERIALES

Los materiales utilizados para la siguiente investigación son los siguientes:

- Agregado fino (Arena gruesa), procedentes del río Chonta de la planta de chancado “La Banda”, de propiedad del señor Ciro Banda Culqui.
- Agregado Grueso (piedra Chancada $\frac{3}{4}$ ”), procedentes del río Chonta de la planta de chancado “La Banda”, de propiedad del señor Ciro Banda Culqui.
- Cemento Pacasmayo Tipo I: Conforme a la NTP 334.009/ASTM C150.
- Cemento Inka: Cemento Ultra Resistente con adición de microfiller calizo Tipo ICo: Conforme a la NTP 334.090/ASTM C-595.
- Agua potable: Para esta investigación se utilizó el agua extraída en el Campus Universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca – UNC.
- Aditivo Chema 3: Perteneciente a la familia de los aditivos acelerantes (Tipo C).

MÉTODOS

El método de la presente investigación es experimental

Tabla 15

Tipo de investigación

Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Enfoque metodológico	Cuantitativa
Objetivo	Explicativa
Fuente de datos	Primaria
Diseño de la prueba de hipótesis	Experimental
Temporalidad	Transversal
Contexto donde se desarrolla	Laboratorio de Ensayos de Materiales “Carlos Esparza Díaz”

EQUIPOS

Los equipos utilizados para la siguiente investigación son los siguientes:

- Balanza: con una sensibilidad al 0.1% del peso de prueba en cualquier punto dentro del rango de uso.
- Horno ventilado capaz de mantener la temperatura alrededor de la muestra $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Recipiente para la muestra (Taras).
- Tamices.
- Máquina de los Ángeles (NTP 400.19) para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos.
- Molde cónico para determinar si el agregado fino si alcanzo el estado superficialmente seco.
- Fiola graduada de 500 m³ para medir el peso específico del agregado fino.
- Mezcladora de concreto (Trompo) y buggies.
- Moldes cilíndricos metálicos y de plásticos,
- Probeta graduada.
- Cono de Abrams, plancha metálica y varilla compactadora de acero, cilíndrica de 16mm (5/8") de diámetro con una longitud aproximada de 600 mm (24") para medir el SLUMP del concreto.
- Deformímetro para medir la deformación de los especímenes.
- Máquina de Ensayo (Prensa hidráulica) para aplicar la carga a compresión axial a los especímenes.
- Cronómetro para medir el tiempo de duración del ensayo a compresión desde la aplicación de la carga hasta la rotura.

HERRAMIENTAS

- Regla metálica graduada para medir el asentamiento (slump) del concreto.
- Marcador de concreto para codificar los especímenes.

- Badilejo grande y pequeño para remezclar el concreto en la bandeja.
- Bandeja para llevar el concreto.
- Carretilla para trasladar los especímenes desde la poza de curado hasta la maquina compresión.
- Martillo de goma para golpear las paredes laterales exteriores del molde de especímenes durante el vaciado de concreto.
- Palana para llenar los recipientes con agregado para su posterior pesado.
- Balde para trasladar los agregados hacia el trompo.
- Cucharon para llenar los moldes de los especímenes.

3.1.3 Propiedades Físico Mecánicas de los Agregados

3.1.3.1 Gravedad específica y absorción del agregado fino

NTP 400.022 y ASTM C-128

Equipos

- Balanza, con capacidad mínima de 1000 g y sensibilidad de 0.1 g.
- Estufa, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.
- Frasco volumétrico de 500 cm³, calibrado hasta 0.1 o cm³ a 20°C.
- Molde cónico metálico de 40 ± 3 mm de diámetro interior en su base menor, 90 ± 3 mm de diámetro interior en una base mayor y 75 ± 3 mm de altura.
- Varilla de metal con un extremo redondeado, de (25 ± 3) mm de diámetro y (340 ± 15) gr de peso.

Preparación de la muestra

De la muestra natural obtenida se seleccionó mediante cuarteo 1000 g de agregado fino, luego se secó la muestra en la estufa a una temperatura de 110 ± 5 °C, luego se cubrió con agua dejándolo reposar durante 24 horas, posteriormente

se extendió en una superficie plana de aire tibio y se remuevió frecuentemente para un secado uniforme, hasta que las partículas del agregado no se adhieran entre sí. Luego se colocó en el molde cónico y golpeó la superficie suavemente 25 veces con la varilla para apisonado y levantar luego el molde, hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, indicando que el agregado fino alcanzó una condición de superficie seca.

Procedimiento

Se introdujo en el frasco una muestra de 500 g del material preparado, se llenó parcialmente casi hasta alcanzar la marca de los 500 cm³, posteriormente se eliminó las burbujas de aire agitando el frasco, a continuación se llenó de agua hasta alcanzar los 500 cm³ y se determinó el peso total del frasco, agregado fino y agua. Luego se extrajo el agregado fino del frasco y se puso a secar en la estufa, hasta obtener un peso constante a una temperatura de 110±5 °C, se dejó enfriar y se determinó el peso. Finalmente se llenó el frasco volumétrico de 500 cm³ hasta la marca y se determinó su peso.

✎ **Peso específico de masa (Pe_m):**

$$Pe_m = \frac{W_o}{(V - V_a)} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

$$Pe_m = \text{Pesos específico de masa. } \left(\frac{g}{cm^3} \right).$$

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en el horno (g).

V = Volumen del frasco en cm³ (500 cm³).

V_a = Peso (g) o volumen (cm³) de agua añadida al frasco

✎ **Peso específico de masa saturado con superficie seca (Pe_{sss}):**

$$Pe_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

✎ **Peso específico aparente (P_{e_a}).**

$$P_{e_{sss}} = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

✎ **Absorción (A_b).**

$$A_b = \frac{(500 - W_o)}{W_o} \times 100 \dots \dots \dots (4)$$

3.1.3.2 Peso específico y absorción del agregado grueso

NTP 400.021 y ASTM C-127

Equipos

- Balanza: Sensible a 0,5 g y con capacidad de 5 000 g ó más, cesta con malla de alambre con abertura no mayor a 3 mm.
- Depósito adecuado para sumergir la cesta de alambre en agua.
- Estufa capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

Preparación de la muestra

Se selecciona por el método del cuarteo, aproximadamente 5 kg., del agregado que se desea ensayar, rechazando todo el material que pase el tamiz NTP 4.75 mm (N°4)

Procedimiento

Después de un lavado completo para eliminar el polvo y otras impurezas superficiales, se secó la muestra hasta obtener un peso constante a una temperatura de 110 ± 5 ° C, luego se sumergió en el agua por un tiempo de 24 horas, transcurrido el tiempo se secó la muestra y se hizo rodar por un paño grande absorbente hasta desaparecer toda la película de agua visible, luego se obtuvo el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca, después de pesar se colocó de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determinó su peso en agua, posteriormente se secó la muestra

hasta obtener un peso constante a una temperatura de Después de un lavado completo para eliminar el polvo y otras impurezas superficiales, se secó la muestra hasta obtener un peso constante a una temperatura de 110 ± 5 ° C y se dejó enfriar hasta la temperatura ambiente.

✎ **Peso específico de masa (P_{em}):**

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100 \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire (g).

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire(g)

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

✎ **Peso específico de masa saturado con superficie seca (P_{sss}).**

$$P_{sss} = \frac{B}{(B - C)} \times 100 \dots \dots \dots (6)$$

✎ **Peso específico aparente (P_{ea}).**

$$P_{eas} = \frac{A}{(A - C)} \times 100 \dots \dots \dots (7)$$

✎ **Absorción (A_b).**

$$A_b = \frac{(B - A)}{A} \times 100 \dots \dots \dots (8)$$

3.1.3.3 Peso unitario

NTP 400.017/ASTM C-29

Equipos

- Balanza: con una exactitud de 0.1%, con respecto al peso de la muestra.
- Recipiente metálico – cilíndrico.
- Varilla compactadora de acero, cilíndrica de 5/8" de diámetro, con una longitud aproximada de 24".

Preparación de la muestra

Se obtuvo una muestra aproximadamente del 125 a 200% de la cantidad requerida a utilizar en el depósito, luego secar el agregado hasta obtener un peso constante.

Procedimiento

Determinación del Peso Unitario Suelto: Se llenó con una pala el recipiente hasta que rebose desde una altura de 5 cm por encima del borde superior, luego se enrasó con una regla, luego se determinó la masa del recipiente más el contenido y el peso del recipiente vacío con una aproximación de 0.05 kg.

Determinación del Peso Unitario Compactado: Se llenó el recipiente hasta la tercera parte, luego se niveló la superficie con los dedos, posteriormente se apisonó con 25 golpes distribuidos uniformemente, de igual manera se llenó hasta las 2/3 partes del recipiente, volviéndose a nivelar y apisonar con 25 golpes como anteriormente se describe, finalmente se llenó el recipiente hasta colmatarse y se apisonó otra vez de la manera antes mencionada, posteriormente se determinó el peso del recipiente más el contenido y el peso del recipiente vacío.

✎ **Peso Unitario**

$$F = \frac{1000 \text{ kg/cm}^3}{W_a(16.7^\circ\text{C})} \dots \dots \dots (9)$$

$$P.U. = \frac{W_s}{V} \text{ ó } P.U. = W_s * F \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

W_a = Peso del agua para llenar el recipiente a 16.7°C.

W_s = Peso neto del agregado (kg).

V = Volumen del molde cilíndrico (m^3).

F = Factor para el recipiente (L/m^3).

3.1.3.4 Contenido de humedad

NTP 339.185/ASTM C-566

Equipos

- Balanza con sensibilidad de 0.1g y cuya capacidad no sea menor a 1 kg.
- Recipiente para la muestra.
- Estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

Preparación de la muestra

Se colocó la muestra húmeda en un recipiente y se determinó el peso del recipiente más la muestra húmeda, luego se colocó en la estufa por 24 horas a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$, pasado las 24 horas se determinó el peso del recipiente más la muestra seca y se determinó la cantidad de agua evaporada.

$$W_{\%} = \frac{W_W}{W_S} * 100 \dots \dots \dots (11)$$

Donde:

W_W = Peso del agua evaporada.

W_S = Peso de la muestra seca.

$W_{\%}$ = Porcentaje de humedad.

3.1.3.5 Análisis Granulométrico

NTP 400.012, ASTM C-136, AASHTO T-27

Equipos

- Balanza con sensibilidad de 1 g.
- Tamices, para el agregado fino conformados por: N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100.
- Tamices para el agregado grueso: 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8".

- Estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Taras y recipientes.

Preparación de la muestra

Se seleccionó la muestra por mediante cuarteo, para el agregado fino fue establecido según los husos granulométricos del agregado fino de la Norma Técnica Peruana (NTP 400.037), la tabla N° 7, y para el agregado grueso según la siguiente tabla.

Tabla 16

Cantidad mínima de muestra de agregado grueso

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9,5	3/8"	1
12,5	1/2"	2
19,0	3/4"	5
15,0	1"	10
37,5	1 1/2"	15
50,0	2"	20
63,0	2 1/2"	35
75,0	3"	60
90,0	3 1/2"	100
100,0	4"	150
125,0	5"	300

Fuente: Norma ASTM C127 (2001)

Procedimiento

Se dejó secar la muestra en la Estufa a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$, hasta obtener un peso constante, se encajó los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura y se colocó la muestra sobre el tamiz superior, de tal manera que se procedió a efectuar el tamizado de forma manual hasta observar que no pase de un tamiz a otro. Con esta distribución se verificó los requerimientos de la NTP 400.037 (Husos granulométricos).

✂ MÓDULO DE FINURA PARA EL AGREGADO FINO

$$MF = \frac{\sum \% Ret. Acum (N^{\circ} 4 + N^{\circ} 8 + N^{\circ} 16 + N^{\circ} 30 + N^{\circ} 50 + N^{\circ} 100)}{100} \dots (12)$$

✂ MÓDULO DE FINURA PARA EL AGREGADO GRUESO

$$MF = \frac{\sum \% Ret. Acum (N^{\circ} 4 + 3/8" + 3/4" + 1" + 1 1/2")}{100} \dots (13)$$

3.1.3.6 Material más fino que pasa el tamiz N° 200

NTP 400.018

Equipos

- Balanza con sensibilidad de 1 g.
- Estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Tamices: N° 200 y el otro N° 16.

Procedimiento

Se secó la muestra en la estufa, hasta obtener un peso constante a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, luego se determinó la masa, después el ensayo consistió en lavar la muestra de agregado y pasar el agua por el tamiz N° 200, la pérdida de masa resultante de lavado se calculó como el porcentaje de la muestra original y fue expresada como la cantidad de material que pasa el tamiz N° 200.

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100 \dots \dots \dots (14)$$

Donde:

A = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de $75 \mu\text{m}$ (N° 200) por lavado.

B = Peso seco de la muestra original, en gramos.

C = Peso seco de la muestra después de lavado, en gramos.

3.1.3.7 Resistencia a la abrasión

NTP 400.019

Equipos

- Máquina de los Ángeles.
- Estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Balanza con exactitud al 0,1% del peso de la muestra requerida.
- La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46,8 mm de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g.

Preparación de la muestra

La muestra se lavó y se secó en la estufa a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta obtener un peso constante.

Procedimiento

Se colocó la muestra de ensayo y la carga en la máquina de los Ángeles y se procedió a rotar a una velocidad de 30 rpm a 33 rpm, por 500 revoluciones. Una vez terminado las revoluciones, se descargó el material de la máquina de los Ángeles sobre el tamiz N° 12 y se procedió a lavar, a continuación se secó el material retenido en la estufa a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ por un tiempo de 24 horas, una vez pasado el tiempo se procedió a pesar, obteniéndose así el valor que será remplazado en la fórmula para obtener el resultado de la abrasión.

$$\% \text{ de Abrasión} = \frac{W_o - W_f}{W_o} * 100 \dots \dots \dots (15)$$

Donde:

% = Porcentaje de Abrasión.

W_o = Peso original de la muestra e (gr).

W_f = Peso final de la muestra e (gr).

Una vez determinada las propiedades físico mecánicas de los agregados, se procedió a realizar el diseño de mezclas.

3.1.4 Diseño de Mezclas

Se realizó un diseño de mezcla para un $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ utilizando el cemento Pacasmayo Tipo I (Conforme a la NTP 334.009/ASTM C150) y cemento Inka: Ultra Resistente, con adición de Microfiller Calizo Tipo I Co (Conforme a la NTP 334.090/ASTM C-595) y el aditivo Chema 3, utilizando el método del Módulo de Finura de la combinación de Agregados.

Procedimiento

Se Elaboró el diseño de mezclas para una resistencia de un $F'c$ de 280 kg/cm^2 , utilizando los cementos anteriormente mencionados. Primero se elaboré las muestras patrón (mezclas sin aditivo), posteriormente elaboré las mezclas con las diferentes proporciones que indica en la hoja del aditivo Chema 3, utilizando los agregados de la planta de chancado “La Banda”, de propiedad del señor Ciro Banda Culqui y agua potable de la Ciudad universitaria (UNC).

☒ Selección de la resistencia promedio ($f'cr$)

Conociendo la resistencia a compresión de nuestro diseño es de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, se determinó la resistencia promedio requerida ($f'cr$), en función del grado de control de calidad en obra

Tabla 17

$F'cr$ en función de control de calidad en obra

Nivel de control	$f'cr$
Excelente	$1.1*f'c$
Buena	$1.2*f'c$
Regular o mala	$(1.3 \text{ a } 1.5)*f'c$

☒ Selección del tamaño máximo nominal del agregado

De acuerdo a los resultados obtenidos de las propiedades físicas del agregado grueso, determinadas en el laboratorio, se obtuvo el Tamaño Máximo Nominal es de 3/4".

✎ Selección del asentamiento

De acuerdo a las recomendaciones de obra, es recomendable usar una mezcla de consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

✎ Volumen unitario del agua

El volumen unitario de agua o agua de diseño lo seleccionamos de la Tabla N° 12, en la que se determinó que para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4", en una mezcla de consistencia plástica y sin aire incorporado, corresponde un valor unitario de 204 lt/m³.

✎ Selección del contenido del aire

Dado que se trata de un concreto sin aire incorporado, de la tabla N° 10, se determinó que el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4" es de 2%.

✎ Relación agua/cemento

Entrando a la Tabla N° 13 para una resistencia promedio de 308 kg/cm² en un concreto sin aire incorporado, se obtuvo la relación agua/cemento de 0.5388

✎ Factor cemento

El factor cemento de la mezcla fue calculado según la siguiente fórmula:

$$Factor\ cemento = \frac{Volumen\ unitario\ del\ agua}{Relación\ \frac{agua}{cemento}} \dots (14)$$

$$Factor\ cemento = 204/0.5388 = 378.62\text{kg/m}^3$$

✂ **Cálculo del volumen absoluto de la pasta**

El volumen de la pasta se encontró al sumar el factor del cemento dividido entre su peso específico más el agua de mezclado dividida entre su peso específico más el porcentaje de aire atrapado.

✂ **Volumen absoluto del agregado**

Se calculó el volumen absoluto del agregado, siendo este igual a la unidad menos el volumen de la pasta.

✂ **Cálculo del módulo de finura de la combinación de agregados**

Entrando en la Tabla N° 15, con la cantidad de bolsas de cemento y el tamaño máximo nominal del agregado, se encontró el valor del módulo de finura de la combinación de agregados.

✂ **Cálculo del valor r_f**

Conocido el valor del módulo de finura de la combinación de agregados, se logró determinar el porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total del agregado grueso. Para ello aplicamos:

$$r_f = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} \times 100 \dots \dots \dots (15)$$

✂ **Cálculo de los volúmenes absolutos del agregado**

Se calculó el volumen absoluto del agregado fino multiplicando el r_f por el volumen absoluto del agregado. Y para el agregado grueso se obtuvo restando el volumen absoluto del agregado y el volumen absoluto del agregado fino anteriormente obtenido.

✂ **Pesos secos de los agregados**

El peso seco del agregado fino se obtuvo multiplicando el volumen absoluto del agregado fino por su peso específico de masa y por 1000.

El peso seco del agregado grueso se obtuvo multiplicando el volumen absoluto del agregado grueso por su peso específico de masa y por 1000.

✎ **Valores de diseño**

Son las cantidades de materiales, calculadas por el Método de Finura de la Combinación de Agregados.

✎ **Corrección por humedad del agregado**

El peso húmedo del agregado fino se obtuvo sumando la unidad más el contenido de humedad por cien y todo esto multiplicado por el valor de diseño del agregado fino.

El peso húmedo del agregado grueso se obtuvo sumando la unidad más el contenido de humedad por cien y todo esto multiplicado por el valor de diseño del agregado grueso.

El agua efectiva se obtuvo restando el agua de diseño menos el aporte de la humedad del agregado.

✎ **Proporción en peso**

Se calculó las cantidades de materiales por tanda, siendo estas en relación a una bolsa de cemento (42.5kg).

3.1.5 Elaboración de especímenes de concreto

Para la elaboración de los especímenes de concreto se realizó de acuerdo a la NTP 339.183 o ASTM C-192.

PROCEDIMIENTO

✓ MEZCLADO

Una vez obtenido las proporciones, se elaboraron los especímenes de concreto cilíndricos (150mm X 300mm), para las pruebas a compresión, de acuerdo a los procedimientos indicados en las normas ACI 211.3R-02 y ACI 522R-10, para ello

primero se pesó adecuadamente el cemento, agregado fino, agregado grueso, y utilizando probetas de vidrios debidamente graduada se midió el agua y el aditivo, para posteriormente mezclarla en el trompo.

✓ **DETERMINACIÓN DEL SLUMP O ASENTAMIENTO**

Una vez obtenida la mezcla de concreto fresco se procedió a determinar el asentamiento de acuerdo a las recomendaciones de la Norma NTP 339.035 o ASTM C-143, a través del cono de Abrams, para ello se llenó en tres capas, cada uno compactándose con una varilla metálica con 25 golpes distribuidos uniformemente, al finalizar la tercera capa después de compactar respectivamente se enrasó, luego se retiró verticalmente el cono de Abrams y se colocó invertida sobre la placa metálica al costado de la mezcla, luego colocó la varilla metálica, para posteriormente medir el asentamiento con la ayuda de una regla graduada.

3.1.6 Curado de los especímenes

El curado se realizó de acuerdo a los procedimientos de las normas ASTM C-192 o NTP 339.183.

PROCEDIMIENTO

- ✓ Una vez obtenida los especímenes de concreto se cubrió con una bolsa plástica para evitar la evaporación y pérdida de humedad.
- ✓ Las probetas fueron desencofradas a las 24 horas y se procedió a realizar el curado correspondiente.

3.1.7 Ensayos de resistencia a la compresión

Se realizó de acuerdo a la Norma NTP 39.034 o ASTM C-39; para ello se codificó cada uno de los especímenes, luego se pesó, y se procedió a medir el diámetro y altura de cada probeta. Una vez obtenido los datos se procedió a la rotura de cada probeta.

3.1.8 Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Para hallar el módulo de elasticidad del concreto se realizó a los ensayos a la edad de 28 días, elaborando el diagrama de esfuerzo vs deformación unitaria a partir de los ensayos a compresión uniaxial de los especímenes de concreto para cada uno de los diseños de mezclas.

$$E = 1500\sqrt{\delta_{m\acute{a}x}} \dots \dots \dots (15)$$

Donde:

E = Módulo de elasticidad.

$\delta_{m\acute{a}x}$ = Esfuerzo máximo.

Equipos a utilizar fueron:

- Máquina de ensayo a la compresión.
- Platos metálicos con discos de neopreno.
- Vernier.
- Regla graduada.
- Deformímetro.
- Libreta de apuntes.

CAPITULO IV

4.1 Análisis y Discusión de Resultados

4.1.1 Características de los materiales (cemento, agua, aditivo)

- ✓ El cemento Pacasmayo Tipo I (Conforme a la NTP 334.009/ASTM C150) tiene un peso específico 3.14 g/cm³.
- ✓ El cemento Inka: Ultra Resistente, con adición de Microfiller Calizo Tipo I Co (Conforme a la NTP 334.090/ASTM C-595) tiene un peso específico 3.08 g/cm³.
- ✓ El agua utilizada en la investigación (Conforme a la NTP 339.088) tiene un peso específico de 1.00 g/cm³.
- ✓ El aditivo Chema 3 (Conforme a la ASTM C-494 Tipo C) tiene un peso específico de 1.15 g/cm³, se utilizó las siguientes dosificaciones 500 ml, 750 ml y 1000 ml de acuerdo al clima y tiempos requeridos.

4.1.2 Propiedades físicas y mecánicas de los agregados

Tabla 18

Características físicas de los agregados Agregado fino y Agregado grueso (conforme a la NTP 400.037 y ASTM C-33)

CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS				
	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Perfil			Angular	
Tamaño máximo nominal			3/4"	
Peso específico de masa	2.595	g/cm ³	2.606	g/cm ³
Peso específico saturado superficialmente seco	2.625	g/cm ³	2.636	g/cm ³
Peso específico aparente	2.676	g/cm ³	2.687	g/cm ³
Peso unitario suelto	1572	Kg/m ³	1367	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1702	Kg/m ³	1499	Kg/m ³
Contenido de humedad (%)	6.412		0.325	
Absorción (%)	1.174		1.146	
Módulo de finura	3.073		6.862	
Abrasión (%)	-		28.90	
Porcentaje que pasa malla N° 200	2.267		0.533	

4.1.3 Análisis y discusión de características de los materiales

- ✓ Respecto a las características de los dos tipos de cementos, fueron tomadas directamente de las hojas técnicas respectivas.
- ✓ En relación al agua utilizada para las mezclas fue potable, proveniente de la red pública del servicio de agua potable de la ciudad de Cajamarca.
- ✓ Las características físicas y mecánicas de los agregados (agregado fino y agregado grueso) de la Planta la Planta de Chancado “La Banda” del distrito de Llacanora, se obtuvieron del promedio de los datos obtenidos de tres ensayos consecutivos por cada propiedad requerida, como se indica en la Tabla N° 19.
- ✓ De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.037, establece los requerimientos que deben cumplir el agregado fino para concreto, tal como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 19
Requerimientos que deben cumplir el agregado fino para concreto

AGREGADO FINO			
ENSAYO	REQUISITO NTP 400.037	OTRAS ESPECIFICACIONE S	
Muestreo	Muestra mínima \geq 10kg		
Forma y textura superficial	Las que generen $>$ durabilidad y resistencia al $^{\circ}\text{C}$		
Análisis granulométrico	Husos granulométricos	-	
Módulo de finura	2.3 - 3.2	-	
Material menor que pasa el tamiz N° 200	Agregado fino	Máximo 3% (concreto sujeto a abrasión)	-
	Agregado fino chancado	Máximo 5% (otros concretos)	-
Partículas delezables	Máximo 3%	-	
Peso específico (gr/cm^3)	-	2.3 - 2.9	
Absorción (%)	-	0.2 - 3.5	
Contenido de humedad (%)	-	8 aproximado	
Peso unitario Compactado (kg/m^3)	-	1550 - 1750	
	Suelto	-	1240-1400

Fuente: Normas ASTM C33/C33M-11, NTP 400.037.

- ✓ De acuerdo a la comparación entre los resultados y los datos de la Tabla N° 19y Tabla N° 20, en relación al agregado fino, podemos afirmar lo siguiente:
- El agregado presenta una buena gradación de sus partículas, y se observó que la **granulometría** del agregado fino se ajustó al huso granulométrico “M” establecido en la norma NTP 400.037.
 - El **módulo de finura** del agregado fino es 3.073 y se encuentra dentro del rango de los requerimientos establecidos en la NTP 400.037.
 - El porcentaje de **partículas menores que pasa el tamiz N° 200**, es 2.267 y encuentra dentro de los rangos establecidos en la NTP 400.037.
 - El **peso específico** del agregado es 2.595 y se encuentra dentro de los rangos establecidos en la NTP 400.037.
 - La **absorción** del agregado fino es 1.174 y cumplió con los rangos en la NTP 400.037.
 - El **contenido de humedad** es 6.412% y cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037.

Tabla 20

Requerimientos que deben cumplir el agregado grueso para concreto

AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	REQUISITO 400.037	NTP	OTRAS ESPECIFICACIONES
Muestreo	Medida: Tabla N° 1 400.010	NTP	-
Forma y textura superficial	Las que generen > durabilidad y resistencia al °C		
Análisis granulométrico	Husos granulométricos		-
Módulo de finura	Huso granulométricos		-
Tamaño máximo	En el concreto no se encontraran partículas más grandes. Sera el pasante por el tamiz de 2 1/2" (según RNE).		
Material menor que pasa el tamiz N° 200	Máximo 1%		-
Partículas deleznales	Máximo 5%		-
Resistencia a Abrasión	Máximo pérdida 50%		-
Peso específico (gr/cm ³)	-		2.3 - 2.9
Absorción (%)	-		0.2 - 3.5
Contenido de humedad (%)	-		4 aproximado
Peso unitario (kg/m ³)	Compactado		1620 - 2016
	Suelto		1350 - 1680

- ✓ De acuerdo a la comparación entre los resultados y los datos de la Tabla N° 19y Tabla N° 21, en relación al agregado grueso, podemos afirmar lo siguiente:
- La **granulometría** del agregado grueso se ajustó al huso granulométrico 67 indicado en la norma ASTM C 33M –11 y la NTP 400.037.
 - El **módulo de finura** del agregado grueso cumplió con los requerimientos establecidos en la norma ASTM C 33M –11 y la NTP 400.037.
 - El **tamaño máximo** del agregado grueso fue elegido a criterio propio, adoptando el requisito establecido en el RNE.
 - El porcentaje de **partículas menores que pasa el tamiz N° 200**, es 0.533 y se encuentra dentro de los rangos establecidos en la NTP 400.037.
 - La **resistencia a la abrasión** del agregado grueso, se encuentra dentro de los rangos establecidos en la NTP 400.037.
 - El **peso específico** del agregado grueso se encuentra dentro de los rangos establecidos en la NTP 400.037.
 - La **absorción** del agregado grueso cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037.
 - El **contenido de humedad** cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037.
 - El **peso unitario suelto** cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037.

4.1.4 Presentación de los Resultados de los Diseños de Mezcla

Se elaboró mezclas de concreto para una $F'c$ de 280 kg/cm², con las propiedades encontradas de la cantera “La Banda” utilizando el cemento Pacasmayo Tipo I (Conforme a la NTP 334.009/ASTM C150) y el cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo (Conforme a la NTP 334.090/ASTM C-595, agua potable de la Ciudad Universitaria, aditivo Chema

3 (Conforme a la norma ASTM C-494 Tipo C). Primeramente se elaboraron las mezclas de los grupos de control sin aditivo, a continuación se elaboraron las mezclas del grupo experimental con aditivo, de acuerdo a las proporciones que indica en la ficha técnica del aditivo Chema 3. El método a usar fue el Módulo de Finura de la Combinación de Agregados.

4.1.4.1 Resultados del diseño de mezcla de concreto del grupo de control sin aditivo

(GC_{SA})

Se utilizó el método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados para la obtención de las cantidades de materiales por metro cubico.

Tabla 21

Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando el Cemento Pacasmayo Tipo I

MATERIALES DE DISEÑO	DE		MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD		
CEMENTO	378.62	Kg	CEMENTO	378.62	Kg
AGUA DE DISEÑO	204.00	Lt	AGUA EFECTIVA	168.25	Lt
AGREGADO FINO	821.00	Kg	AGREGADO FINO HUMEDO	874.00	Kg
AGREGADO GRUESO	884.00	Kg	AGREGADO GRUESO HUMEDO	887.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%	AIRE TOTAL	2.00	%

Tabla 22

Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando el Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo

MATERIALES DE DISEÑO	DE		MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD		
CEMENTO	378.62	Kg	CEMENTO	378.62	Kg
AGUA DE DISEÑO	204.00	Lt	AGUA EFECTIVA	168.38	Lt
AGREGADO FINO	818.00	Kg	AGREGADO FINO HUMEDO	870.00	Kg
AGREGADO GRUESO	880.00	Kg	AGREGADO GRUESO HUMEDO	883.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%	AIRE TOTAL	2.00	%

4.1.4.2 Presentación de los resultados del diseño de mezcla de concreto del grupo experimental con aditivo (GE_{CA})

Se utilizó el método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados para la obtención de las cantidades de materiales por metro cubico.

4.1.4.3 Resultados del diseño de mezcla de concreto utilizando cemento Pacasmayo tipo I + aditivo

Se utilizó el método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados para la obtención de las cantidades de materiales por metro cubico con una dosificación de 500ml, 750ml y 1000ml de aditivo Chema 3 por bolsa de cemento.

Tabla 23

Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando el Cemento Pacasmayo Tipo I y 500 ml/bolsa de Chema

MATERIALES DE DISEÑO			MATERIALES CORREGIDOS		POR
			HUMEDAD		
CEMENTO	378.62	Kg	CEMENTO	378.62	Kg
AGUA DE DISEÑO	204.00	Lt	AGUA EFECTIVA	168.52	Lt
AGREGADO FINO	815.00	Kg	AGREGADO FINO HUMEDO	867.00	Kg
AGREGADO GRUESO	878.00	Kg	AGREGADO GRUESO HUMEDO	881.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%	AIRE TOTAL	2.00	%
CHEMA 3	4.454	Lt	CHEMA 3 =	4.454	Lt

Tabla 24

Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando el Cemento Pacasmayo Tipo I y 750 ml/bolsa de Chema 3

MATERIALES DE DISEÑO			MATERIALES CORREGIDOS		POR
			HUMEDAD		
CEMENTO	378.62	Kg	CEMENTO	378.62	Kg
AGUA DE DISEÑO	204.00	Lt	AGUA EFECTIVA	168.60	Lt
AGREGADO FINO	813.00	Kg	AGREGADO FINO HUMEDO	865.00	Kg
AGREGADO GRUESO	875.00	Kg	AGREGADO GRUESO HUMEDO	878.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%	AIRE TOTAL	2.00	%
CHEMA 3	6.682	Lt	CHEMA 3 =	6.682	Lt

Tabla 25

Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando el Cemento Pacasmayo Tipo I y 1000 ml/bolsa de Chema 3

MATERIALES DE DISEÑO			MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD		
CEMENTO	378.62	Kg	CEMENTO	378.62	Kg
AGUA DE DISEÑO	204.00	Lt	AGUA EFECTIVA	168.73	Lt
AGREGADO FINO SECO	810.00	Kg	AGREGADO FINO HUMEDO	862.00	Kg
AGREGADO GRUESO SECO	872.00	Kg	AGREGADO GRUESO HUMEDO	875.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%	AIRE TOTAL	2.00	%
CHEMA 3	8.909	Lt	CHEMA 3 =	8.909	Lt

4.1.4.4 Resultados del diseño de mezcla de concreto utilizando cemento Inka ultra resistente tipo ICo + aditivo

Se utilizó el método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados para la obtención de las cantidades de materiales por metro cubico.

Tabla 26

Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando el Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo y 500 ml/bolsa de Chema 3

MATERIALES DE DISEÑO			MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD		
CEMENTO	378.62	Kg	CEMENTO	378.62	Kg
AGUA DE DISEÑO	204.00	Lt	AGUA EFECTIVA	168.64	Lt
AGREGADO FINO	812.00	Kg	AGREGADO FINO HUMEDO	864.00	Kg
AGREGADO GRUESO	874.00	Kg	AGREGADO GRUESO HUMEDO	877.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%	AIRE TOTAL	2.00	%
CHEMA 3	4.454	Lt	CHEMA 3 =	4.454	Lt

Tabla 27

Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando el Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo y 750 ml/bolsa de Chema 3

MATERIALES DE DISEÑO			MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD		
CEMENTO	378.62	Kg	CEMENTO	378.62	Kg
AGUA DE DISEÑO	204.00	Lt	AGUA EFECTIVA	168.72	Lt
AGREGADO FINO	810.00	Kg	AGREGADO FINO HUMEDO	862.00	Kg
AGREGADO GRUESO	871.00	Kg	AGREGADO GRUESO HUMEDO	874.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%	AIRE TOTAL	2.00	%
CHEMA 3 =	6.682	Lt	CHEMA 3 =	6.682	Lt

Tabla 28

Cantidad de materiales por metro cúbico para un concreto $F'c=280$ Kg/cm², utilizando el Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo y 1000 ml/bolsa de Chema 3

MATERIALES DE DISEÑO			MATERIALES CORREGIDOS		POR
			HUMEDAD		
CEMENTO	378.62	Kg	CEMENTO	378.62	Kg
AGUA DE DISEÑO	204.00	Lt	AGUA EFECTIVA	168.86	Lt
AGREGADO FINO	807.00	Kg	AGREGADO FINO HUMEDO	859.00	Kg
AGREGADO GRUESO	868.00	Kg	AGREGADO GRUESO HUMEDO	871.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%	AIRE TOTAL	2.00	%
CHEMA 3 =	8.909	Lt	CHEMA 3 =	8.909	Lt

4.1.5 Análisis y discusión de los diseños de mezclas de concreto

De la Tabla N° 22 diseño de mezcla elaborada con Cemento Pacasmayo Tipo I y Tabla N° 23, diseño de mezcla elaborada con Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo, observamos ligeras variaciones en las proporciones de las mezclas de los grupos de control sin aditivo (GC_{SA}).

Tanto de las Tablas N° 24 y N° 27, diseños de mezcla elaborada más la adición de aditivo Chema 3 en una proporción de 500 ml/bolsa, se aprecia una variación en la cantidad de agua efectiva y cantidad de agregados utilizados, de la misma manera se da entre las Tablas N° 25 y N° 28 más adición de 750 ml/bolsa de Chema 3, así como también en las Tablas N° 26 y N° 29 y la adición de 1000 ml/bolsa de Chema 3.

4.1.6 Análisis de resistencia a la compresión

4.1.6.1 Presentación de los resultados de los ensayos a compresión

Los ensayos a compresión se realizaron a las edades de 7, 14 y 28 días de elaboradas las mezclas para el diseño, teniendo en cuenta la NTP 339.034.

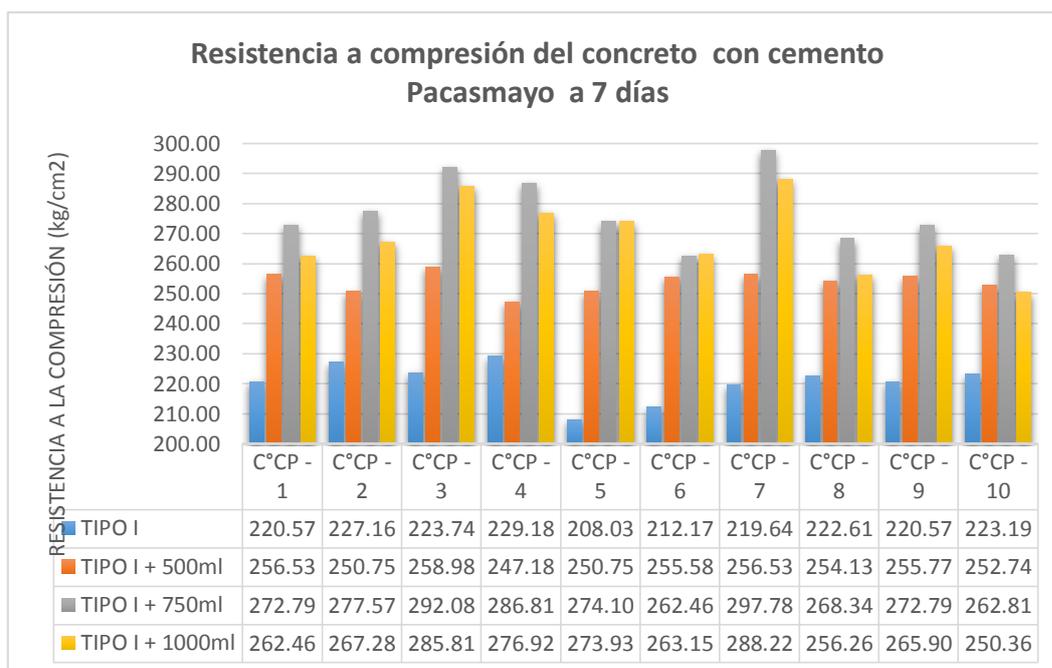
4.1.6.2 Ensayos de resistencia a la compresión a la edad de 7 días

A continuación presentare la resistencia obtenida en cada espécimen tanto de los grupos de control y del grupo experimental para 7 días para un diseño de 280kg/cm².

Tabla 29

Resistencia a la compresión obtenida a la edad de 7 días para un $F'c=280\text{kg/cm}^2$ con Cemento Pacasmayo Tipo I

1	TIPO I	TIPO I + 500ml	TIPO I + 750ml	TIPO I + 1000ml
C°CP - 1	220.57	256.53	272.79	262.46
C°CP - 2	227.16	250.75	277.57	267.28
C°CP - 3	223.74	258.98	292.08	285.81
C°CP - 4	229.18	247.18	286.81	276.92
C°CP - 5	208.03	250.75	274.10	273.93
C°CP - 6	212.17	255.58	262.46	263.15
C°CP - 7	219.64	256.53	297.78	288.22
C°CP - 8	222.61	254.13	268.34	256.26
C°CP - 9	220.57	255.77	272.79	265.90
C°CP - 10	223.19	252.74	262.81	250.36
PROMEDIO	220.69	253.89	276.75	269.03

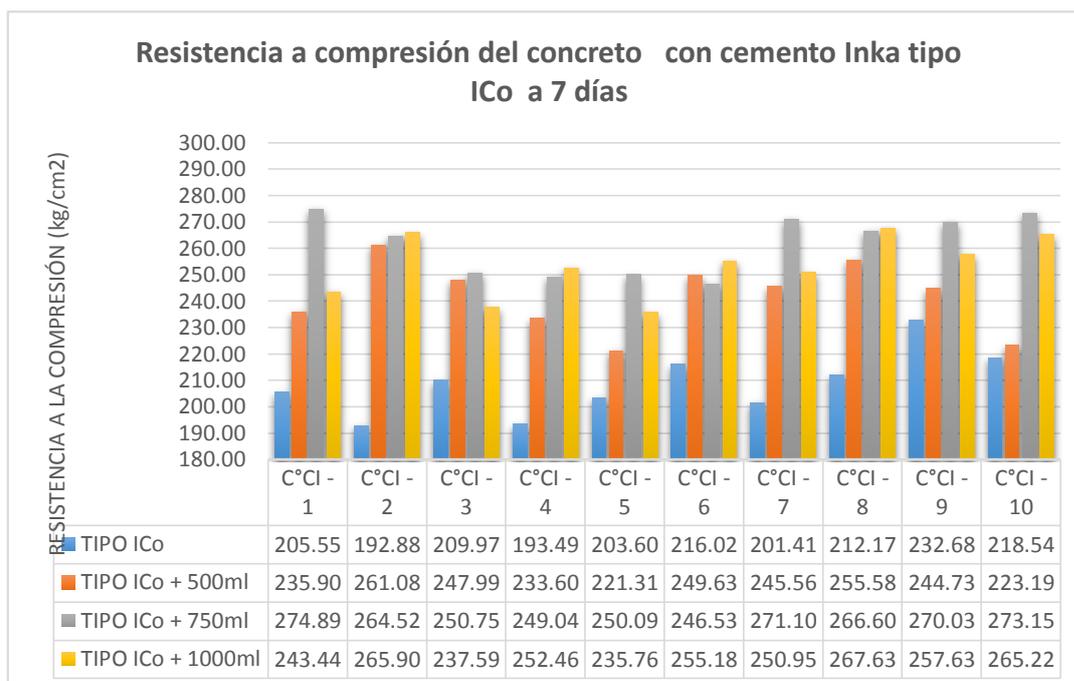
Figura 3 Resistencia a compresión del concreto con cemento Pacasmayo a 7 días**Tabla 30**

Resistencia a la compresión obtenida a la edad de 7 días para un $F'c=280\text{kg/cm}^2$ con Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo

N° DE ENSAYO	TIPO ICo	TIPO ICo + 500ml	TIPO ICo + 750ml	TIPO ICo + 1000ml
C°CI - 1	205.55	235.90	274.89	243.44
C°CI - 2	192.88	261.08	264.52	265.90
C°CI - 3	209.97	247.99	250.75	237.59
C°CI - 4	193.49	233.60	249.04	252.46
C°CI - 5	203.60	221.31	250.09	235.76
C°CI - 6	216.02	249.63	246.53	255.18
C°CI - 7	201.41	245.56	271.10	250.95
C°CI - 8	212.17	255.58	266.60	267.63
C°CI - 9	232.68	244.73	270.03	257.63

Figura 4 Resistencia a compresión del concreto con Cemento Inka tipo ICo a 7 días

C°CI - 10	218.54	223.19	273.15	265.22
PROMEDIO	208.63	241.86	261.67	253.18



4.1.6.3 Ensayos de resistencia a la compresión a la edad de 14 días

A continuación presentare la resistencia obtenida en cada espécimen tanto de los grupos de control y del grupo experimental para 14 días para un diseño de 280kg/cm².

Tabla 31

Resistencia a la compresión obtenida a la edad de 14 días para un $F'c=280\text{kg/cm}^2$ con Cemento Pacasmayo Tipo I

N° DE ENSAYO	TIPO I	TIPO I + 500ml	TIPO I + 750ml	TIPO I + 1000ml
C°CP - 11	247.99	294.23	332.10	322.49
C°CP - 12	263.50	291.08	313.98	310.65
C°CP - 13	255.51	280.95	331.02	313.01
C°CP - 14	250.75	279.68	325.14	307.23
C°CP - 15	254.80	281.80	354.52	311.92
C°CP - 16	257.92	301.93	332.26	342.03
C°CP - 17	259.01	296.57	315.64	297.57
C°CP - 18	267.28	297.38	343.53	325.66
C°CP - 19	267.33	300.94	338.92	321.01
C°CP - 20	247.99	280.60	348.56	316.88
PROMEDIO	257.21	290.52	333.57	316.85

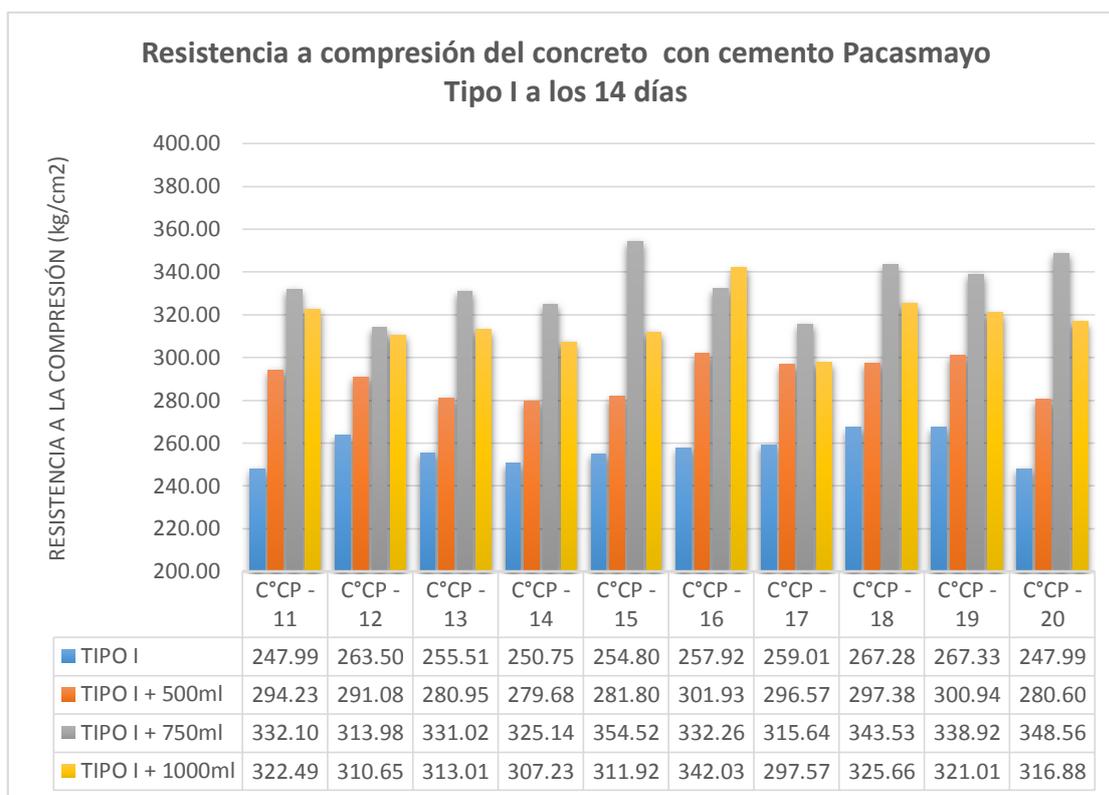


Figura 5 Resistencia a compresión del concreto con cemento Pacasmayo Tipo I a los 14 días

Tabla 32

Resistencia a la compresión obtenida a la edad de 14 días para un $F'c=280\text{kg/cm}^2$ con Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo

N° DE ENSAYO	TIPO ICo	TIPO ICo + 500ml	TIPO ICo + 750ml	TIPO ICo + 1000ml
C°CI - 11	236.66	251.79	306.83	301.53
C°CI - 12	251.08	272.07	293.62	285.56
C°CI - 13	270.03	262.10	326.34	287.94
C°CI - 14	228.70	260.74	319.09	294.83
C°CI - 15	241.74	262.80	327.90	289.32
C°CI - 16	231.30	282.81	302.92	315.37
C°CI - 17	248.32	257.95	290.49	272.13
C°CI - 18	233.29	278.30	293.46	306.32
C°CI - 19	255.51	281.80	305.28	299.16
C°CI - 20	236.97	261.41	335.67	316.88
PROMEDIO	243.36	267.18	310.16	296.90

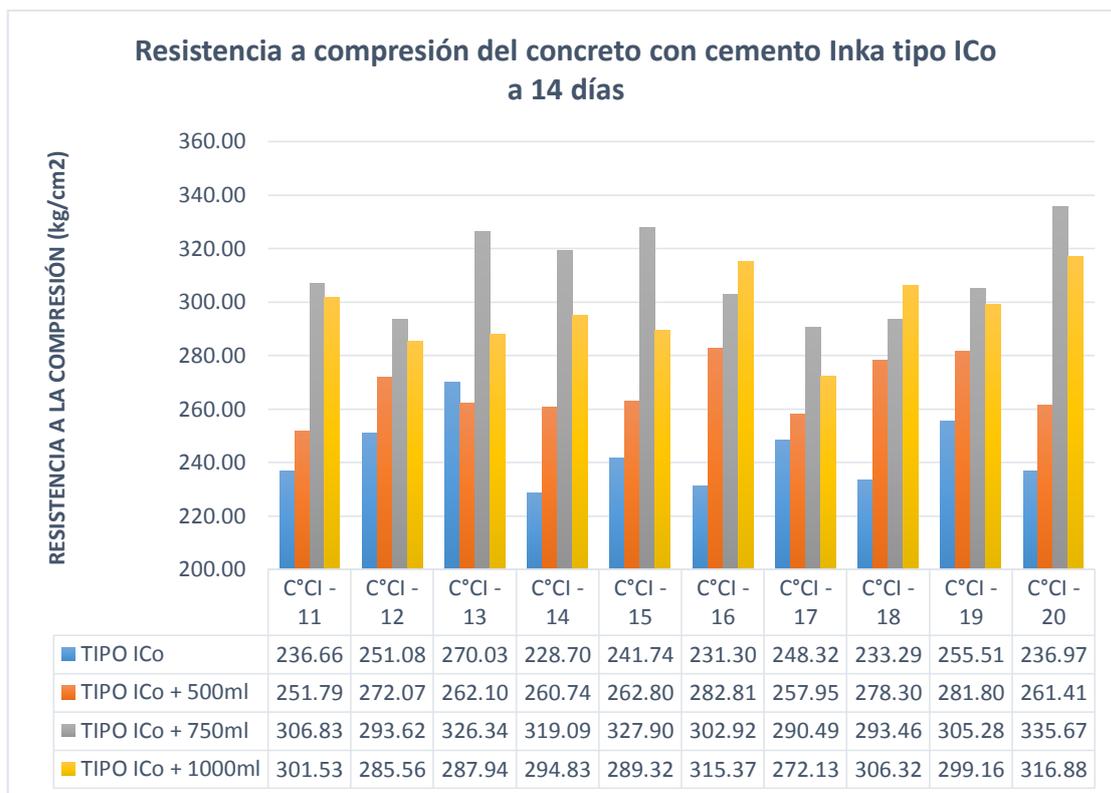


Figura 6 Resistencia a compresión del concreto con cemento Inka tipo ICo a 14 días

4.1.6.4 Ensayos de resistencia a la compresión a la edad de 28 días

A continuación se presenta la resistencia obtenida en cada espécimen tanto de los grupos de control y del grupo experimental para 28 días para un diseño de 280kg/cm².

Tabla 33

Resistencia a la compresión obtenida a la edad de 28 días para un $F'c=280\text{kg/cm}^2$ con Cemento Pacasmayo Tipo I

N° DE ENSAYO	TIPO I	TIPO I + 500ml	TIPO I + 750ml	TIPO I + 1000ml
C°CP - 21	316.33	336.95	366.48	361.44
C°CP - 22	299.16	338.92	378.87	366.06
C°CP - 23	311.06	334.02	353.61	341.20
C°CP - 24	293.23	340.26	356.44	347.19
C°CP - 25	304.70	332.40	371.59	359.66
C°CP - 26	301.54	337.05	385.54	369.72
C°CP - 27	313.84	318.00	370.20	354.05
C°CP - 28	302.14	336.95	382.13	355.95
C°CP - 29	294.45	326.67	376.12	361.39
C°CP - 30	321.43	309.67	362.87	350.40

PROMEDIO	305.79	331.09	370.39	356.71
-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

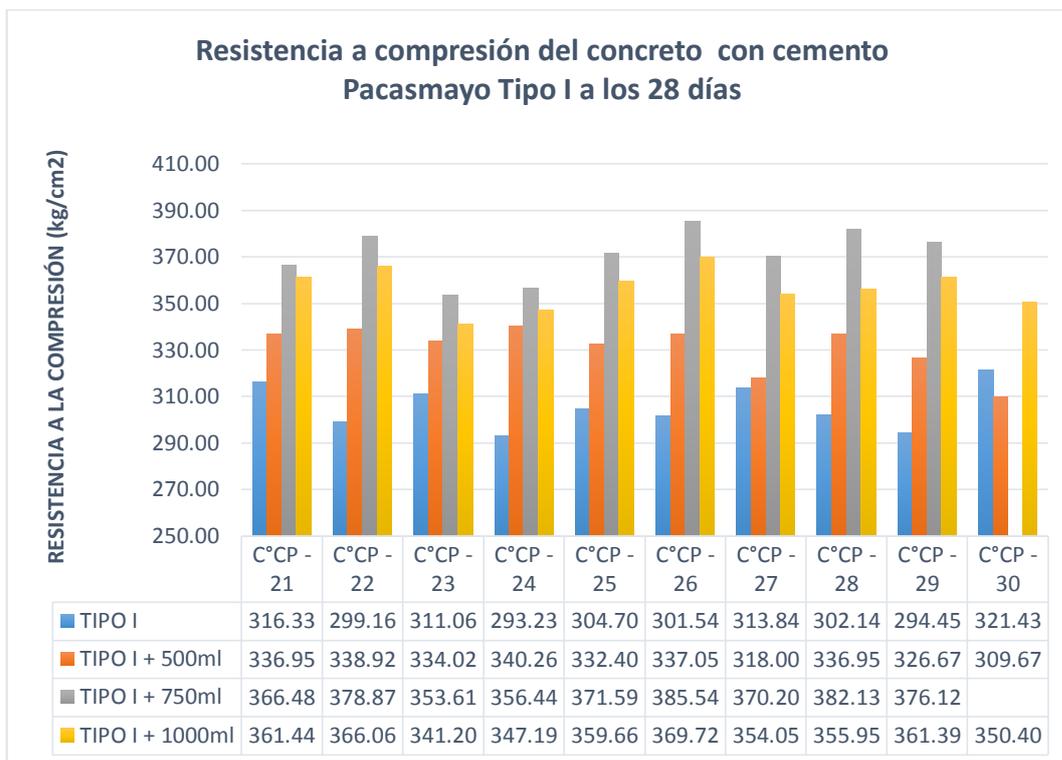


Figura 7 Resistencia a compresión del concreto con cemento Pacasmayo Tipo I a los 28 días

Tabla 34

Resistencia a la compresión obtenida a la edad de 28 días para un $F'c=280\text{kg/cm}^2$ con Cemento Inka Ultra Resistente Tipo IC_o

N° DE ENSAYO	TIPO IC _o	TIPO IC _o + 500ml	TIPO IC _o + 750ml	TIPO IC _o + 1000ml
C°CI - 21	293.67	313.98	343.96	333.91
C°CI - 22	276.92	327.12	355.45	338.92
C°CI - 23	297.59	320.66	347.64	315.78
C°CI - 24	286.19	313.30	331.45	319.75
C°CI - 25	321.09	332.97	349.02	331.96
C°CI - 26	294.23	314.26	360.02	342.15
C°CI - 27	287.70	311.78	347.64	331.02
C°CI - 28	275.62	318.13	359.63	350.40
C°CI - 29	313.84	303.72	353.63	341.23
C°CI - 30	290.70	292.46	337.54	325.91
PROMEDIO	293.75	314.84	348.60	333.10

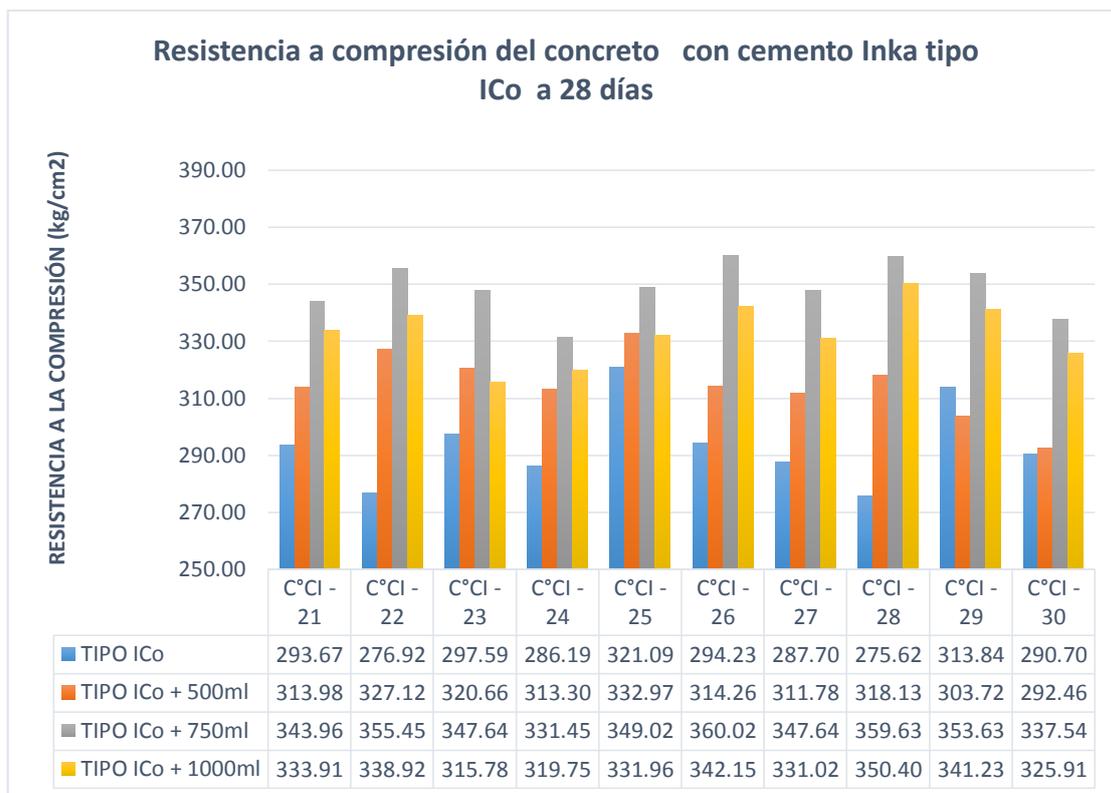


Figura 8 Resistencia a compresión del concreto con cemento Inka tipo ICo a 28 días

4.1.7 Análisis y discusión de resultados

En la siguiente Tabla N° 36 según ACI Committee 214, nos muestra el coeficiente de variación que puede esperarse en proyectos vigilados. Estos resultados han sido adquiridos de la experiencia de los proyectos y son una guía para evaluar el control de concreto a los 28 días.

Tabla 35

Estándar de control de hormigón

Clase de operaciones	Coeficiente de variación (Cv) para los diferentes estándares de control			
	Excelente	Bueno	Medio	Pobre
Variación total:				
(I) Construcción en general	Inferior a 10,0	10,0 a 15,0	15,0 a 20,0	Sobre 20,0
(II) Control de laboratorio	Inferior a 5,0	5,0 a 7,0	7,0 a 10,0	Sobre 10,0
Variaciones dentro de una misma mezcla:				
(I) Control en obra	Inferior a 4,0	4,0 a 5,0	5,0 a 6,0	Sobre 6,0
(II) Control de laboratorio	Inferior a 3,0	3,0 a 4,0	4,0 a 5,0	Sobre 5,0

Una vez concluido los ensayos a la compresión de las probetas elaboradas de concreto con Cemento Pacasmayo Tipo I y concreto con Cemento Inka Ultra Resistente Tipo ICo, tanto los diseños patrón y los adicionados con aditivo, obtuvimos los siguientes cuadros resumen.

Tabla 36

Cuadro resumen de resultados a la compresión para un $f'c$ de 280 kg/cm² con cemento Pacasmayo Tipo I

Diseño	Edad	Resistencia promedio máximo (kg/cm ²)	Porcentaje promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Patrón	7 días	220.69	78.82	6.390	2.90
	14 días	257.21	91.86	7.21	2.80
	28 días	305.79	109.21	9.49	3.10
500ml	7 días	253.89	90.68	3.53	1.39
	14 días	290.52	103.76	8.95	3.08
	28 días	331.09	118.25	10.05	3.04
750ml	7 días	276.75	98.84	11.96	4.32
	14 días	333.57	119.13	13.24	3.97
	28 días	370.39	132.28	10.65	2.88
1000ml	7 días	269.03	96.08	12.2	4.53
	14 días	316.85	113.16	12.03	3.80
	28 días	356.71	127.39	8.75	2.45

A. Análisis de la variación en la resistencia a compresión con respecto al tipo de mezcla con cemento Pacasmayo Tipo I

Se construye la siguiente gráfica para ilustrar la variación de la resistencia a la compresión al adicionar aditivo Chema 3, con las medias aritméticas de los especímenes ensayados a los 7, 14 y 28 días, tal como se indica en la tabla N° 37

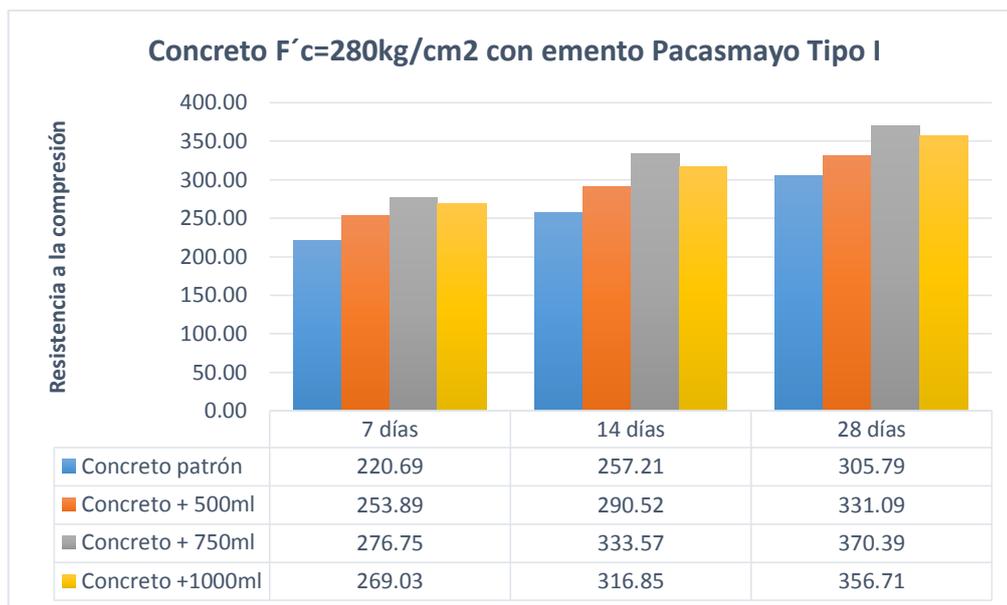


Figura 9 Resistencia a la compresión obtenida para concreto de $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con cemento Pacasmayo tipo I

En la figura N° 9, se observó que el concreto elaborado con cemento Pacasmayo tipo I más aditivo (en proporción de 2.03% en peso del cemento) obtuvo el mayor promedio de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días en comparación de los otros diseños de mezcla de concreto.

Tabla 37

Cuadro resumen de resultados a la compresión para un $F'c$ de 280 kg/cm^2 con cemento Inka Tipo ICo

Diseño	Edad	Resistencia promedio máximo (kg/cm2)	Porcentaje promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Patrón	7 días	208.63	74.51	12.06	5.78
	14 días	243.36	86.91	12.88	5.29
	28 días	293.75	104.91	14.46	4.92
500ml	7 días	241.86	86.38	13.13	5.43
	14 días	267.18	95.42	10.79	4.04
	28 días	314.84	112.44	11.36	3.61
750ml	7 días	261.67	93.45	11.26	4.30
	14 días	310.16	110.77	16.10	5.19
	28 días	348.60	124.50	9.21	2.64
1000ml	7 días	253.18	90.42	11.48	4.53
	14 días	296.90	106.04	13.90	4.68
	28 días	333.10	118.97	10.63	3.19

B. Análisis de la variación en la resistencia a compresión con respecto al tipo de mezcla con cemento Inka Tipo ICo

Se construye la siguiente gráfica para ilustrar la variación de la resistencia a la compresión al adicionar aditivo Chema 3, con las medias aritméticas de los especímenes ensayados a los 7, 14 y 28 días, tal como se indica en la tabla N° 38.

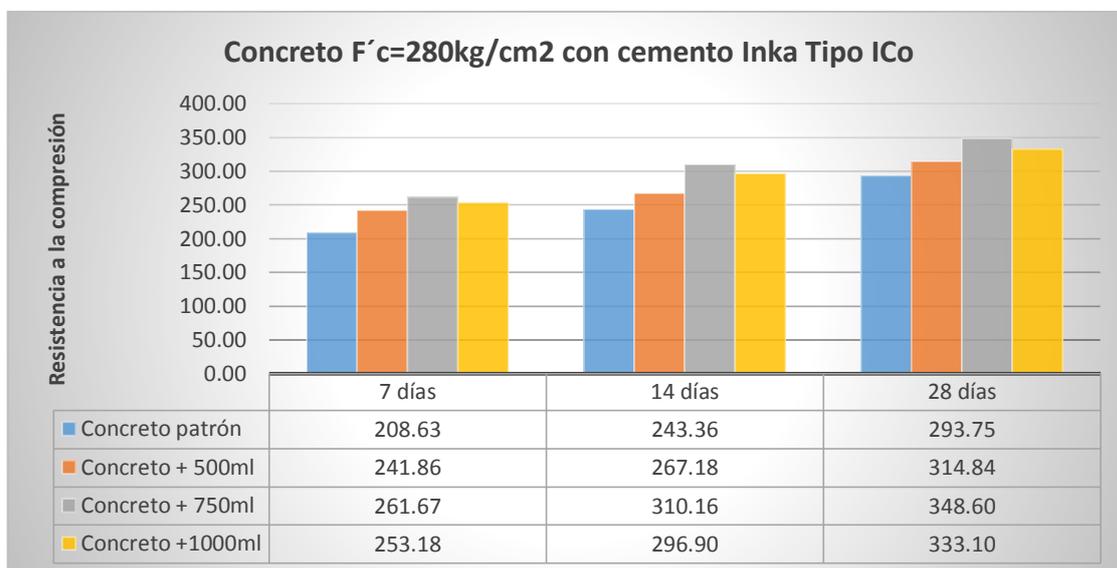


Figura 10 Resistencia a la compresión obtenida para concreto de F'c = 250 kg/cm2 con cemento Inka tipo ICo

En la figura N° 10, se observó que el concreto elaborado con cemento Inka tipo ICo más aditivo (en proporción de 2.03% en peso del cemento) también se obtuvo el mayor promedio de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días en comparación de los otros diseños de mezcla de concreto.

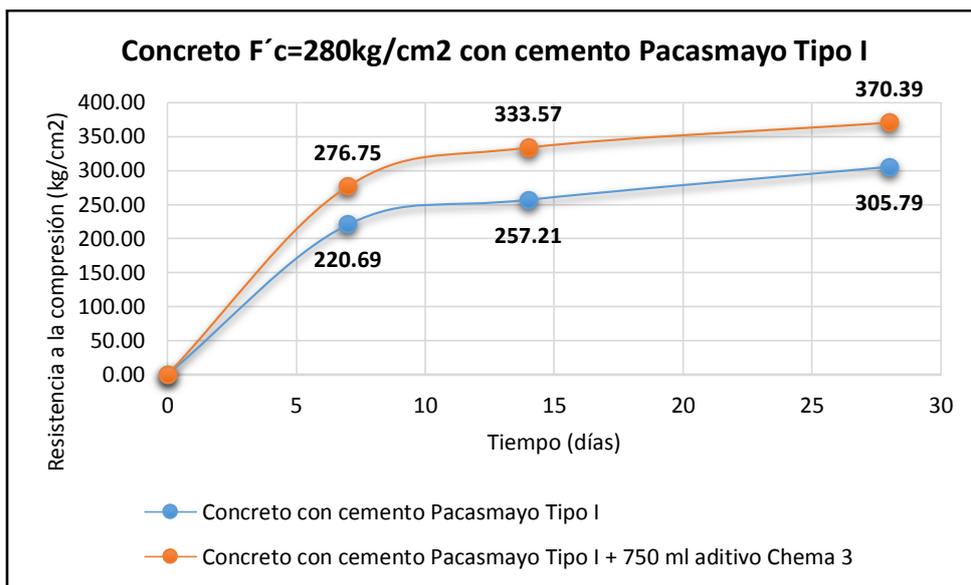


Figura 11 Desarrollo de la Resistencia a compresión de un concreto de $F'c = 280$ kg/cm² con cemento Pacasmayo Tipo I y aditivo Chema 3 VS. Tiempo.

De la gráfica N° 11, podemos observar que al adicionar aditivo Chema 3 a la mezcla de concreto cuyo diseño es $F'c=280$ kg/cm² con cemento Pacasmayo tipo I, se obtiene un concreto con mejores resistencias, llegando a alcanzar su máxima resistencia de 370.39 kg/cm² al adicionar la proporción de 750ml de aditivo Chema 3.

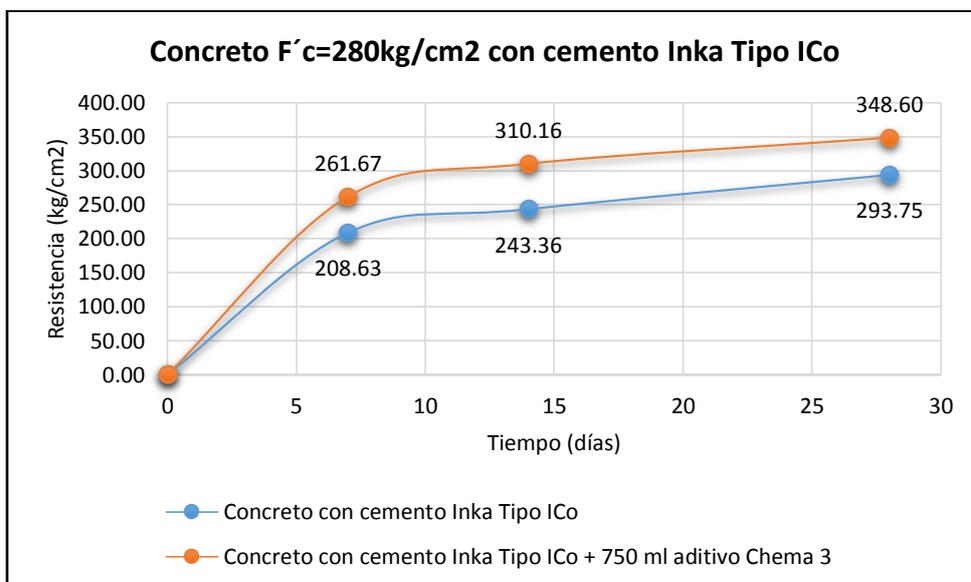


Figura 12 Desarrollo de la Resistencia a compresión de un concreto de $F'c = 280$ kg/cm² con cemento Inka Tipo ICo y aditivo Chema 3 VS. Tiempo.

De la gráfica N° 12, podemos observar que al adicionar aditivo Chema 3 a la mezcla de concreto cuyo diseño es $F'c=280\text{kg/cm}^2$ con cemento Inka Tipo ICo, se obtiene un concreto con mejores resistencias, llegando alcanzar su máxima resistencia de 348.60 kg/cm^2 al adicionar la proporción de 750ml de aditivo Chema 3.

C. Análisis del porcentaje obtenido del $F'c$ de diseño con respecto al tipo de mezcla

Observando los resultados obtenidos en la Tabla N° 37 a la edad de 7 días para una mezcla elaborada con cemento Pacasmayo Tipo I, tanto las mezclas patrón como las mezclas experimentales con la adición de aditivo Chema 3 en las proporciones de 500ml, 750ml y 1000ml por bolsa de cemento, se obtuvo los siguiente porcentajes respectivamente 78.82%, 90.68%, 98,84% y 96.08%, dichos porcentajes son superiores al 70% de la resistencia de diseño especificada como menciona la norma E0.70 inciso 5.8.1. Y a la edad de los 28 días para una mezcla elaborada con cemento Pacasmayo Tipo I, tanto las mezclas patrón como las mezclas experimentales con la adición de aditivo Chema 3 en las proporciones de 500ml, 750ml y 1000ml por bolsa de cemento, se obtuvo los siguiente porcentajes respectivamente 109.21%, 118.25%, 132.28% y 127.39%, dichos porcentajes son superiores al 100% de la resistencia de diseño especificada como menciona la norma E060.

Observando los resultados obtenidos en la Tabla N° 38 a la edad de 7 días para una mezcla elaborada con cemento Inka Tipo ICo, tanto las mezclas patrón como las mezclas experimentales con la adición de aditivo Chema 3 en las proporciones de 500ml, 750ml y 1000ml por bolsa de cemento, se obtuvo los siguiente porcentajes respectivamente 74.51%, 86.38%, 93.45% y 90.42%, dichos porcentajes son superiores al 70% de la resistencia de diseño especificada como menciona la norma E0.70 inciso 5.8.1. Y a la edad de los 28 días para una mezcla elaborada con cemento

Pacasmayo Tipo I , tanto las mezclas patrón como las mezclas experimentales con la adición de aditivo Chema 3 en las proporciones de 500ml, 750ml y 1000ml por bolsa de cemento, se obtuvo los siguiente porcentajes respectivamente 104.91%, 112.44%, 124.50% y 118.97%, dichos porcentajes son superiores al 100% de la resistencia de diseño especificada como menciona la norma E060.

D. Análisis del coeficiente de variación de los grupos de especímenes por cada tipo de mezcla

Analizando los coeficientes de variación de la tabla N° 37 de los ensayos a compresión axial realizados para las mezcla de concreto con cemento Pacasmayo tipo I, tanto las mezclas patrón como las mezclas experimentales con la adición de aditivo Chema 3 en las proporciones de 500ml, 750ml y 1000ml por bolsa de cemento se obtuvieron valores de 3.10%, 3.04%, 2.88% y 2.45% , estos valores obtenidos son para la edad de los 28 días y están por debajo del 5%. Al comparar con los valores Estándar de control del concreto según la tabla N° 36 se afirma que el control total realizado en laboratorio fue excelente, por tanto los resultados obtenidos a compresión axial son excelente.

Analizando los coeficientes de variación de la tabla N° 38 de los ensayos a compresión axial realizados para las mezcla de concreto con cemento Inka tipo ICo, tanto las mezclas patrón como las mezclas experimentales con la adición de aditivo Chema 3 en las proporciones de 500ml, 750ml y 1000ml por bolsa de cemento se obtuvieron valores de 4.92%, 3.61%, 2.64% y 3.19%, estos valores obtenidos son para la edad de los 28 días y están por debajo del 5%. Al comparar con los valores Estándar de control del concreto según la tabla N° 36 se afirma que el control total realizado en laboratorio fue excelente, por tanto los resultados obtenidos a compresión axial son excelente.

4.1.8 Presentación y discusión de los resultados del módulo de elasticidad

Para la determinación del módulo de elasticidad del concreto se ha realizado para para cada uno de los tipos de mezcla de concreto según la ecuación 15, adicionalmente se elaboró los diagramas esfuerzo vs deformación unitaria.

Tabla 38 Cuadro resumen de resultados del módulo de elasticidad (kg/cm²) un F'c de diseño de 280 kg/cm² con cemento Pacasmayo Tipo I

Especímen	Mezcla con cemento Pacasmayo Tipo I	Mezcla con cemento Pacasmayo Tipo I + 500ml aditivo Chema 3	Mezcla con cemento Pacasmayo Tipo I + 750ml aditivo Chema 3	Mezcla con cemento Pacasmayo Tipo I + 1000ml aditivo Chema 3
C°CP - 21	264620	272009	285100	284162
C°CP - 22	263874	276358	278921	285370
C°CP - 23	263028	272242	278206	277317
Promedio	263840	273536	280742	282283

Podemos observar de la tabla N° 39 que la variación del módulo de Elasticidad del concreto a la edad de 28 días y la mezcla de concreto con cemento Pacasmayo Tipo I, tanto las mezclas patrón como las mezclas experimentales con la adición de aditivo Chema 3 en las proporciones de 500ml, 750ml y 1000ml por bolsa de cemento, se observa que cuando la mezcla tiene adición de aditivo Chema 3, el módulo de elasticidad crece.

Tabla 39 Cuadro resumen de resultados del módulo de elasticidad (kg/cm²) un F'c de diseño de 280 kg/cm² con cemento Inka Tipo ICo

Especímen	Mezcla con cemento Inka Tipo ICo	Mezcla con cemento Inka Tipo ICo + 500ml aditivo Chema 3	Mezcla con cemento Inka Tipo ICo + 750ml aditivo Chema 3	Mezcla con cemento Inka Tipo ICo + 1000ml aditivo Chema 3
C°CI - 21	259788	262532	273980	273940
C°CI - 22	249548	266060	276876	272858
C°CI - 23	256780	263669	275400	264807
Promedio	255372	264087	275419	270535

Podemos observar de la tabla N° 40 que la variación del módulo de Elasticidad del concreto a la edad de 28 días y la mezcla de concreto con cemento Inka Tipo ICo, tanto las mezclas patrón como las mezclas experimentales con la adición de aditivo Chema 3 en las proporciones de 500ml, 750ml y 1000ml por bolsa de cemento, se observa que cuando la mezcla tiene adición de aditivo Chema 3, el módulo de elasticidad crece.

Tabla 40

Análisis de resistencia a la compresión de los grupos de control y

Resistencia a la compresión	Cemento Pacasmayo		Cemento Inka	
	Sin Aditivo	Con Aditivo	Sin Aditivo	Con Aditivo
Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	305.79	370.39	293.75	348.60
Esfuerzo promedio (%)	100.00	121.13	96.06	114.00

Los valores que se observan en la tabla N° 40 son el resultado promedio de las resistencias a la compresión de 30 especímenes de concreto, correspondientes a cada grupo de control y grupo experimental, a la edad de los 28 días.

Para las mezclas de concreto con cemento Pacasmayo Tipo I se obtuvieron los siguientes resultados: Para el grupo de control fue de 305.79 kg/cm² y para el grupo experimental fue de 370.39 kg/cm². Y para las mezclas de concreto con cemento Inka Tipo ICo se obtuvieron los siguientes resultados: Para el grupo de control fue de 293.75kg/cm² y para el grupo experimental fue de 348.60kg/cm².

Por tanto al incorporar el aditivo Chema 3 a la mezcla de concreto en una proporción de 750 mililitros por bolsa de cemento se obtuvo una resistencia promedio mayor en 21.13% con el cemento Pacasmayo tipo I a la edad de 28 días.

Y al incorporar el aditivo Chema 3 a la mezcla de concreto en una proporción de 750 mililitros por bolsa de cemento se obtuvo una resistencia promedio mayor en 17.94% con el cemento Inka Tipo ICo a la edad de 28 días.

Observando y comparando la resistencia promedio de los dos tipos de cementos utilizados en la investigación al incorporar el aditivo Chema 3, se obtiene una mayor resistencia de 7.13% con cemento Pacasmayo Tipo I que con cemento Inka Tipo ICo.

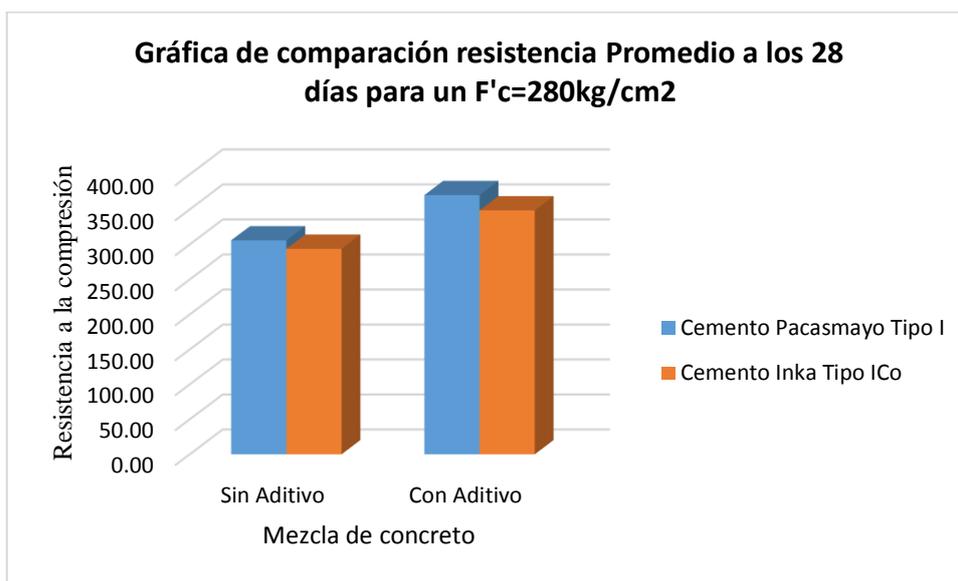


Figura 13 Cuadro comparativo para los grupos de control y experimentales.

4.1.9 Contraste de la Hipótesis

- ✘ Utilizando la proporción de 750ml/bolsa de cemento la resistencia a la compresión de las mezclas de concreto elaboradas con el cemento Pacasmayo Tipo I es de 370.39kg/cm^2 es mayor en 21.13% con respecto a la mezcla elaborada sin aditivo. Hipótesis positiva.
- ✘ Utilizando la proporción de 750ml/bolsa de cemento la resistencia a la compresión de las mezclas de concreto elaboradas con el cemento Inka Tipo ICo es de 348.60kg/cm^2 es mayor en 17.94% con respecto a la mezcla elaborada sin aditivo. Hipótesis positiva.

CAPITULO V

5.1 Conclusiones y Recomendaciones

5.1.1 Conclusiones

- ✎ La resistencia promedio a la compresión para un $F'c=280\text{kg/cm}^2$ de los especímenes de concreto patrón a los 28 días elaborados con cemento Pacasmayo tipo I, se obtuvo un resultado de 305.79kg/cm^2 y con cemento Inka Ultrarresistente ICo fue de 293.75kg/cm^2 .
- ✎ La resistencia promedio a la compresión para un $F'c=280\text{kg/cm}^2$ de los especímenes de concreto a los 28 días elaborados con 500ml de aditivo Chema 3 con cemento Pacasmayo tipo I, se obtuvo un resultado de 331.09kg/cm^2 y con cemento Inka Ultrarresistente ICo fue de 314.84kg/cm^2 .
- ✎ La resistencia promedio a la compresión para un $F'c=280\text{kg/cm}^2$ de los especímenes de concreto a los 28 días elaborados con 750ml de aditivo Chema 3 con cemento Pacasmayo tipo I, se obtuvo un resultado de 370.39kg/cm^2 y con cemento Inka Ultrarresistente ICo fue de 348.60kg/cm^2 .
- ✎ La resistencia promedio a la compresión para un $F'c=280\text{kg/cm}^2$ de los especímenes de concreto a los 28 días elaborados con 1000ml de aditivo Chema 3 con cemento Pacasmayo tipo I, se obtuvo un resultado de 356.71kg/cm^2 y con cemento Inka Ultrarresistente ICo fue de 333.10kg/cm^2 .
- ✎ La resistencia a la compresión de concreto de $F'c=280\text{kg/cm}^2$ con cemento Pacasmayo con 750ml de aditivo Chema 3 a los 7 días se obtuvo 276.75kg/cm^2 el cual representa el 98.84% de la resistencia de diseño (280kg/cm^2). Y con cemento Inka Ultrarresistente a los 7 días se obtuvo 261.67kg/cm^2 el cual representa el 93.45% de la resistencia de diseño (280kg/cm^2).

- ✘ La resistencia a la compresión de concreto para un $F'c=280\text{kg/cm}^2$ con cemento Pacasmayo con 750ml de aditivo Chema 3 a los 14 días se obtuvo 333.57kg/cm^2 el cual representa el 119.13% de la resistencia de diseño (280kg/cm^2). Y con cemento Inka Ultrarresistente a los 7 días se obtuvo 310.16kg/cm^2 el cual representa el 110.77% de la resistencia de diseño (280kg/cm^2).
- ✘ La resistencia a la compresión de concreto para un $F'c=280\text{kg/cm}^2$ con cemento Pacasmayo con 750ml de aditivo Chema 3 a los 28 días se obtuvo 370.39kg/cm^2 el cual representa el 132.28% de la resistencia de diseño (280kg/cm^2). Y con cemento Inka Ultrarresistente a los 7 días se obtuvo 348.60kg/cm^2 el cual representa el 124.50% de la resistencia de diseño (280kg/cm^2).
- ✘ Al comparar los resultados de las resistencias obtenidas a las edades de 7, 14 y 28 días para una mezcla de concreto con $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ de diseño, se obtuvo mejores resistencias al utilizar cemento Pacasmayo Tipo I en comparación con el cemento Inka ultrarresistente ICo.

5.1.2 Recomendaciones

- ✘ Se recomienda a las empresas constructoras utilizar el aditivo Chema 3 en la proporción de 750ml/bolsa para una mayor resistencia inicial y ahorrar tiempo de espera en el desencofrado.
- ✘ Realizar otras investigaciones con más aditivos acelerantes de fragua para elegir el mejor aditivo de mayor influencia en la resistencia a la compresión del concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Benites Bustamante, J. C. (2014). *Caratcerísticas físicas y mecánicas del concreto permeable usnado agregados de la cantera río Jequetepeque y el aditivo chemaplast*. Cajamarca.
2. C. 3. (2016). *Chema 3. Acelerante de fragua para mortero y concreto*, 1-2.
3. Castellón Corrales, H., & De la Ossa Arias, K. (2013). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cemento tipi I y tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes*.
4. Cementos INKA. (s.f.). *Cementos INKA*. Obtenido de <http://www.cementosinka.com.pe/web/upload/producto/INKA-Ficha-Tecnica-ICo.pdf>
5. Cementos Pacasmayo. (s.f.). *Pacasmayo, El especialosta en cementos*. Obtenido de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/tradicional/tipo-i/>
6. Garay Pichardo, L. Y., & Quispe Cotrina, C. E. (2016). *Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante(Reductor de agua de alto rango)*. Lima.
7. Harmsen, T. E. (2005). *Historia de los aditivos*. Obtenido de Academia: https://www.academia.edu/31469727/HISTORIA_DE_LOS_ADITIVOS
8. Hoja Técnica. (2016). *Chema 3. Acelerante de fragua para mortero y concreto*, 1-2.
9. Incio Abanto, P. J. (2015). *Influencia del aditivo chema 3 en la resistencia a la compresión, a diferentes edades, del concreto usando cemento portland tipo I y agregados de río; en la ciudad de Cajamarca*. Cajamarca.

10. Mejía, S., & Paz, J. (2013). *Comportamiento de un concreto de resistencia de 210 kg/cm² utilizando el aditivo sika rapid 1 como acelerador de fraguado*. Maracaibo.
11. Palomino Badillo, M. A. (2017). *Estudio el concreto con cemento portland tipo IP y aditivo superplastificante*. Lima.
12. Pasquel Carbajal, E. (1992-1993). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. Lima.
13. Polanco Rodriguez, A. (2012). *Manual de prácticas de laboratorio de concreto*.
14. Portugal Barriga, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Paris.: IMPRIMERIE LAFAYETTE.
15. Rivera L., G. A. (s.f.). *Concreto simple*.
16. Rivva Lopez, E. (1992). *Diseño de mezclas*. Lima: HOZLO S.CR.L.
17. Rivva Lopez, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima: CAPITULO PERUANO ACI.
18. Rivva Lopez, E. (2007). *Diseño de mezclas*. Lima: WILLIAMS E.I.R.L.
19. Torres Alayo, J. C. (2004). *Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto*. Lima.
20. Torres C., A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto*. Lima.
21. Torres Trigoso, J. F. (2013). *Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo sika Rapid 1*. Cajamarca.
22. Vidaud Quinatana, E. d., & Vidaud Quinatana, I. N. (2014). Los aditivos químicos y su impacto en el medio ambiente. *Construcción y Tecnología en concreto*.
23. Villalobos, V., & Villalobos, C. (2010). *Análisis del comportamiento del concreto de resistencia de 210 kg/cm² utilizando el aditivo sika plast 200VE*. Maracaibo.

ANEXOS

ANEXO I: Propiedades físicas y mecánicas de los agregados

A. Agregado fino

a. ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO (NTP
400.012:2003)

Tabla 41

Análisis granulométrico del agregado fino - Muestra E-1

TAMIZ N°	ABERTURA TAMIZ (mm.)	PESO RETENIDO PARCIAL (g.)	PORCENTAJE RETENIDO		PORCENTAJE QUE PASA
			PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	166.00	11.07	11.07	88.93
N°8	2.36	245.00	16.33	27.40	72.60
N°16	1.18	215.00	14.33	41.73	58.27
N°30	0.60	291.00	19.40	61.13	38.87
N°50	0.30	215.00	14.33	75.47	24.53
N°100	0.15	234.00	15.60	91.07	8.93
N°200	0.075	125.00	8.33	99.40	0.60
CAZOLETA	--	9.00	0.60	100.00	0.00
PESO TOTAL MUESTRA	DE	1500.00	Módulo de Finura		3.079

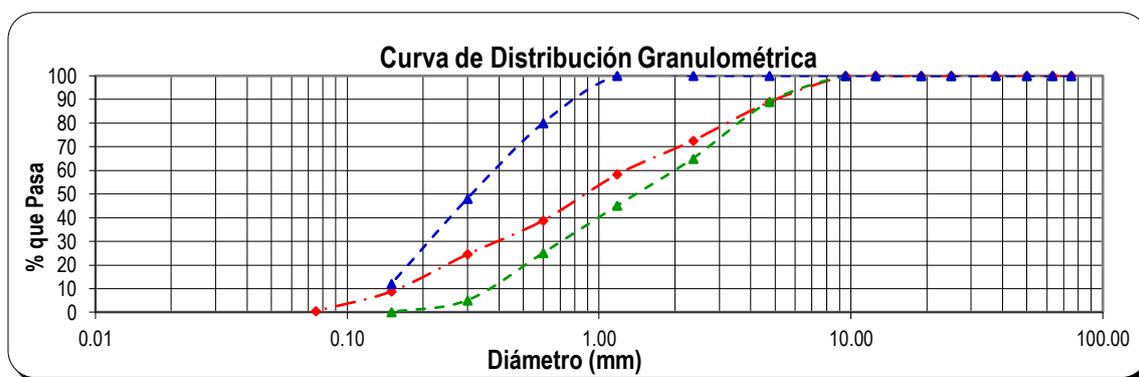


Figura 14 Requisito granulométrico del Agregado Fino.

Cu =	7.41	Cc =	0.71
-------------	------	-------------	------

En la **figura N° 13** se observa la curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico "M" de la norma N.T.P. 400.037 y tiene un módulo de finura de 3.079.

Tabla 42

Análisis granulométrico del agregado fino - Muestra E-2

TAMIZ N°	ABERTURA TAMIZ (mm.)	PESO RETENIDO PARCIAL (g.)	PORCENTAJE RETENIDO		PORCENTAJE QUE PASA
			PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	155.00	10.33	10.33	89.67
N°8	2.36	233.00	15.53	25.87	74.13
N°16	1.18	225.00	15.00	40.87	59.13
N°30	0.60	293.00	19.53	60.40	39.60
N°50	0.30	231.00	15.40	75.80	24.20
N°100	0.15	225.00	15.00	90.80	9.20
N°200	0.075	127.00	8.47	99.27	0.73
CAZOLETA	--	11.00	0.73	100.00	0.00
PESO TOTAL DE MUESTRA		1500.00	Módulo de Finura		3.041

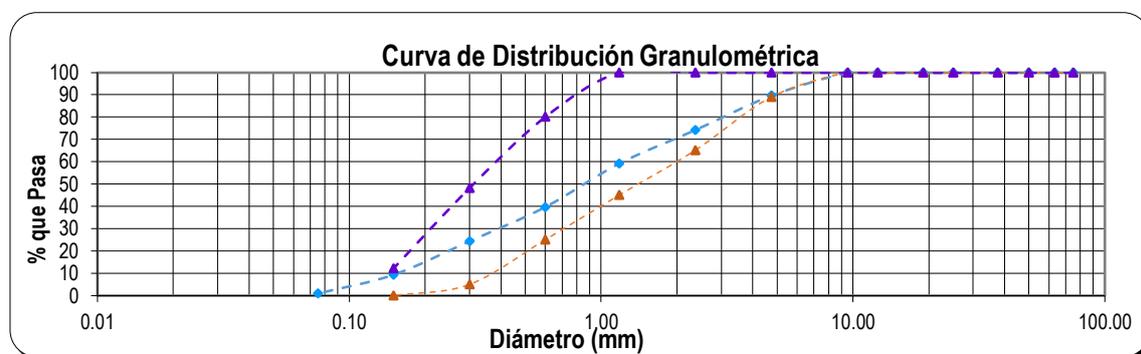


Figura 15 Requisito granulométrico del Agregado Fino.

Cu =	7.11	Cc =	0.69
-------------	------	-------------	------

En la **figura N° 14** se observa la curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico "M" de la norma N.T.P. 400.037 y tiene un módulo de finura de 3.041

Tabla 43

Análisis granulométrico del agregado fino - Muestra E-3

TAMIZ N°	ABERTURA TAMIZ (mm.)	PESO RETENIDO PARCIAL (g.)	PORCENTAJE RETENINIDO		PORCENTAJE QUE PASA
			PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	174.00	11.60	11.60	88.40
N°8	2.36	233.00	15.53	27.13	72.87
N°16	1.18	231.00	15.40	42.53	57.47
N°30	0.60	277.00	18.47	61.00	39.00
N°50	0.30	238.00	15.87	76.87	23.13
N°100	0.15	210.00	14.00	90.87	9.13
N°200	0.075	123.00	8.20	99.07	0.93
CAZOLETA	--	14.00	0.93	100.00	0.00
PESO TOTAL DE MUESTRA		1500.00	Módulo de Finura		3.100

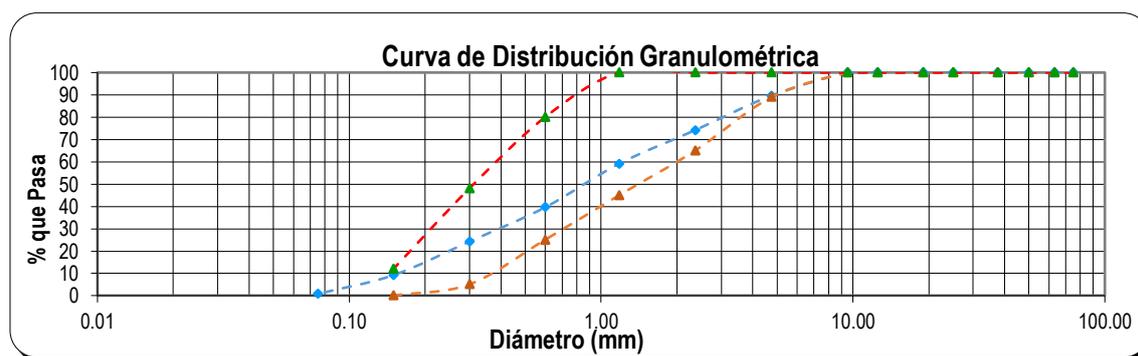


Figura 16 Requisito granulométrico del Agregado Fino

Cu =	8.24	Cc =	1.50
-------------	------	-------------	------

En la **figura N° 15** se observa la curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico "M" de la norma N.T.P. 400.037 y tiene un módulo de finura de 3.041

NOTA:

Cc = Coeficiente de curvatura

Cu = Coeficiente de uniformidad

Tabla 44

Módulo de finura del Agregado Fino

MODULO DE FINURA	
E-1	3.079
E-2	3.041
E-3	3.100
PROMEDIO	3.073

**b. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION (NTP 339.021-, NTP 339.022-
ASTM C-127; ASTM C-128)**

Tabla 45

Peso específico del agregado fino

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de fiola	g	144.3	144.3	144.3	
Peso de la fiola +agua hasta menisco	g	642.7	642.7	642.7	
peso de la fiola +agua + muestra	g	954.0	953.8	953.7	
Peso de la muestra superficialmente Seca	g	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	494.10	494.20	494.30	
volumen de agua añadida al frasco (g)	g	309.70	309.50	309.40	
Peso Específico de Masa	g/m³	2.596	2.594	2.593	2.595
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/m³	2.627	2.625	2.623	2.625
Peso Específico de Aparente	g/m³	2.680	2.676	2.673	2.676

Tabla 46

Absorción del agregado fino

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	494.10	494.20	494.30	
Absorción (%)	%	1.194	1.174	1.153	1.174

c. CONTENIDO DE HUMEDAD**Tabla 47**

Contenido de humedad del agregado fino

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente	g	645.00	633.00	639.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda	g	6451.00	6354.00	6454.00	
Peso del Recipiente + muestra seca	g	6098.00	6010.00	6106.00	
Contenido de Humedad	W %	6.47	6.40	6.37	6.412

d. PESO UNITARIO (NTP 400.017:2011)

Tabla 48

Peso específico del agua

Peso de la fiola en (g) =	144.3
Peso de la fiola en (g) =	642.73
Volumen de la fiola (cm ³) =	500
Peso específico (g/cm ³) =	1.00
P.e en (Kg/m³) =	1000.00

Tabla 49

Cálculo del factor f

Peso del Molde (g)	3881.00
Peso del Molde +Agua (g)	6850.00
Peso Agua (Kg)=	2.9690
f (1/m³) =	336.814

Tabla 50

Peso unitario suelto del agregado fino

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	3881.00	3881.00	3881.00	
Peso de muestra suelta + recipiente	g	8577.00	8522.00	8542.00	
Peso de la muestra suelta	g	4696.00	4641.00	4661.00	
Factor (f)		336.814	336.814	336.814	
Peso Unitario Suelto	g/cm ³	1.582	1.563	1.570	1.572
Peso Unitario Suelto	Kg/m³	1582	1563	1570	1572

Tabla 51

Peso unitario compactado del agregado fino

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	3881.00	3881.00	3881.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente	g	8922.00	8945.00	8933.00	
Peso de la muestra suelta	g	5041.00	5064.00	5052.00	
Factor (f)	1/m ³	336.814	336.814	336.814	
Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1.698	1.706	1.702	1.702
Peso Unitario Compactado	Kg/m³	1698	1706	1702	1702

e. PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA N° 200 DEL AGREGADO

FINO (NTP 339-185 ; ASTM C-556)

Tabla 52

Porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso de Muestra Original	g	500.00	500.00	500.00	
1.02	Peso de la muestra Lavada	g	491.00	489.00	486.00	
1.03	Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	g	9.00	11.00	14.00	
	% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	1.80%	2.20%	2.80%	2.267%

B. Agregado grueso**a. ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO****(NTP 400.012, NTP 400.037 Y ASTM C-136)****Tabla 53**

Análisis granulométrico del agregado grueso- Muestra E-1

TAMIZ N°	ABERTURA TAMIZ (mm.)	PESO RETENIDO EN (g.)	PORCENTAJE RETENINIDO		PORCENTAJE QUE PASA
			PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	785.00	9.81	9.81	90.19
1/2"	12.50	2745.00	34.31	44.13	55.88
3/8"	9.50	2644.00	33.05	77.18	22.83
N°4	4.75	1822.00	22.78	99.95	0.05
N°8	2.36	0.00	0.00	99.95	0.05
N°16	1.18	0.00	0.00	99.95	0.05
N°30	0.60	0.00	0.00	99.95	0.05
N°50	0.30	0.00	0.00	99.95	0.05
N°100	0.15	0.00	0.00	99.95	0.05
N°200	0.075	0.00	0.00	99.95	0.05
CAZOLETA	--	4.00	0.05	100.00	0.00
PESO TOTAL DE MUESTRA		8000.00	Módulo de Finura		6.867

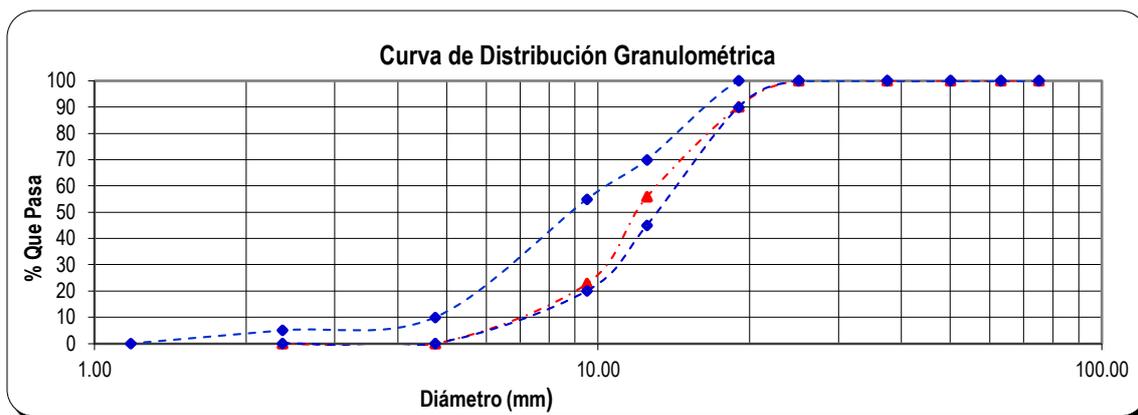


Figura 17 Requisito granulométrico del Agregado Grueso

Cu =	1.97	Cc =	1.11
-------------	------	-------------	------

En la **figura N° 16** se observa la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N° 67 de la norma A.S.T.M C-33 M-17 y tiene un módulo de finura de 6.687

Tabla 54

Análisis granulométrico del agregado grueso- Muestra E-2

TAMIZ N°	ABERTURA TAMIZ (mm.)	PESO RETENIDO EN (g.)	PORCENTAJE RETENIDO		PORCENTAJE QUE PASA
			PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	788.00	9.85	9.85	90.15
1/2"	12.50	2742.00	34.28	44.13	55.88
3/8"	9.50	2611.00	32.64	76.76	23.24
N°4	4.75	1853.00	23.16	99.93	0.07
N°8	2.36	0.00	0.00	99.93	0.07
N°16	1.18	0.00	0.00	99.93	0.07
N°30	0.60	0.00	0.00	99.93	0.07
N°50	0.30	0.00	0.00	99.93	0.07
N°100	0.15	0.00	0.00	99.93	0.07
N°200	0.075	0.00	0.00	99.93	0.07
CAZOLETA	--	6.00	0.08	100.00	0.00
PESO TOTAL DE MUESTRA		8000.00	Módulo de Finura		6.862

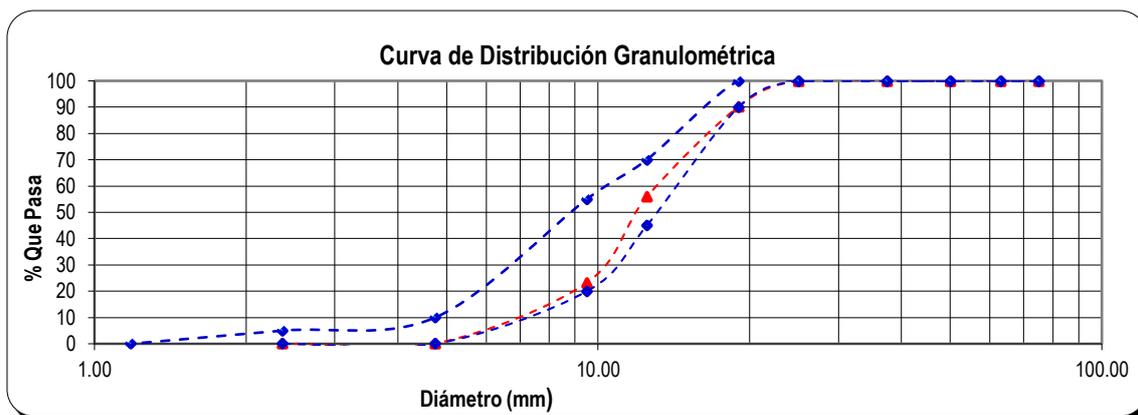


Figura 18 Requisito granulométrico del Agregado Grueso

Cu =	1.99	Cc =	1.14
-------------	------	-------------	------

En la **figura N° 17** se observa la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N° 67 de la norma A.S.T.M C-33 M-17 y tiene un módulo de finura de 6.862

Tabla 55

Análisis granulométrico del agregado grueso- Muestra E-3

TAMIZ N°	ABERTURA TAMIZ (mm.)	PESO RETENIDO EN (g.)	PORCENTAJE RETENIDO		PORCENTAJE QUE PASA
			PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	789.00	9.86	9.86	90.14
1/2"	12.50	2644.00	33.05	42.91	57.09
3/8"	9.50	2678.00	33.48	76.39	23.61
N°4	4.75	1884.00	23.55	99.94	0.06
N°8	2.36	0.00	0.00	99.94	0.06
N°16	1.18	0.00	0.00	99.94	0.06
N°30	0.60	0.00	0.00	99.94	0.06
N°50	0.30	0.00	0.00	99.94	0.06
N°100	0.15	0.00	0.00	99.94	0.06
N°200	0.075	0.00	0.00	99.94	0.06
CAZOLETA	--	5.00	0.06	100.00	0.00
PESO TOTAL DE MUESTRA		8000.00	Módulo de Finura		6.859

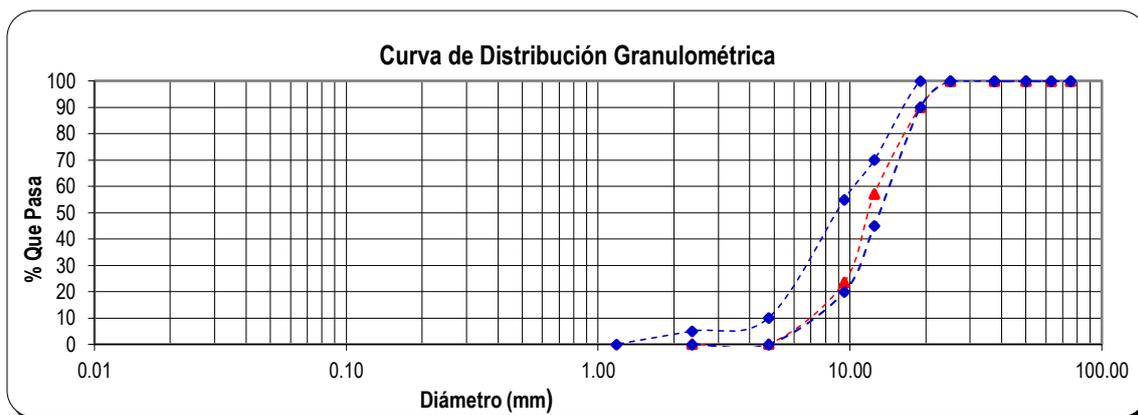


Figura 19 Requisito granulométrico del Agregado Grueso

En la **figura N° 18** se observa la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N° 67 de la norma A.S.T.M C-33 M-17 y tiene un módulo de finura de 6.859

NOTA:

Cc = Coeficiente de curvatura

Cu = Coeficiente de uniformidad

Tabla 56

Módulo de finura del Agregado Grueso

MODULO DE FINURA	
E-1	6.867
E-2	6.862
E-3	6.859
PROMEDIO	6.862

b. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION (NTP 400.21-, ASTM C-127)

Tabla 57

Peso específico del agregado grueso

Descripción	Und	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de muestra SSS	g	(A)		3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de muestra SSS + canastilla sumergida	g	(B)		4093.00	4091.00	4092.00	
Peso de canastilla sumergida	g	(C)		2230.00	2230.00	2230.00	
Peso de Recipiente	g	(D)		634	665	528	

Peso de Muestra Superficialmente seca + Recipiente	g	(E)		3634.00	3665.00	3528.00	
Peso de Muestra Secada al horno + Recipiente	g	(F)		3600	3632	3493	
Peso de la muestra superficialmente Seca	g	(G)		3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	(H)	(F - D)	2966.00	2967.00	2965.00	
Peso de la muestra sumergida en el agua	g	(I)	(B - C)	1863.00	1861.00	1862.00	
Peso Específico de Masa	g/cm³		H / (G - I)	2.609	2.605	2.605	2.606
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/cm³		G / (G - I)	2.639	2.634	2.636	2.636
Peso Específico de Aparente	g/cm³		H / (H - I)	2.689	2.683	2.688	2.687

Tabla 58

Absorción del agregado grueso

Descripción	Und.	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	(A)		3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	(B)		2966.00	2967.00	2965.00	
Absorción (%)		% (C)	(A-B)/B*100	1.146	1.112	1.180	1.146

c. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185, ASTM C-535)**Tabla 59**

Contenido de humedad

Descripción	Und.	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente	g	(A)		633.00	666.00	639.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda	g	(B)		5456.00	4085.00	5023.00	
Peso del Recipiente + muestra seca	g	(C)	$\frac{(B-A)-(C-A)}{(C-A)*100}$	5439.00	4074.00	5010.00	
Contenido de Humedad	W %	(D)		0.354	0.323	0.297	0.325

d. ESO UNITARIO (NTP 400.017/ASTM C-29)**Tabla 60**

Peso específico del agua

Peso de la fiola en (g) =	144.3
Peso de la fiola en (g) =	642.72
Volumen de la fiola (cm ³) =	500.00
Peso específico (g/cm ³) =	1.00
P.e en (Kg/m ³) =	1000.00

Tabla 61

Cálculo del factor f

Peso del Molde (g)	4204.00
Peso del Molde +Agua (g)	13961.00
Peso Agua (Kg)=	9.7570
f (1/m ³) =	102.491

Tabla 62

Peso unitario suelto del agregado grueso

Descripción	Und.	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	(A)		4204.00	4204.00	4204.00	
Peso de muestra suelta + recipiente	g	(B)		17524.00	17541.00	17567.00	
Peso de la muestra suelta	g	(C)	(B - A)	13320.00	13337.00	13363.00	
Factor (f)		(D)		102.491	102.491	102.491	
Peso Unitario Suelto	g/cm ³	(E)	D*(1000000/C)	1.365	1.367	1.370	1.367
Peso Unitario Suelto	Kg/m³		C/(1000/D)	1365	1367	1370	1367

Tabla 63

Peso unitario compactado del agregado grueso

Descripción	Und	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	(B)		4204.00	4204.00	4204.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente	g	(A)		18902.00	18742.00	18831.00	
Peso de la muestra suelta	g	(C)	(B - A)	14698.00	14538.00	14627.00	
Factor (f)		(D)		102.491	102.491	102.491	
Peso Unitario Compactado	g/cm ³	(E)	D*(1000000/C)	1.506	1.490	1.499	1.499
Peso Unitario Compactado	Kg/m³		E*1000	1506	1490	1499	1499

e. PORCENTAJE DE PARTICULAS < N° 200 PARA EL AGREGADO GRUESO (NTP 339.185, ASTM C-556)

Tabla 64

Porcentaje de Partículas < N° 200 para el Agregado Grueso

Descripción	Und	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original	gr.	(A)		3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra Lavada	gr.	(B)		2985.00	2984.00	2983.00	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	gr.	(C)	(A - B)	15.00	16.00	17.00	

% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	(A/C) * 100	0.500%	0.533%	0.567%	0.533%
--	---	---------------	--------	--------	--------	---------------

f. ENSAYO A LA ABRASIÓN

(NTP 400.017, NTP 400.119/ASTM C-131)

Tabla 65

Desgaste a la abrasión del agregado grueso

Gradación	Equipo Mecánico	N° de Esferas	Velocidad (rev./mim)	N° de Revoluciones	Tamaño Máx. Nominal	Peso de la Muestra en (gr.)
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500.00	3/4"	5000.00
N° DE ENSAYOS				1°	2°	3°
Peso Inicial de la muestra seca al horno (gr.)				5000	5000	5000
Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)				3555	3566	3544
% Desg. = $((P_i - P_f) / P_i) \times 100$				28.90	28.68	29.12
% Desg. Promedio					28.90	

ANEXO II: Diseño de mezclas de concreto

a. Diseño de mezcla para el grupo de control (GCsa) con cemento Pacasmayo tipo I

CEMENTO :	PACASMAYO TIPO I	PESO ESPECIFICO =	3.140	g/cm3
-----------	------------------	-------------------	-------	-------

PROCEDENCIA DE AGREGADOS :		F'c =	280	Kg/cm2
AGREG. FINO :	CANTERA LA BANDA	F'cr =	308	Kg/cm2
AGREG. GRUESO :	CANTERA LA BANDA			

CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS				
	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4"	
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.595	g/cm3	2.606	g/cm3
PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	2.625	g/cm3	2.636	g/cm3
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.676	g/cm3	2.687	g/cm3
PESO UNITARIO SUELTO	1572	Kg/m3	1367	Kg/m3
PESO UNITARIO COMPACTADO	1702	Kg/m3	1499	Kg/m3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.412		0.325	
ABSORCION (%)	1.174		1.146	
MODULO DE FINURA	3.073		6.862	
ABRASION (%)	-		28.90	
PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200	2.267		0.533	

ASENTAMIENTO =	3" - 4"
CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO =	204.0 Lt/m3
AIRE TOTAL (%) =	2.0
RELACION A/Mc =	0.5388

CEMENTO =	378.62	Kg/m3	8.91	Bolsas/m3
-----------	--------	-------	------	-----------

METODO VOLUMENES ABSOLUTOS :			
CEMENTO =	0.120579	m3	
AGUA DE MEZCLADO =	0.204	m3	
AIRE (%) =	0.02	m3	
SUMA =	0.344579	m3	

MODULO DE COMBINACION :	5.183
MODULO DE COMBINACION :	5.033
% AGREGADO FINO =	48.27
% AGREGADO GRUESO =	51.73

VOLUMEN DE AGREGADOS =	0.655421	m3
------------------------	----------	----

APORTE HUMEDAD AGREGADOS	
APORTE AF =	43.00
APORTE AG =	-7.26
TOTAL =	35.75

AGREGADO FINO SECO =	821.00	Kg/m3
AGREGADO GRUESO SECO =	884.00	Kg/m3

MATERIALES DE DISEÑO

CEMENTO	378.62	Kg
AGUA DE DISEÑO	204.00	Lt
AGREGADO FINO SECO	821.00	Kg
AGREGADO GRUESO SECO	884.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%

PROPORCION EN PESO

CEMENTO =	1	
A. FINO =	2.31	
A. GRUESO =	2.34	
AGUA =	18.9	(Lt/ Bolsa)

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

CEMENTO	378.62	Kg
AGUA EFECTIVA	168.25	Lt
AGREGADO FINO HUMEDO	874.00	Kg
AGREGADO GRUESO HUMEDO	887.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%

PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO =	1	
A. FINO =	2.070	
A. GRUESO =	2.560	
AGUA =	18.900	(Lt/ Bolsa)

b. **Diseño de mezcla para el grupo de control (GCsa) con cemento Inka Ultrarresistente tipo ICo**

CEMENTO :	CEMENTO INKA TIPO ICo	PESO ESPECIFICO =	3.080 g/cm3
------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------

PROCEDENCIA DE AGREGADOS :		F _c =	280	Kg/cm2
AGREG. FINO :	CANTERA LA BANDA	F _{cr} =	308	Kg/cm2
AGREG. GRUESO :	CANTERA LA BANDA			

CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS				
	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4"	
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.595	g/cm3	2.606	g/cm3
PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	2.625	g/cm3	2.636	g/cm3
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.676	g/cm3	2.687	g/cm3
PESO UNITARIO SUELTO	1572	Kg/m3	1367	Kg/m3
PESO UNITARIO COMPACTADO	1702	Kg/m3	1499	Kg/m3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.412		0.325	
ABSORCION (%)	1.174		1.146	
MODULO DE FINURA	3.073		6.862	
ABRASION (%)	-		28.90	
PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200	2.267		0.533	

ASENTAMIENTO =	3" - 4"
CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO =	204.0 Lt/m3
AIRE TOTAL (%) =	2.0
RELACION A/Mc =	0.5388

CEMENTO =	378.62 Kg/m3	8.91 Bolsas/m3
------------------	---------------------	-----------------------

METODO VOLUMENES ABSOLUTOS :		
CEMENTO =	0.122928	m3
AGUA DE MEZCLADO =	0.204	m3
AIRE (%) =	0.02	m3
SUMA =	0.346928	m3

MODULO DE COMBINACION :	5.183
MODULO DE COMBINACION :	5.033
% AGREGADO FINO =	48.27
% AGREGADO GRUESO =	51.73

VOLUMEN DE AGREGADOS =	0.653072 m3
-------------------------------	--------------------

APORTE HUMEDAD AGREGADOS	
APORTE AF =	42.85
APORTE AG =	-7.22
TOTAL =	35.62

AGREGADO FINO SECO =	818.00	Kg/m3
AGREGADO GRUESO SECO =	880.00	Kg/m3

MATERIALES DE DISEÑO

CEMENTO	378.62	Kg
AGUA DE DISEÑO	204.00	Lt
AGREGADO FINO SECO	818.00	Kg
AGREGADO GRUESO SECO	880.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%

PROPORCION EN PESO

CEMENTO =	1	
A. FINO =	2.30	
A. GRUESO =	2.33	
AGUA =	18.9	(Lt/ Bolsa)

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

CEMENTO	378.62	Kg
AGUA EFECTIVA	168.38	Lt
AGREGADO FINO HUMEDO	870.00	Kg
AGREGADO GRUESO HUMEDO	883.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%

PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO =	1	
A. FINO =	2.060	
A. GRUESO =	2.550	
AGUA =	18.900	(Lt/ Bolsa)

c. Diseño de mezcla para el grupo experimental (GEca) con cemento Pacasmayo tipo I y aditivo Chema 3 (750ml/bolsa)

CEMENTO :	PACASMAYO TIPO I	PESO ESPECIFICO =	3.140 g/cm3
------------------	------------------	--------------------------	--------------------

PROCEDENCIA DE AGREGADOS :		F _c =	280	Kg/cm2
AGREG. FINO :	CANTERA LA BANDA	F _{cr} =	308	Kg/cm2
AGREG. GRUESO :	CANTERA LA BANDA			

CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS				
	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4"	
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.595	g/cm3	2.606	g/cm3
PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	2.625	g/cm3	2.636	g/cm3
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.676	g/cm3	2.687	g/cm3
PESO UNITARIO SUELTO	1572	Kg/m3	1367	Kg/m3
PESO UNITARIO COMPACTADO	1702	Kg/m3	1499	Kg/m3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.412		0.325	
ABSORCION (%)	1.174		1.146	
MODULO DE FINURA	3.073		6.862	
ABRASION (%)	-		28.90	
PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200	2.267		0.533	

EN CASO DE USAR ADITIVOS :			
	(NOMBRE ADITIVO, MARCA)	%	P.E. gr/cm3
ADITIVO 1 :	CHEMA 3 =	2.03	1.15

ASENTAMIENTO =	3" - 4"
CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO =	204.0 Lt/m3
AIRE TOTAL (%) =	2.0
RELACION A/Mc =	0.5388

CEMENTO =	378.62 Kg/m3	8.91 Bolsas/m3
------------------	---------------------	-----------------------

METODO VOLUMENES ABSOLUTOS :			
ADITIVO 1 =	CHEMA 3 =	0.006682	m3
CEMENTO =		0.120579	m3
AGUA DE MEZCLADO =		0.204	m3
AIRE (%) =		0.02	m3
	SUMA =	0.351261	m3

MODULO DE COMBINACION :	5.183
MODULO DE COMBINACION :	5.033
% AGREGADO FINO =	48.27
% AGREGADO GRUESO =	51.73

VOLUMEN DE AGREGADOS =	0.648739 m3
-------------------------------	--------------------

APORTE HUMEDAD AGREGADOS	
APORTE AF =	42.58
APORTE AG =	-7.18
TOTAL =	35.40

AGREGADO FINO SECO =	813.00	Kg/m3
AGREGADO GRUESO SECO =	875.00	Kg/m3

MATERIALES DE DISEÑO

CEMENTO	378.62	Kg
AGUA DE DISEÑO	204.00	Lt
AGREGADO FINO SECO	813.00	Kg
AGREGADO GRUESO SECO	875.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%
CHEMA 3 =	6.682	Lt

PROPORCION EN PESO

CEMENTO =	1	
A. FINO =	2.28	
A. GRUESO =	2.32	
AGUA =	18.9	(Lt/ Bolsa)
CHEMA 3 =	750	cm3/Bolsa

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

CEMENTO	378.62	Kg
AGUA EFECTIVA	168.60	Lt
AGREGADO FINO HUMEDO	865.00	Kg
AGREGADO GRUESO HUMEDO	878.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%
CHEMA 3 =	6.682	Lt

PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO =	1	
A. FINO =	2.050	
A. GRUESO =	2.540	
AGUA =	18.900	(Lt/ Bolsa)
CHEMA 3 =	750	cm3/Bolsa

d. Diseño de mezcla para el grupo experimental (GEca) con cemento Inka Ultrarresistente tipo ICO y aditivo Chema 3 (750ml/bolsa)

CEMENTO :	CEMENTO INKA TIPO ICO	PESO ESPECIFICO =	3.080 g/cm3
------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------

PROCEDENCIA DE AGREGADOS :	
AGREG. FINO :	CANTERA LA BANDA
AGREG. GRUESO :	CANTERA LA BANDA

F _c =	280	Kg/cm2
F _{cr} =	308	Kg/cm2

CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS				
	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4"	
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.595	g/cm3	2.606	g/cm3
PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	2.625	g/cm3	2.636	g/cm3
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.676	g/cm3	2.687	g/cm3
PESO UNITARIO SUELTO	1572	Kg/m3	1367	Kg/m3
PESO UNITARIO COMPACTADO	1702	Kg/m3	1499	Kg/m3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.412		0.325	
ABSORCION (%)	1.174		1.146	
MODULO DE FINURA	3.073		6.862	
ABRASION (%)	-		28.90	
PORCENTAJE QUE PASA MALLA Nº 200	2.267		0.533	

EN CASO DE USAR ADITIVOS :			
	(NOMBRE ADITIVO, MARCA)	%	P.E. gr/cm3
ADITIVO 1 :	CHEMA 3 =	2.03	1.15

ASENTAMIENTO =	3" - 4"
CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO =	204.0 Lt/m3
AIRE TOTAL (%) =	2.0
RELACION A/Mc =	0.5388

CEMENTO =	378.62 Kg/m3	8.91 Bolsas/m3
------------------	---------------------	-----------------------

METODO VOLUMENES ABSOLUTOS :			
ADITIVO 1 =	CHEMA 3 =	0.006682	m3
CEMENTO =		0.122928	m3
AGUA DE MEZCLADO =		0.204	m3
AIRE (%) =		0.02	m3
	SUMA =	0.353610	m3

MODULO DE COMBINACION :	5.183
MODULO DE COMBINACION :	5.033
% AGREGADO FINO =	48.27
% AGREGADO GRUESO =	51.73

VOLUMEN DE AGREGADOS =	0.646390 m3
-------------------------------	--------------------

APORTE HUMEDAD AGREGADOS	
APORTE AF =	42.43
APORTE AG =	-7.15
TOTAL =	35.28

AGREGADO FINO SECO =	810.00 Kg/m3
AGREGADO GRUESO SECO =	871.00 Kg/m3

MATERIALES DE DISEÑO

CEMENTO	378.62	Kg
AGUA DE DISEÑO	204.00	Lt
AGREGADO FINO SECO	810.00	Kg
AGREGADO GRUESO SECO	871.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%
CHEMA 3 =	6.682	Lt

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

CEMENTO	378.62	Kg
AGUA EFECTIVA	168.72	Lt
AGREGADO FINO HUMEDO	862.00	Kg
AGREGADO GRUESO HUMEDO	874.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%
CHEMA 3 =	6.682	Lt

PROPORCION EN PESO

CEMENTO =	1	
A. FINO =	2.28	
A. GRUESO =	2.31	
AGUA =	18.9	(Lt/ Bolsa)
CHEMA 3 =	750	cm3/Bolsa

PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO =	1	
A. FINO =	2.050	
A. GRUESO =	2.530	
AGUA =	18.900	(Lt/ Bolsa)
CHEMA 3 =	750	cm3/Bolsa

ANEXO III: Curvas Esfuerzo – Deformación

- **Cemento Pacasmayo tipo I (patrón)**

Tabla 66

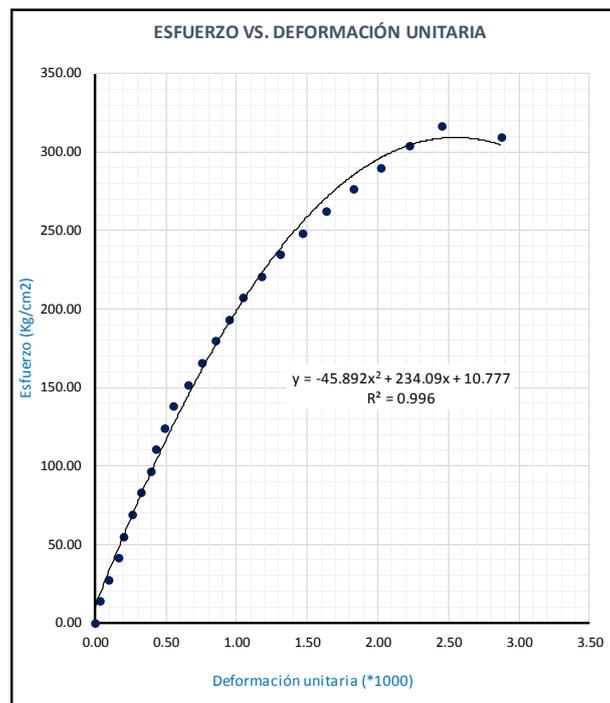
Gráficas Esfuerzo -Deformación unitaria del concreto patrón con cemento Pacasmayo Tipo I

ENSAYO N° 1

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN :	C°CP - 21	CEMENTO PACASMAYO TIPO I (ASTM C-150)
EDAD :	28 días	FECHA DE ELAB: 03/03/2018
DIÁMETRO (cm) :	15.18	FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
ALTURA (mm) :	306	AREA (cm2): 180.98

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.81
5000.00	0.03	0.10	27.63
7500.00	0.05	0.16	41.44
10000.00	0.06	0.20	55.25
12500.00	0.08	0.26	69.07
15000.00	0.10	0.33	82.88
17500.00	0.12	0.39	96.70
20000.00	0.13	0.42	110.51
22500.00	0.15	0.49	124.32
25000.00	0.17	0.56	138.14
27500.00	0.20	0.65	151.95
30000.00	0.23	0.75	165.76
32500.00	0.26	0.85	179.58
35000.00	0.29	0.95	193.39
37500.00	0.32	1.05	207.20
40000.00	0.36	1.18	221.02
42500.00	0.40	1.31	234.83
45000.00	0.45	1.47	248.64
47500.00	0.50	1.63	262.46
50000.00	0.56	1.83	276.27
52500.00	0.62	2.03	290.09
55000.00	0.68	2.22	303.90
57250.00	0.75	2.45	316.33
56000.00	0.88	2.88	309.42



ESFUERZO DE ROTURA =
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO =
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO=
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL=

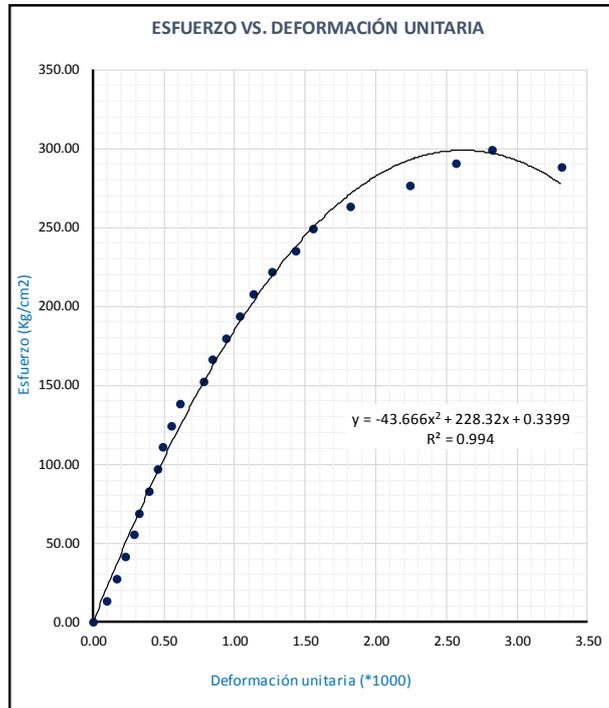
316.33 Kg/cm2
311.22 Kg/cm2
264620 Kg/cm2
225393 Kg/cm2

ENSAYO N° 2

DIAGRAMA DE ESFUERZO vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN :	C°CP - 22	CEMENTO PACASMAYO TIPO I (ASTM C-150)
EDAD :	28 días	FECHA DE ELAB: 03/03/2018
DIÁMETRO (cm) :	15.16	FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
ALTURA (mm) :	308	AREA (cm2): 180.50

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.03	0.10	13.85
5000.00	0.05	0.16	27.70
7500.00	0.07	0.23	41.55
10000.00	0.09	0.29	55.40
12500.00	0.10	0.32	69.25
15000.00	0.12	0.39	83.10
17500.00	0.14	0.45	96.95
20000.00	0.15	0.49	110.80
22500.00	0.17	0.55	124.65
25000.00	0.19	0.62	138.50
27500.00	0.24	0.78	152.35
30000.00	0.26	0.84	166.20
32500.00	0.29	0.94	180.05
35000.00	0.32	1.04	193.90
37500.00	0.35	1.14	207.75
40000.00	0.39	1.27	221.60
42500.00	0.44	1.43	235.45
45000.00	0.48	1.56	249.30
47500.00	0.56	1.82	263.15
50000.00	0.69	2.24	277.00
52500.00	0.79	2.56	290.85
54000.00	0.87	2.82	299.16
52000.00	1.02	3.31	288.08



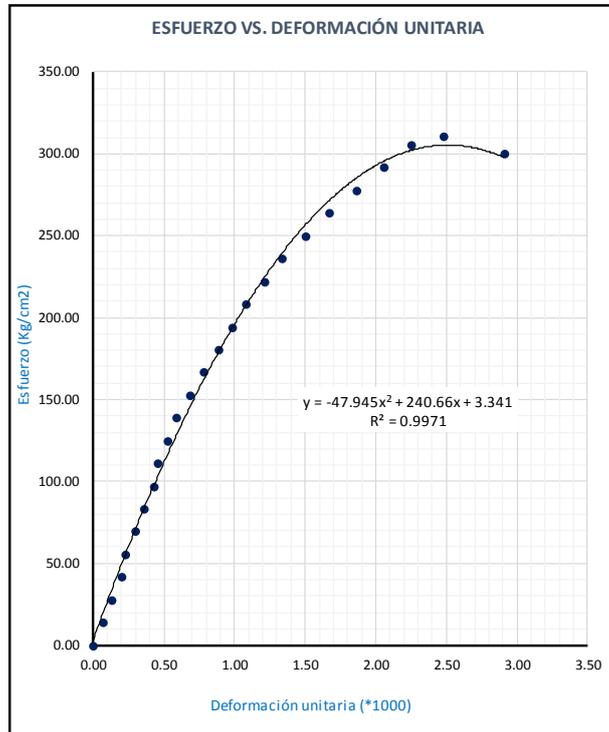
ESFUERZO DE ROTURA =	299.16 Kg/cm2
ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO =	309.46 Kg/cm2
MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO=	263874 Kg/cm2
MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL=	199917 Kg/cm2

ENSAYO N° 3

DIAGRAMA DE ESFUERZO vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN :	C°CP - 23	CEMENTO PACASMAYO TIPO I (ASTM C-150)
EDAD :	28 días	FECHA DE ELAB: 03/03/2018
DIÁMETRO (cm) :	15.14	FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
ALTURA (mm) :	306	AREA (cm2): 180.03

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.02	0.07	13.89
5000.00	0.04	0.13	27.77
7500.00	0.06	0.20	41.66
10000.00	0.07	0.23	55.55
12500.00	0.09	0.29	69.43
15000.00	0.11	0.36	83.32
17500.00	0.13	0.42	97.21
20000.00	0.14	0.46	111.09
22500.00	0.16	0.52	124.98
25000.00	0.18	0.59	138.87
27500.00	0.21	0.69	152.75
30000.00	0.24	0.78	166.64
32500.00	0.27	0.88	180.53
35000.00	0.30	0.98	194.41
37500.00	0.33	1.08	208.30
40000.00	0.37	1.21	222.19
42500.00	0.41	1.34	236.07
45000.00	0.46	1.50	249.96
47500.00	0.51	1.67	263.85
50000.00	0.57	1.86	277.73
52500.00	0.63	2.06	291.62
55000.00	0.69	2.25	305.51
56000.00	0.76	2.48	311.06
54000.00	0.89	2.91	299.95



ESFUERZO DE ROTURA =
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO =
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO=
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL=

311.06 Kg/cm2
307.48 Kg/cm2
263028 Kg/cm2
231359 Kg/cm2

• **Cemento Pacasmayo tipo I con aditivo Chema 3 (500ml/bolsa)**

Tabla 67

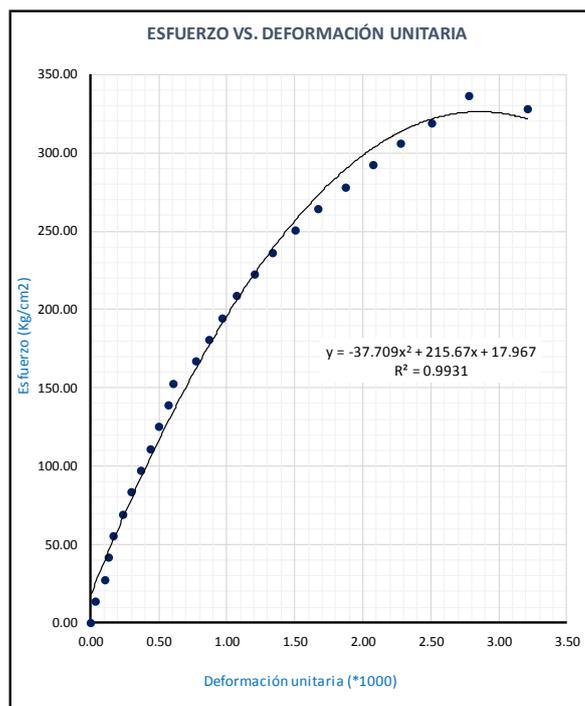
Gráficas Esfuerzo -Deformación unitaria del concreto con cemento Pacasmayo Tipo I + 500ml/bolsa de aditivo Chema 3

ENSAYO 1

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CP + 500ml - 21 CEMENTO PACASMAYO TIPO I (ASTM C-150)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.12 FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 299 AREA (cm2): 179.55

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.92
5000.00	0.03	0.10	27.85
7500.00	0.04	0.13	41.77
10000.00	0.05	0.17	55.69
12500.00	0.07	0.23	69.62
15000.00	0.09	0.30	83.54
17500.00	0.11	0.37	97.46
20000.00	0.13	0.43	111.39
22500.00	0.15	0.50	125.31
25000.00	0.17	0.57	139.23
27500.00	0.18	0.60	153.16
30000.00	0.23	0.77	167.08
32500.00	0.26	0.87	181.00
35000.00	0.29	0.97	194.93
37500.00	0.32	1.07	208.85
40000.00	0.36	1.20	222.78
42500.00	0.40	1.34	236.70
45000.00	0.45	1.51	250.62
47500.00	0.50	1.67	264.55
50000.00	0.56	1.87	278.47
52500.00	0.62	2.07	292.39
55000.00	0.68	2.27	306.32
57250.00	0.75	2.51	318.85
60500.00	0.83	2.78	336.95
59000.00	0.96	3.21	328.59



ESFUERZO DE ROTURA =
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO =
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO =
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL=

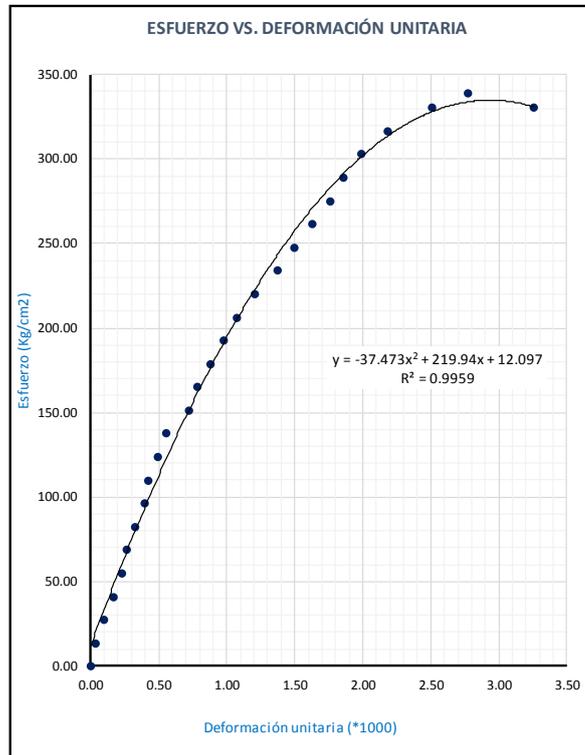
336.95 Kg/cm²
328.84 Kg/cm²
272009 Kg/cm²
206286 Kg/cm²

ENSAYO 2

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CP + 500ml - 22 CEMENTO PACASMAYO TIPO I (ASTM C-150)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.2 FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 307 AREA (cm2): 181.46

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.78
5000.00	0.03	0.10	27.55
7500.00	0.05	0.16	41.33
10000.00	0.07	0.23	55.11
12500.00	0.08	0.26	68.89
15000.00	0.10	0.33	82.66
17500.00	0.12	0.39	96.44
20000.00	0.13	0.42	110.22
22500.00	0.15	0.49	124.00
25000.00	0.17	0.55	137.77
27500.00	0.22	0.72	151.55
30000.00	0.24	0.78	165.33
32500.00	0.27	0.88	179.10
35000.00	0.30	0.98	192.88
37500.00	0.33	1.07	206.66
40000.00	0.37	1.21	220.44
42500.00	0.42	1.37	234.21
45000.00	0.46	1.50	247.99
47500.00	0.50	1.63	261.77
50000.00	0.54	1.76	275.55
52500.00	0.57	1.86	289.32
55000.00	0.61	1.99	303.10
57500.00	0.67	2.18	316.88
60000.00	0.77	2.51	330.65
61500.00	0.85	2.77	338.92
60000.00	1.00	3.26	330.65



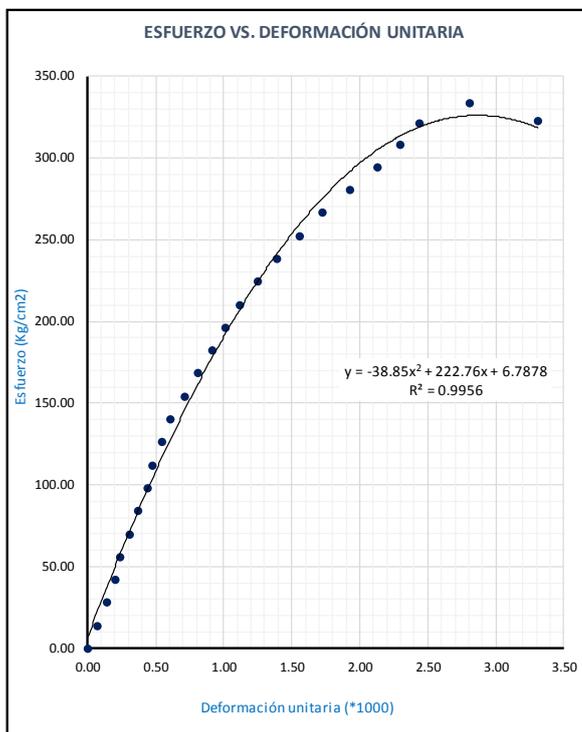
ESFUERZO DE ROTURA = **338.92 Kg/cm2**
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = **339.44 Kg/cm2**
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = **276358 Kg/cm2**
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = **204356 Kg/cm2**

ENSAYO 3

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CP + 500ml - 23 CEMENTO PACASMAYO TIPO I (ASTM C-150)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.06 FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 296 AREA (cm2): 178.13

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.02	0.07	14.03
5000.00	0.04	0.14	28.07
7500.00	0.06	0.20	42.10
10000.00	0.07	0.24	56.14
12500.00	0.09	0.30	70.17
15000.00	0.11	0.37	84.21
17500.00	0.13	0.44	98.24
20000.00	0.14	0.47	112.28
22500.00	0.16	0.54	126.31
25000.00	0.18	0.61	140.35
27500.00	0.21	0.71	154.38
30000.00	0.24	0.81	168.42
32500.00	0.27	0.91	182.45
35000.00	0.30	1.01	196.48
37500.00	0.33	1.11	210.52
40000.00	0.37	1.25	224.55
42500.00	0.41	1.39	238.59
45000.00	0.46	1.55	252.62
47500.00	0.51	1.72	266.66
50000.00	0.57	1.93	280.69
52500.00	0.63	2.13	294.73
55000.00	0.68	2.30	308.76
57250.00	0.72	2.43	321.39
59500.00	0.83	2.80	334.02
57500.00	0.98	3.31	322.80



ESFUERZO DE ROTURA = **334.02 Kg/cm2**
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = **329.40 Kg/cm2**
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = **272242 Kg/cm2**
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = **210863 Kg/cm2**

• **Cemento Pacasmayo tipo I con aditivo Chema 3 (750ml/bolsa)**

Tabla 68

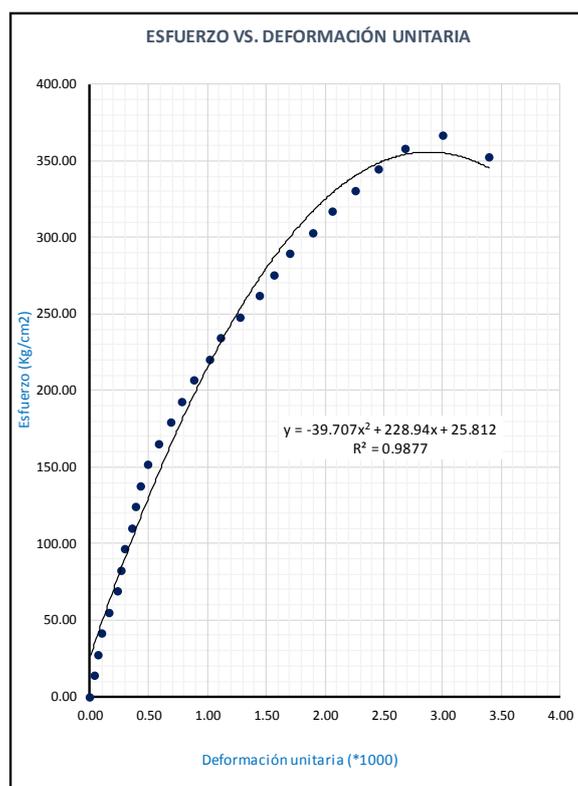
Gráficas Esfuerzo -Deformación unitaria del concreto con cemento Pacasmayo Tipo I + 750ml/bolsa de aditivo Chema 3

ENSAYO 1

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CP + 750ml - 21 CEMENTO PACASMAYO TIPO I (ASTM C-150)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.20 FECHA DE ENSAYO 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 306 AREA (cm2): 181.46

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.78
5000.00	0.02	0.07	27.55
7500.00	0.03	0.10	41.33
10000.00	0.05	0.16	55.11
12500.00	0.07	0.23	68.89
15000.00	0.08	0.26	82.66
17500.00	0.09	0.29	96.44
20000.00	0.11	0.36	110.22
22500.00	0.12	0.39	124.00
25000.00	0.13	0.42	137.77
27500.00	0.15	0.49	151.55
30000.00	0.18	0.59	165.33
32500.00	0.21	0.69	179.10
35000.00	0.24	0.78	192.88
37500.00	0.27	0.88	206.66
40000.00	0.31	1.01	220.44
42500.00	0.34	1.11	234.21
45000.00	0.39	1.27	247.99
47500.00	0.44	1.44	261.77
50000.00	0.48	1.57	275.55
52500.00	0.52	1.70	289.32
55000.00	0.58	1.90	303.10
57500.00	0.63	2.06	316.88
60000.00	0.69	2.25	330.65
62500.00	0.75	2.45	344.43
65000.00	0.82	2.68	358.21
66500.00	0.92	3.01	366.48
64000.00	1.04	3.40	352.70



ESFUERZO DE ROTURA =
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO =
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO =
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL=

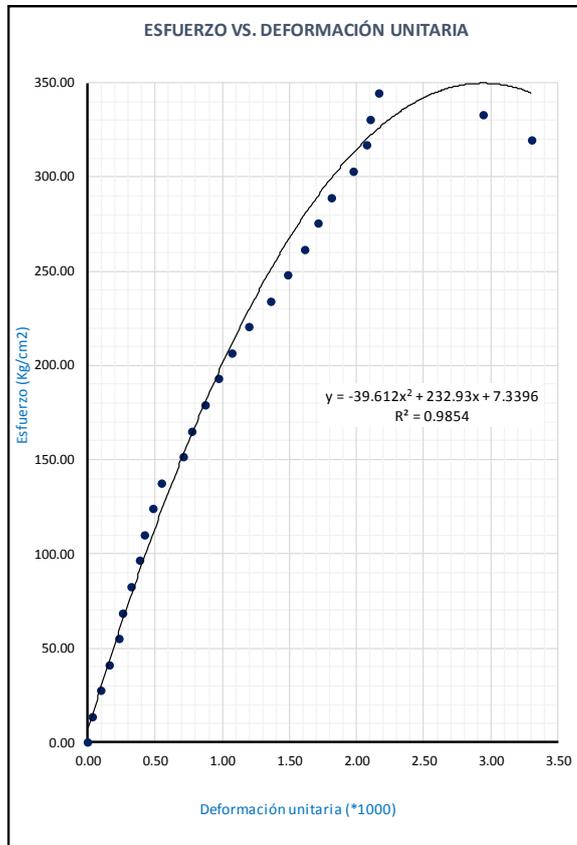
366.48 Kg/cm2
361.25 Kg/cm2
285100 Kg/cm2
219188 Kg/cm2

ENSAYO 2

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CP + 750ml - 22 CEMENTO PACASMAYO TIPO I (ASTM C-150)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.20 FECHA DE ENSAYO 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 309 AREA (cm2): 181.46

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.78
5000.00	0.03	0.10	27.55
7500.00	0.05	0.16	41.33
10000.00	0.07	0.23	55.11
12500.00	0.08	0.26	68.89
15000.00	0.10	0.32	82.66
17500.00	0.12	0.39	96.44
20000.00	0.13	0.42	110.22
22500.00	0.15	0.49	124.00
25000.00	0.17	0.55	137.77
27500.00	0.22	0.71	151.55
30000.00	0.24	0.78	165.33
32500.00	0.27	0.87	179.10
35000.00	0.30	0.97	192.88
37500.00	0.33	1.07	206.66
40000.00	0.37	1.20	220.44
42500.00	0.42	1.36	234.21
45000.00	0.46	1.49	247.99
47500.00	0.50	1.62	261.77
50000.00	0.53	1.72	275.55
52500.00	0.56	1.81	289.32
55000.00	0.61	1.97	303.10
57500.00	0.64	2.07	316.88
60000.00	0.65	2.10	330.65
62500.00	0.67	2.17	344.43
65000.00	0.71	2.30	358.21
67500.00	0.76	2.46	371.99
68750.00	0.82	2.65	378.87
60500.00	0.91	2.94	333.41
58000.00	1.02	3.30	319.63



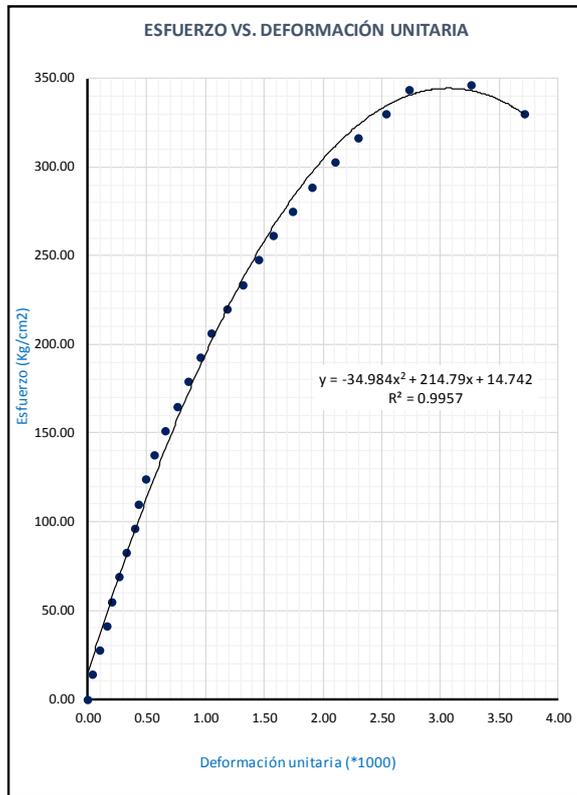
ESFUERZO DE ROTURA = 378.87 Kg/cm2
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = 345.76 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = 278921 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = 225907 Kg/cm2

ENSAYO 3

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CP + 750ml - 23 CEMENTO PACASMAYO TIPO I (ASTM C-150)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.21 FECHA DE ENSAYO 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 304 AREA (cm²): 181.70

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.76
5000.00	0.03	0.10	27.52
7500.00	0.05	0.16	41.28
10000.00	0.06	0.20	55.04
12500.00	0.08	0.26	68.80
15000.00	0.10	0.33	82.55
17500.00	0.12	0.39	96.31
20000.00	0.13	0.43	110.07
22500.00	0.15	0.49	123.83
25000.00	0.17	0.56	137.59
27500.00	0.20	0.66	151.35
30000.00	0.23	0.76	165.11
32500.00	0.26	0.86	178.87
35000.00	0.29	0.95	192.63
37500.00	0.32	1.05	206.39
40000.00	0.36	1.18	220.15
42500.00	0.40	1.32	233.91
45000.00	0.44	1.45	247.66
47500.00	0.48	1.58	261.42
50000.00	0.53	1.74	275.18
52500.00	0.58	1.91	288.94
55000.00	0.64	2.11	302.70
57500.00	0.70	2.30	316.46
60000.00	0.77	2.53	330.22
62500.00	0.83	2.73	343.98
64250.00	0.92	3.03	353.61
63000.00	0.99	3.26	346.73
60000.00	1.13	3.72	330.22



ESFUERZO DE ROTURA = 353.61 Kg/cm²
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = 343.99 Kg/cm²
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = 278206 Kg/cm²
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = 208796 Kg/cm²

• **Cemento Pacasmayo tipo I con aditivo Chema 3 (1000 ml/bolsa)**

Tabla 69

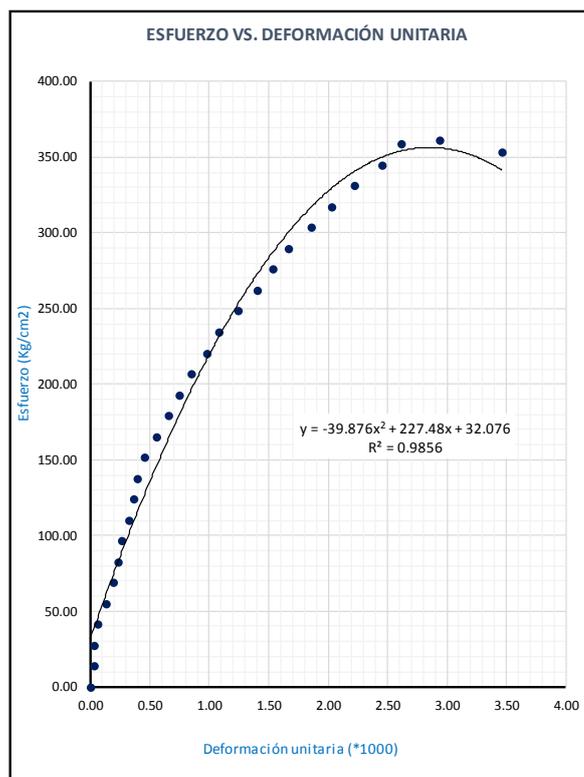
Gráficas Esfuerzo -Deformación unitaria del concreto con cemento Pacasmayo Tipo I + 1000ml/bolsa de aditivo Chema 3

ENSAYO 1

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CP + 1000ml - 21 CEMENTO PACASMAYO TIPO I (ASTM C-150)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.19 FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 306 AREA (cm2): 181.22

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.80
5000.00	0.01	0.03	27.59
7500.00	0.02	0.07	41.39
10000.00	0.04	0.13	55.18
12500.00	0.06	0.20	68.98
15000.00	0.07	0.23	82.77
17500.00	0.08	0.26	96.57
20000.00	0.10	0.33	110.36
22500.00	0.11	0.36	124.16
25000.00	0.12	0.39	137.95
27500.00	0.14	0.46	151.75
30000.00	0.17	0.56	165.54
32500.00	0.20	0.65	179.34
35000.00	0.23	0.75	193.14
37500.00	0.26	0.85	206.93
40000.00	0.30	0.98	220.73
42500.00	0.33	1.08	234.52
45000.00	0.38	1.24	248.32
47500.00	0.43	1.41	262.11
50000.00	0.47	1.54	275.91
52500.00	0.51	1.67	289.70
55000.00	0.57	1.86	303.50
57500.00	0.62	2.03	317.29
60000.00	0.68	2.22	331.09
62500.00	0.75	2.45	344.89
65000.00	0.80	2.61	358.68
65500.00	0.90	2.94	361.44
64000.00	1.06	3.46	353.16



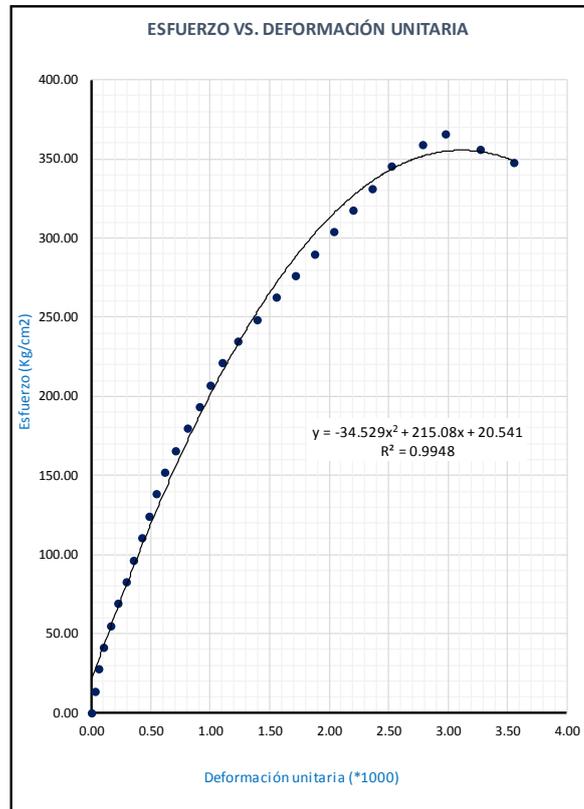
ESFUERZO DE ROTURA = 361.44 Kg/cm2
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = 358.88 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = **284162 Kg/cm2**
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = **223885 Kg/cm2**

ENSAYO 2

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CP + 1000ml - 22 CEMENTO PACASMAYO TIPO I (ASTM C-150)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.18 FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 309 AREA (cm2): 180.98

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.81
5000.00	0.02	0.06	27.63
7500.00	0.03	0.10	41.44
10000.00	0.05	0.16	55.25
12500.00	0.07	0.23	69.07
15000.00	0.09	0.29	82.88
17500.00	0.11	0.36	96.70
20000.00	0.13	0.42	110.51
22500.00	0.15	0.49	124.32
25000.00	0.17	0.55	138.14
27500.00	0.19	0.61	151.95
30000.00	0.22	0.71	165.76
32500.00	0.25	0.81	179.58
35000.00	0.28	0.91	193.39
37500.00	0.31	1.00	207.20
40000.00	0.34	1.10	221.02
42500.00	0.38	1.23	234.83
45000.00	0.43	1.39	248.64
47500.00	0.48	1.55	262.46
50000.00	0.53	1.72	276.27
52500.00	0.58	1.88	290.09
55000.00	0.63	2.04	303.90
57500.00	0.68	2.20	317.71
60000.00	0.73	2.36	331.53
62500.00	0.78	2.52	345.34
65000.00	0.86	2.78	359.15
66250.00	0.92	2.98	366.06
64500.00	1.01	3.27	356.39
63000.00	1.10	3.56	348.10



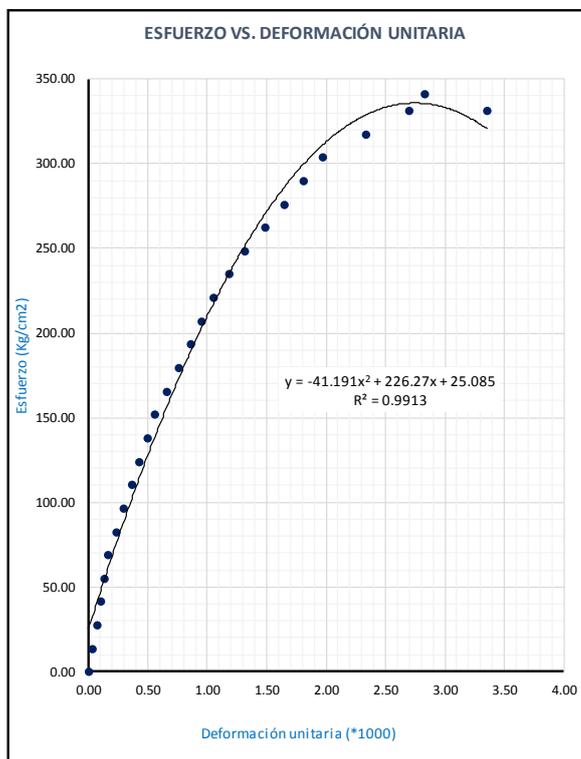
ESFUERZO DE ROTURA = 366.06 Kg/cm2
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = 361.94 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = **285370 Kg/cm2**
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = **209894 Kg/cm2**

ENSAYO 3

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CP + 1000ml - 23 CEMENTO PACASMAYO TIPO I (ASTM C-150)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.18 FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 304 AREA (cm2): 180.98

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.81
5000.00	0.02	0.07	27.63
7500.00	0.03	0.10	41.44
10000.00	0.04	0.13	55.25
12500.00	0.05	0.16	69.07
15000.00	0.07	0.23	82.88
17500.00	0.09	0.30	96.70
20000.00	0.11	0.36	110.51
22500.00	0.13	0.43	124.32
25000.00	0.15	0.49	138.14
27500.00	0.17	0.56	151.95
30000.00	0.20	0.66	165.76
32500.00	0.23	0.76	179.58
35000.00	0.26	0.86	193.39
37500.00	0.29	0.95	207.20
40000.00	0.32	1.05	221.02
42500.00	0.36	1.18	234.83
45000.00	0.40	1.32	248.64
47500.00	0.45	1.48	262.46
50000.00	0.50	1.64	276.27
52500.00	0.55	1.81	290.09
55000.00	0.60	1.97	303.90
57500.00	0.71	2.34	317.71
60000.00	0.82	2.70	331.53
61750.00	0.86	2.83	341.20
60000.00	1.02	3.36	331.53



ESFUERZO DE ROTURA = 341.20 Kg/cm2
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = 341.80 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = 277317 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = 215027 Kg/cm2

- **Cemento Inka Ultrarresistente tipo ICo sin aditivo**

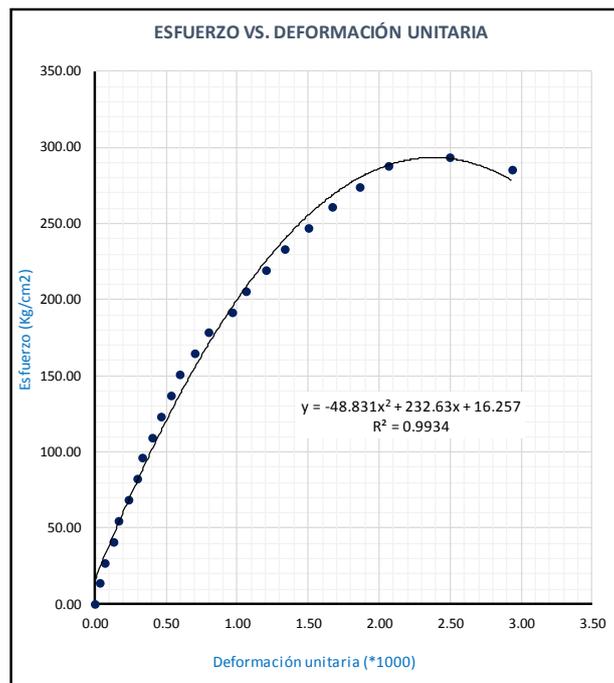
Tabla 70

Gráficas Esfuerzo-Deformación unitaria del concreto patrón con cemento Inka Ultrarresistente Tipo ICo

ENSAYO 1**DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

CODIGO DEL ESPECIMEN :	C°CI - 21	CEMENTO INKA ULTRARRESISTENTE ICo (ASTM C-595)
EDAD :	28 días	FECHA DE ELAB: 03/03/2018
DIÁMETRO (cm) :	15.23	FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
ALTURA (mm) :	300	AREA (cm2): 182.18

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.72
5000.00	0.02	0.07	27.45
7500.00	0.04	0.13	41.17
10000.00	0.05	0.17	54.89
12500.00	0.07	0.23	68.62
15000.00	0.09	0.30	82.34
17500.00	0.10	0.33	96.06
20000.00	0.12	0.40	109.78
22500.00	0.14	0.47	123.51
25000.00	0.16	0.53	137.23
27500.00	0.18	0.60	150.95
30000.00	0.21	0.70	164.68
32500.00	0.24	0.80	178.40
35000.00	0.29	0.97	192.12
37500.00	0.32	1.07	205.85
40000.00	0.36	1.20	219.57
42500.00	0.40	1.33	233.29
45000.00	0.45	1.50	247.01
47500.00	0.50	1.67	260.74
50000.00	0.56	1.87	274.46
52500.00	0.62	2.07	288.18
53500.00	0.75	2.50	293.67
52000.00	0.88	2.93	285.44



ESFUERZO DE ROTURA =	293.67 Kg/cm2
ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO =	299.95 Kg/cm2
MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO =	259788 Kg/cm2
MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL=	221294 Kg/cm2

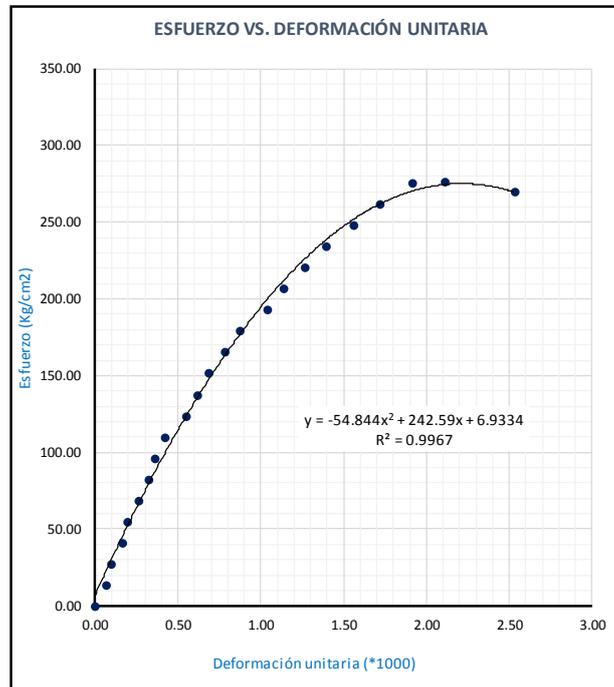
ENSAYO 2

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CI - 22
 EDAD : 28 días
 DIÁMETRO (cm) : 15.2
 ALTURA (mm) : 308

CEMENTO INKA ULTRARRESISTENTE IC₀ (ASTM C-595)
 FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
 AREA (cm²): 181.46

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.02	0.06	13.78
5000.00	0.03	0.10	27.55
7500.00	0.05	0.16	41.33
10000.00	0.06	0.19	55.11
12500.00	0.08	0.26	68.89
15000.00	0.10	0.32	82.66
17500.00	0.11	0.36	96.44
20000.00	0.13	0.42	110.22
22500.00	0.17	0.55	124.00
25000.00	0.19	0.62	137.77
27500.00	0.21	0.68	151.55
30000.00	0.24	0.78	165.33
32500.00	0.27	0.88	179.10
35000.00	0.32	1.04	192.88
37500.00	0.35	1.14	206.66
40000.00	0.39	1.27	220.44
42500.00	0.43	1.40	234.21
45000.00	0.48	1.56	247.99
47500.00	0.53	1.72	261.77
50000.00	0.59	1.92	275.55
50250.00	0.65	2.11	276.92
49000.00	0.78	2.53	270.03



ESFUERZO DE ROTURA =
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO =
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO =
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL=

276.92 Kg/cm²
 276.77 Kg/cm²
 249548 Kg/cm²
 236342 Kg/cm²

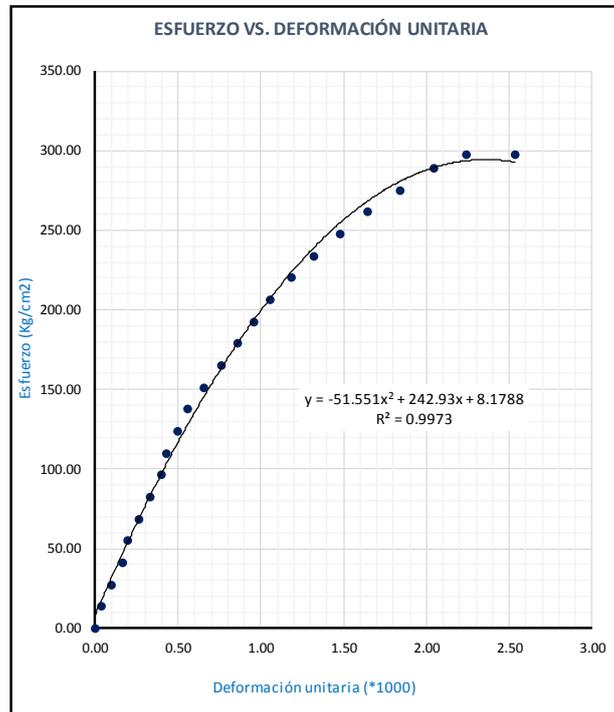
ENSAYO 3

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CI - 23
 EDAD : 28 días
 DIÁMETRO (cm) : 15.2
 ALTURA (mm) : 304

CEMENTO INKA ULTRARRESISTENTE IC₀ (ASTM C-595)
 FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
 AREA (cm²): 181.46

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.78
5000.00	0.03	0.10	27.55
7500.00	0.05	0.16	41.33
10000.00	0.06	0.20	55.11
12500.00	0.08	0.26	68.89
15000.00	0.10	0.33	82.66
17500.00	0.12	0.39	96.44
20000.00	0.13	0.43	110.22
22500.00	0.15	0.49	124.00
25000.00	0.17	0.56	137.77
27500.00	0.20	0.66	151.55
30000.00	0.23	0.76	165.33
32500.00	0.26	0.86	179.10
35000.00	0.29	0.95	192.88
37500.00	0.32	1.05	206.66
40000.00	0.36	1.18	220.44
42500.00	0.40	1.32	234.21
45000.00	0.45	1.48	247.99
47500.00	0.50	1.64	261.77
50000.00	0.56	1.84	275.55
52500.00	0.62	2.04	289.32
54000.00	0.68	2.24	297.59
54000.00	0.77	2.53	297.59



ESFUERZO DE ROTURA =
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO =
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO =
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL=

297.59 Kg/cm²
 293.05 Kg/cm²
256780 Kg/cm²
241182 Kg/cm²

- **Cemento Inka Ultrarresistente tipo ICo con aditivo Chema 3 (500ml/bolsa)**

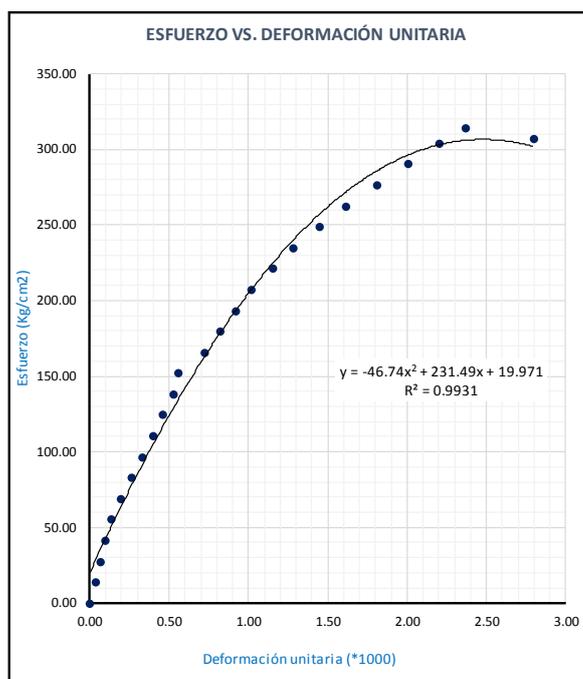
Tabla 71

Graficas Esfuerzo-Deformación unitaria del concreto con cemento Inka Ultrarresistente Tipo ICo + 500ml/bolsa de aditivo Chema 3

ENSAYO 1**DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

CODIGO DEL ESPECIMEN :	C°CI + 500ml - 21	CEMENTO INKA ULTRARRESISTENTE ICo (ASTM C-595)
EDAD :	28 días	FECHA DE ELAB: 03/03/2018
DIÁMETRO (cm) :	15.17	FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
ALTURA (mm) :	304	AREA (cm2): 180.74

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.83
5000.00	0.02	0.07	27.66
7500.00	0.03	0.10	41.50
10000.00	0.04	0.13	55.33
12500.00	0.06	0.20	69.16
15000.00	0.08	0.26	82.99
17500.00	0.10	0.33	96.82
20000.00	0.12	0.39	110.65
22500.00	0.14	0.46	124.49
25000.00	0.16	0.53	138.32
27500.00	0.17	0.56	152.15
30000.00	0.22	0.72	165.98
32500.00	0.25	0.82	179.81
35000.00	0.28	0.92	193.65
37500.00	0.31	1.02	207.48
40000.00	0.35	1.15	221.31
42500.00	0.39	1.28	235.14
45000.00	0.44	1.45	248.97
47500.00	0.49	1.61	262.80
50000.00	0.55	1.81	276.64
52500.00	0.61	2.01	290.47
55000.00	0.67	2.20	304.30
56750.00	0.72	2.37	313.98
55500.00	0.85	2.80	307.07



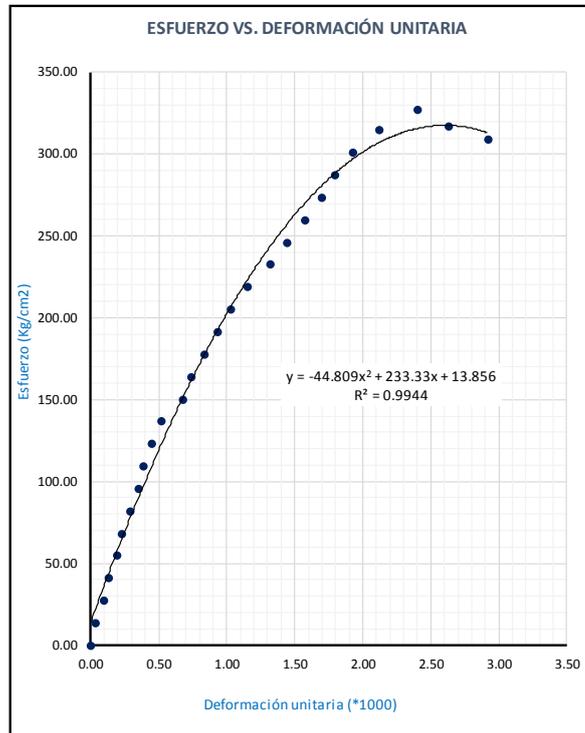
ESFUERZO DE ROTURA =	313.98 Kg/cm2
ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO =	306.32 Kg/cm2
MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO =	262532 Kg/cm2
MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL =	229541 Kg/cm2

ENSAYO 2

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CI + 500ml - 22 CEMENTO INKA ULTRARRESISTENTE ICo (ASTM C-595)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.25 FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 312 AREA (cm2): 182.65

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.69
5000.00	0.03	0.10	27.37
7500.00	0.04	0.13	41.06
10000.00	0.06	0.19	54.75
12500.00	0.07	0.22	68.44
15000.00	0.09	0.29	82.12
17500.00	0.11	0.35	95.81
20000.00	0.12	0.38	109.50
22500.00	0.14	0.45	123.18
25000.00	0.16	0.51	136.87
27500.00	0.21	0.67	150.56
30000.00	0.23	0.74	164.24
32500.00	0.26	0.83	177.93
35000.00	0.29	0.93	191.62
37500.00	0.32	1.03	205.31
40000.00	0.36	1.15	218.99
42500.00	0.41	1.31	232.68
45000.00	0.45	1.44	246.37
47500.00	0.49	1.57	260.05
50000.00	0.53	1.70	273.74
52500.00	0.56	1.79	287.43
55000.00	0.60	1.92	301.12
57500.00	0.66	2.12	314.80
59750.00	0.75	2.40	327.12
58000.00	0.82	2.63	317.54
56500.00	0.91	2.92	309.33



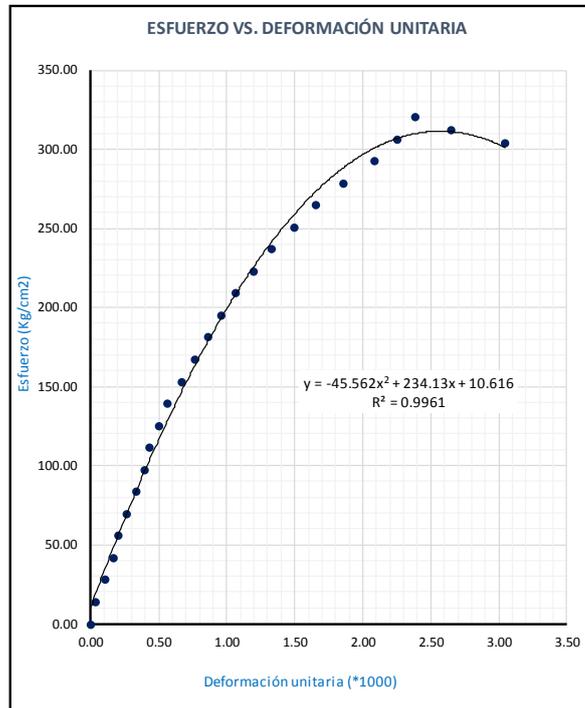
ESFUERZO DE ROTURA = 327.12 Kg/cm2
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = 314.61 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = 266060 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = 230925 Kg/cm2

ENSAYO 3

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CI + 500ml - 23 CEMENTO INKA ULTRARRESISTENTE ICo (ASTM C-595)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.11 FECHA DE ENSAYO: 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 302 AREA (cm2): 179.32

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.94
5000.00	0.03	0.10	27.88
7500.00	0.05	0.17	41.83
10000.00	0.06	0.20	55.77
12500.00	0.08	0.26	69.71
15000.00	0.10	0.33	83.65
17500.00	0.12	0.40	97.59
20000.00	0.13	0.43	111.54
22500.00	0.15	0.50	125.48
25000.00	0.17	0.56	139.42
27500.00	0.20	0.66	153.36
30000.00	0.23	0.76	167.30
32500.00	0.26	0.86	181.24
35000.00	0.29	0.96	195.19
37500.00	0.32	1.06	209.13
40000.00	0.36	1.19	223.07
42500.00	0.40	1.32	237.01
45000.00	0.45	1.49	250.95
47500.00	0.50	1.66	264.90
50000.00	0.56	1.85	278.84
52500.00	0.63	2.09	292.78
55000.00	0.68	2.25	306.72
57500.00	0.72	2.38	320.66
56000.00	0.80	2.65	312.30
54500.00	0.92	3.05	303.93



ESFUERZO DE ROTURA = 320.66 Kg/cm2
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = 308.98 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = **263669 Kg/cm2**
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = **230968 Kg/cm2**

- **Cemento Inka Ultrarresistente tipo ICo con aditivo Chema 3 (750ml/bolsa)**

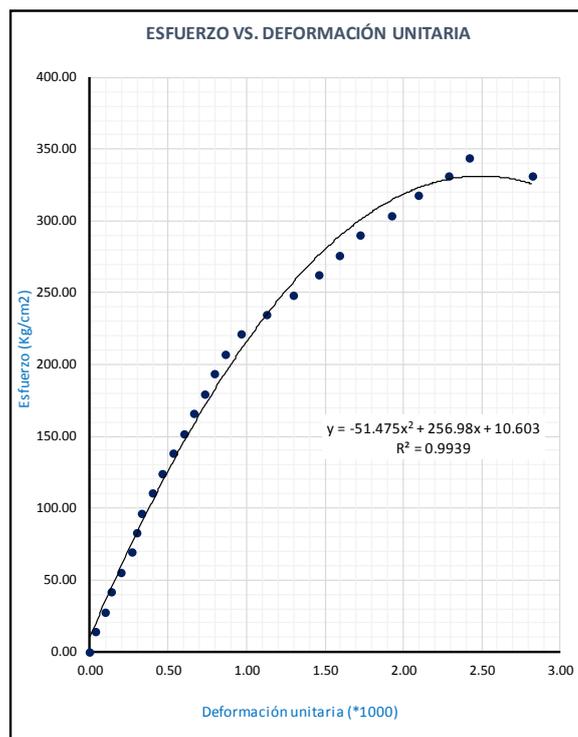
Tabla 72

Graficas Esfuerzo-Deformación unitaria del concreto con cemento Inka Ultrarresistente Tipo ICo + 750ml/bolsa de aditivo Chema 3

ENSAYO 1**DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CI + 750ml - 21 CEMENTO INKA ULTRARRESISTENTE ICo (ASTM C-595)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.18 FECHA DE ENSAYO 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 301 AREA (cm2): 180.98

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.81
5000.00	0.03	0.10	27.63
7500.00	0.04	0.13	41.44
10000.00	0.06	0.20	55.25
12500.00	0.08	0.27	69.07
15000.00	0.09	0.30	82.88
17500.00	0.10	0.33	96.70
20000.00	0.12	0.40	110.51
22500.00	0.14	0.47	124.32
25000.00	0.16	0.53	138.14
27500.00	0.18	0.60	151.95
30000.00	0.20	0.66	165.76
32500.00	0.22	0.73	179.58
35000.00	0.24	0.80	193.39
37500.00	0.26	0.86	207.20
40000.00	0.29	0.96	221.02
42500.00	0.34	1.13	234.83
45000.00	0.39	1.30	248.64
47500.00	0.44	1.46	262.46
50000.00	0.48	1.59	276.27
52500.00	0.52	1.73	290.09
55000.00	0.58	1.93	303.90
57500.00	0.63	2.09	317.71
60000.00	0.69	2.29	331.53
62250.00	0.73	2.43	343.96
60000.00	0.85	2.82	331.53



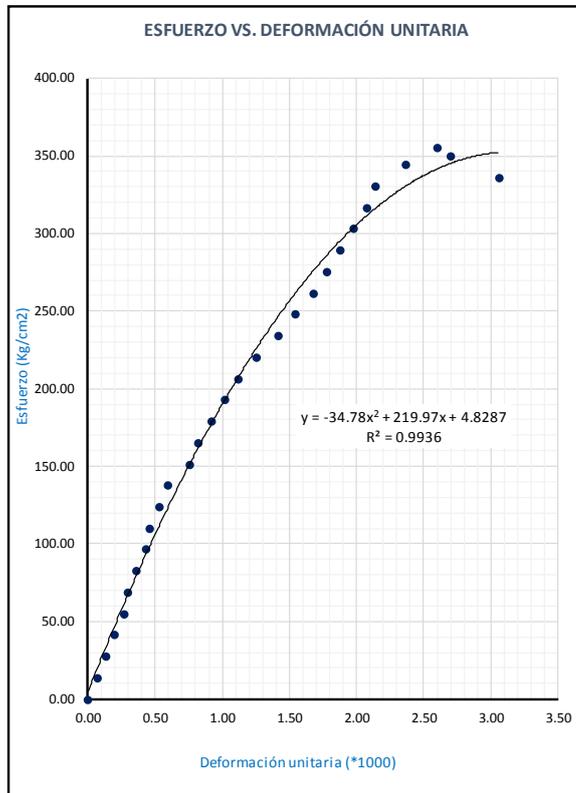
ESFUERZO DE ROTURA = 343.96 Kg/cm2
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = 333.62 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = 273980 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = 248029 Kg/cm2

ENSAYO 2

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CI + 750ml - 22 CEMENTO INKA ULTRARRESISTENTE ICo (ASTM C-595)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.20 FECHA DE ENSAYO 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 304 AREA (cm2): 181.46

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.02	0.07	13.78
5000.00	0.04	0.13	27.55
7500.00	0.06	0.20	41.33
10000.00	0.08	0.26	55.11
12500.00	0.09	0.30	68.89
15000.00	0.11	0.36	82.66
17500.00	0.13	0.43	96.44
20000.00	0.14	0.46	110.22
22500.00	0.16	0.53	124.00
25000.00	0.18	0.59	137.77
27500.00	0.23	0.76	151.55
30000.00	0.25	0.82	165.33
32500.00	0.28	0.92	179.10
35000.00	0.31	1.02	192.88
37500.00	0.34	1.12	206.66
40000.00	0.38	1.25	220.44
42500.00	0.43	1.41	234.21
45000.00	0.47	1.55	247.99
47500.00	0.51	1.68	261.77
50000.00	0.54	1.78	275.55
52500.00	0.57	1.88	289.32
55000.00	0.60	1.97	303.10
57500.00	0.63	2.07	316.88
60000.00	0.65	2.14	330.65
62500.00	0.72	2.37	344.43
64500.00	0.79	2.60	355.45
63500.00	0.82	2.70	349.94
61000.00	0.93	3.06	336.17



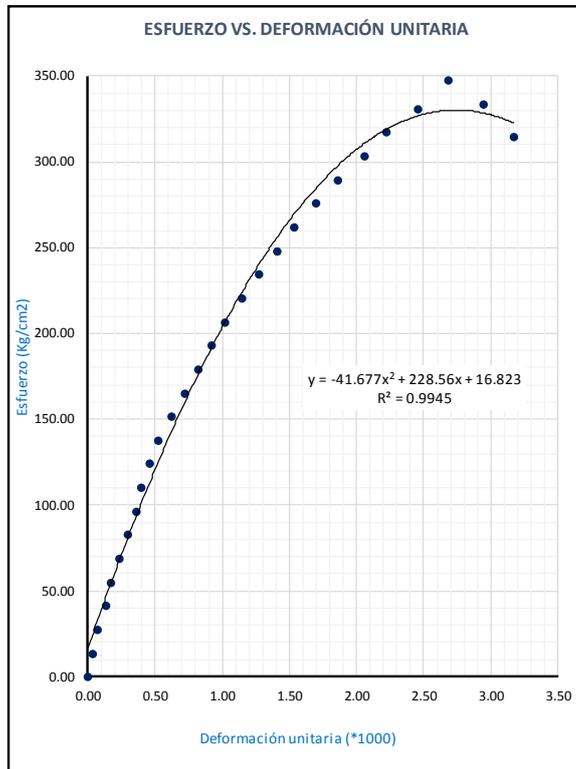
ESFUERZO DE ROTURA = 355.45 Kg/cm2
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = 340.71 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = 276876 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = 212623 Kg/cm2

ENSAYO 3

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CI + 750ml - 23 CEMENTO INKA ULTRARRESISTENTE ICo (ASTM C-595)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.19 FECHA DE ENSAYO 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 306 AREA (cm2): 181.22

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.80
5000.00	0.02	0.07	27.59
7500.00	0.04	0.13	41.39
10000.00	0.05	0.16	55.18
12500.00	0.07	0.23	68.98
15000.00	0.09	0.29	82.77
17500.00	0.11	0.36	96.57
20000.00	0.12	0.39	110.36
22500.00	0.14	0.46	124.16
25000.00	0.16	0.52	137.95
27500.00	0.19	0.62	151.75
30000.00	0.22	0.72	165.54
32500.00	0.25	0.82	179.34
35000.00	0.28	0.92	193.14
37500.00	0.31	1.01	206.93
40000.00	0.35	1.14	220.73
42500.00	0.39	1.27	234.52
45000.00	0.43	1.41	248.32
47500.00	0.47	1.54	262.11
50000.00	0.52	1.70	275.91
52500.00	0.57	1.86	289.70
55000.00	0.63	2.06	303.50
57500.00	0.68	2.22	317.29
60000.00	0.75	2.45	331.09
63000.00	0.82	2.68	347.64
60500.00	0.90	2.94	333.85
57000.00	0.97	3.17	314.54



ESFUERZO DE ROTURA = 347.64 Kg/cm2
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = 337.09 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = 275400 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = 209873 Kg/cm2

- **Cemento Inka Ultrarresistente tipo ICo con aditivo Chema 3 (1000ml/bolsa)**

Tabla 73

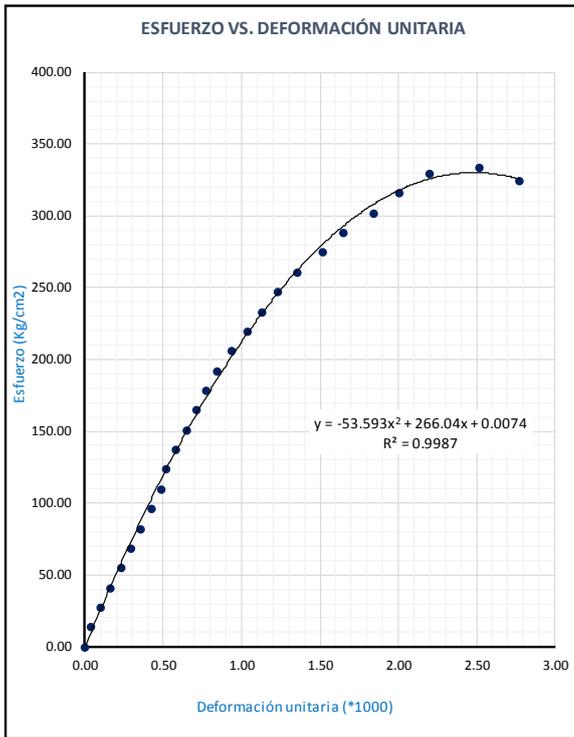
Graficas Esfuerzo-Deformación unitaria del concreto con cemento Inka Ultrarresistente Tipo ICo + 1000ml/bolsa de aditivo Chema 3

ENSAYO 1

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN :	C°CI + 1000ml - 21	CEMENTO INKA ULTRARRESISTENTE ICo (ASTM C-595)
EDAD :	28 días	FECHA DE ELAB: 03/03/2018
DIÁMETRO (cm) :	15.22	FECHA DE ENSAYO 31/03/2018
ALTURA (mm) :	310	AREA (cm2): 181.94

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.01	0.03	13.74
5000.00	0.03	0.10	27.48
7500.00	0.05	0.16	41.22
10000.00	0.07	0.23	54.96
12500.00	0.09	0.29	68.71
15000.00	0.11	0.35	82.45
17500.00	0.13	0.42	96.19
20000.00	0.15	0.48	109.93
22500.00	0.16	0.52	123.67
25000.00	0.18	0.58	137.41
27500.00	0.20	0.65	151.15
30000.00	0.22	0.71	164.89
32500.00	0.24	0.77	178.63
35000.00	0.26	0.84	192.38
37500.00	0.29	0.94	206.12
40000.00	0.32	1.03	219.86
42500.00	0.35	1.13	233.60
45000.00	0.38	1.23	247.34
47500.00	0.42	1.35	261.08
50000.00	0.47	1.52	274.82
52500.00	0.51	1.65	288.56
55000.00	0.57	1.84	302.30
57500.00	0.62	2.00	316.04
60000.00	0.68	2.19	329.79
60750.00	0.78	2.52	333.91
59000.00	0.86	2.77	324.29



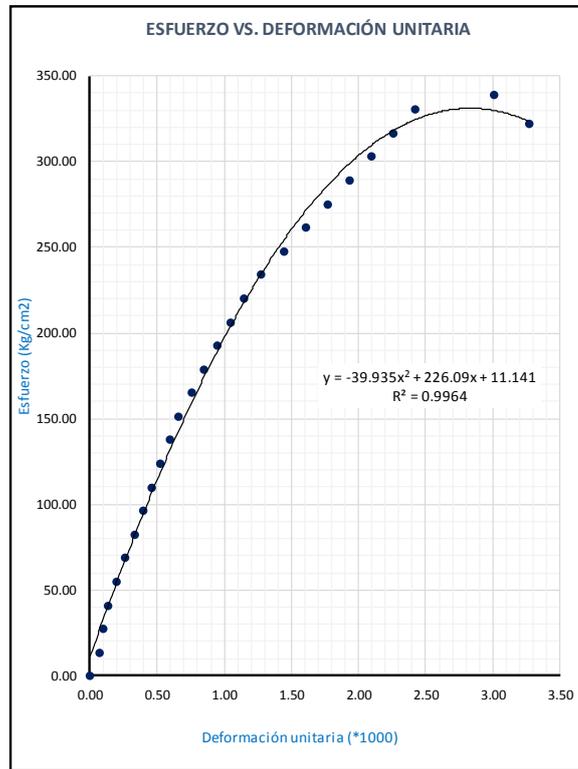
ESFUERZO DE ROTURA =	333.91 Kg/cm2
ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO =	333.53 Kg/cm2
MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO =	273940 Kg/cm2
MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL=	254622 Kg/cm2

ENSAYO 2

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CI + 1000ml - 22 CEMENTO INKA ULTRARRESISTENTE ICo (ASTM C-595)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.20 FECHA DE ENSAYO 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 306 AREA (cm2): 181.46

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.02	0.07	13.78
5000.00	0.03	0.10	27.55
7500.00	0.04	0.13	41.33
10000.00	0.06	0.20	55.11
12500.00	0.08	0.26	68.89
15000.00	0.10	0.33	82.66
17500.00	0.12	0.39	96.44
20000.00	0.14	0.46	110.22
22500.00	0.16	0.52	124.00
25000.00	0.18	0.59	137.77
27500.00	0.20	0.65	151.55
30000.00	0.23	0.75	165.33
32500.00	0.26	0.85	179.10
35000.00	0.29	0.95	192.88
37500.00	0.32	1.05	206.66
40000.00	0.35	1.14	220.44
42500.00	0.39	1.27	234.21
45000.00	0.44	1.44	247.99
47500.00	0.49	1.60	261.77
50000.00	0.54	1.76	275.55
52500.00	0.59	1.93	289.32
55000.00	0.64	2.09	303.10
57500.00	0.69	2.25	316.88
60000.00	0.74	2.42	330.65
61500.00	0.92	3.01	338.92
58500.00	1.00	3.27	322.39



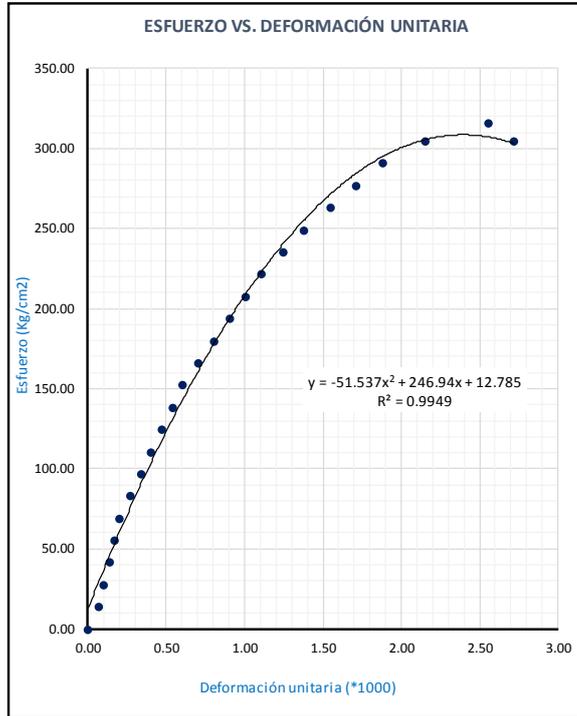
ESFUERZO DE ROTURA = 338.92 Kg/cm2
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = 330.90 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = **272858 Kg/cm2**
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL = **220206 Kg/cm2**

ENSAYO 3

DIAGRAMA DE ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA

CODIGO DEL ESPECIMEN : C°CI + 1000ml - 23 CEMENTO INKA ULTRARRESISTENTE IC0 (ASTM C-595)
 EDAD : 28 días FECHA DE ELAB: 03/03/2018
 DIÁMETRO (cm) : 15.16 FECHA DE ENSAYO 31/03/2018
 ALTURA (mm) : 298 AREA (cm2): 180.50

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Esfuerzo (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
2500.00	0.02	0.07	13.85
5000.00	0.03	0.10	27.70
7500.00	0.04	0.13	41.55
10000.00	0.05	0.17	55.40
12500.00	0.06	0.20	69.25
15000.00	0.08	0.27	83.10
17500.00	0.10	0.34	96.95
20000.00	0.12	0.40	110.80
22500.00	0.14	0.47	124.65
25000.00	0.16	0.54	138.50
27500.00	0.18	0.60	152.35
30000.00	0.21	0.70	166.20
32500.00	0.24	0.81	180.05
35000.00	0.27	0.91	193.90
37500.00	0.30	1.01	207.75
40000.00	0.33	1.11	221.60
42500.00	0.37	1.24	235.45
45000.00	0.41	1.38	249.30
47500.00	0.46	1.54	263.15
50000.00	0.51	1.71	277.00
52500.00	0.56	1.88	290.85
55000.00	0.64	2.15	304.70
57000.00	0.76	2.55	315.78
55000.00	0.81	2.72	304.70



ESFUERZO DE ROTURA = 315.78 Kg/cm2
 ESFUERZO DE ROTURA CORREGIDO = 311.66 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO = 264807 Kg/cm2
 MÓDULO DE ELASTICIDAD REAL= 241174 Kg/cm2

ANEXO IV: Fichas Técnicas



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 16 de Marzo del 2018

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.8	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.59	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3800	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.14	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	30.8 (314)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	37.2 (379)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	44.0 (449)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	147	Mínimo 45
Fraguado Final	min	267	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-02-2018 al 28-02-2018.
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Enero 2018.
(*) Requisito opcional.

Ing. Dennis R. Rodas Lavado
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

FICHA TÉCNICA

CEMENTO DE USO GENERAL

Brinda ventajas y propiedades únicas para su utilización en obras de concreto estructural, edificios, industria, minería, infraestructura vial, construcción de viviendas y cualquier uso o elemento de concreto. Es compatible con agregados convencionales y aditivos que dosificados apropiadamente proporciona a la mezcla fresca la trabajabilidad, fluidez y plasticidad que la obra requiere.



CARACTERÍSTICAS

El Cemento INKA Ultra Resistente posee moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos, además de baja reactividad con agregados álcali-reactivos, cumpliendo las normas técnicas NTP 334.090 y la ASTM C-595 satisfaciendo cualquier necesidad de la construcción. Sus adición de microfíler calizo, complementado con una molienda extrafina, mejoran las propiedades físicas del cemento, obteniendo una mezcla con menos porosidades, más compacta y una masa más adherible. Es un cemento que se acondiciona a todos los climas del Perú.

PROPIEDADES

ALTAS RESISTENCIAS EN EL TIEMPO

La molienda extrafina y una excelente distribución granulométrica de las partículas generan altas resistencias iniciales y a largo plazo.

MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN

Ideal para obras masivas de concreto, evitando fisuras de origen térmico, principalmente en estructuras de gran volumen.

MODERADA RESISTENCIA A LOS SULFATOS

Su bajo contenido de álcalis y de C3A lo hacen ideal para su uso en ambientes agresivos.

MAYOR TRABAJABILIDAD E IMPERMEABILIDAD

Su plasticidad y la molienda extrafina generan mejor acabado y disminuyen el ingreso de agentes externos al interior del concreto.

CONFORME A NORMAS TÉCNICAS: NTP 334.090 / ASTM C-595



**CEMENTO
ULTRA
RESISTENTE**
CON MICROFILLER CALIZO
TIPO IC_o



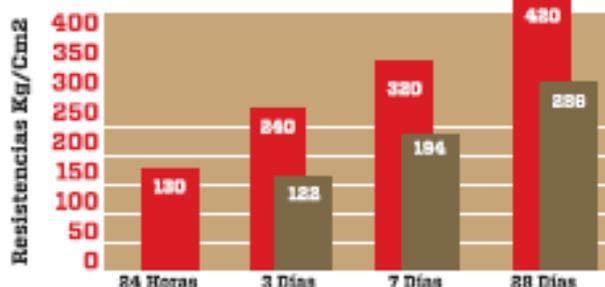
CUIDAMOS
NUESTRO
MEDIO
AMBIENTE

DESCRIPCIÓN	CEMENTO	Tipo I	Tipo IC _o
	INKA TIPO IC _o	NTP 334.099 ASTM C-150	NTP 334.090 ASTM C-595
Contenido de Aire, máx %	6	12 máx	12 máx
Superficie Específica (cm ² /g)	5800	2600 mín	
Expansión en Autoclave, máx %	0.10	0.80 máx	0.80 máx
Resistencia a la Compresión, Kg/cm ²			
1 día	130		
3 días	240	122 mín	133 mín
7 días	320	194 mín	204 mín
28 días	420	286 mín	255 mín
Tiempo de Fraguado Vicat, minutos			
Inicial	130	45 mín	45 mín
Final	380	375 máx	420 máx
Calor de Hidratación, Kcal/kg			
7 días	67		70 mín
28 días	77		80 máx
Resistencia a los Sulfatos, %			
14 días	0.01		0.02 máx
Alcalis Totales (Na ₂ O-0.658K ₂ O) %	0.40	0.60 máx	0.60 máx



RESISTENCIAS

**Cemento INKA Ultra Resistente^o
vs. Cemento Portland Tipo I^o**



* Resistencias mínimas garantizadas **NPT 334-099 y ASTM C-150

CEMENTO INKA ULTRA RESISTENTE **PORTLAND TIPO I**



www.cementosinka.com.pe

Síguenos en:

PÍDELO EN LA RED INKA

SOLICITA MAYOR INFORMACIÓN
CALIZA CEMENTO INKA S.A.
TEL. (01)5000800 ANEXO 125
ENTEL: 948528340
SUB LOTE 20 CAJAMARQUILLA
LURIGANCHO - CHOSICA, LIMA.

CONFORME A NORMAS TÉCNICAS: NTP 334.090 / ASTM C-595



Hoja Técnica
CHEMA 3
Aditivo acelerante de fragua para morteros y concretos.
VERSION: 01
FECHA: 29/08/2017

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

VENTAJAS

- Acelera las resistencias iniciales en el concreto, ahorrándose tiempo de espera para desencofrar estructuras o elementos prefabricados.
- Permite una rápida puesta en servicio en pisos o losas de concreto.
- 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 vaciados en cualquier clima, donde se requiere una rápida puesta en servicio.
- Para desencofrar en menor tiempo estructuras de concreto armado.
- En vaciados de concreto a baja temperatura o donde se espera una helada; fraguará el concreto en la mitad del tiempo.
- Para reparaciones económicas y con rápida puesta en servicio.
- Para vaciados en terrenos sulfurosos.
- Para elementos de concreto pre fabricados.
- Para morteros y concretos con altas resistencias iniciales.
- Para morteros de inyección.
- Para morteros de anclaje con altas resistencias mecánicas.
- Para vaciados en zonas con aguas subterráneas, superficiales.

DATOS TÉCNICOS

- Aspecto : Líquido.
- Color : Amarillo.
- Densidad : 1.15 – 1.18 kg/L.
- pH : 8.0 – 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 3 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



Hoja Técnica
CHEMA 3
Aditivo acelerante de fragua para morteros y concretos.
VERSION: 01
FECHA: 29/08/2017

nuestros productos.

Curar bien los elementos sobre todo desde el primer día hasta el 7^{mo} 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: 500 ml (1/2 Litro) x bolsa de cemento.
- NORMAL: 750 ml (3/4 Litro)x bolsa de cemento.
- SUPERIOR: 1,000 ml (1 litro) x bolsa de cemento.

Dosis de 1.20 % a 4% del peso del cemento.

PRESENTACIÓN

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

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

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

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.

ANEXO V: Panel fotográfico

Imagen 1. Los agregados fueron traídos de la cantera La Banda.



Imagen 2. Los agregados son colocados en el Laboratorio de Ensayos de Materiales “Carlos Esparza Díaz”.



Imagen 3. Selección de los agregados mediante el método de cuarteo.



Imagen 4. Ensayo para la determinación del peso específico del agregado grueso.



Imagen 5. Ensayo para determinación del peso específico del agregado fino.



Imagen 6. Análisis granulométrico de los agregados.



Imagen 7. La grava fue sumergido al agua para determinar el peso específico y la absorción.





Imagen 8. Máquina de los Ángeles para realizar el ensayo a la abrasión.

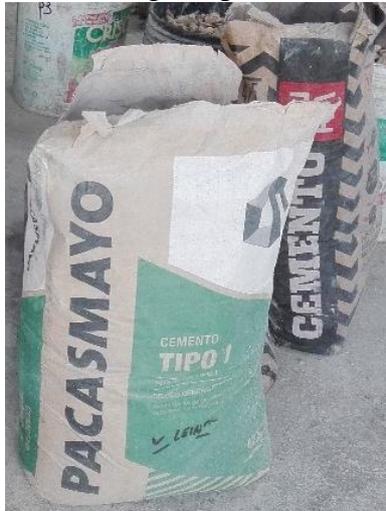


Imagen 9. Cemento Pacasmayo tipo I utilizado para las mezclas de concreto.



Imagen 10. Cemento Inka Ultrarresistente tipo ICo utilizado.



Imagen 11. Tipos de cementos utilizado en la presente investigacion.



Imagen 12. Peso de los agregados para la mezcla de concreto.



Imagen 13. Agregados para la mezcla de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



Imagen 14. Presencia del aditivo chema 3, utilizado para la mezcla de concreto.



Imagen 15. Preparación de probetas para el concreto.



Imagen 16. Peso del aditivo chema 3.



Imagen 17. Colocación de los agregados al trompo.



Imagen 18. Colocación del agua a la mezcla de concreto.



Imagen 19. Ensayo para la determinación del Slump.



Imagen 20. Medición del slump, obteniendo una consistencia plastica.



Imagen 21. Llenado de las probetas con concreto.



Imagen 22. El llenado de las probetas lo realice en tres capas, siendo compactadas cada una con 25 golpes.



Imagen 23. Después de llenado se golpea con un maso de goma para obtener una distribución uniforme.



Imagen 24. Encofrado de probetas.



Imagen 25. Encofrado de probetas.



Imagen 26. Probetas con cemento Inka Ultrarresistente ensayadas a los 7 días, con la ayuda del encargado de Laboratorio de Materiales.



Imagen 27. Después del curado correspondiente realicé el ensayo a la compresion a los 7 días.



Imagen 28. Probetas de con cemento pacasmayo tipo I ensayadas a los 7 días.



Imagen 29. Con el apoyo del encargado del laboratorio en el manejo correcto de la Maquina de ensayo a compresión.



Imagen 30. Codificación de las probetas de concreto.



Imagen 31. Ensayos a la compresion a los 14 dias.



Imagen 32. Ensayos de las probetas con cemento Inka tipo ICo.



Imagen 33. Toma de datos de los ensayo a compresión.



Imagen 34. Probetas patron ensayadas en la maquina a compresión.



Imagen 35. Realizando el ensayo a compresión de todos los especimenes, tanto concreto patrones y concretos con aditivos.



Imagen 36. Se muestran probetas realizadas el ensayo a la compresión a los 28 días.