

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO PARA UN $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Y $f'c=280\text{kg/cm}^2$, UTILIZANDO CEMENTO PACASMAYO EXTRAFORTE - ECOSACO EXTRAFORTE A DIFERENTES TIEMPOS DE MEZCLADO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach: CHÁVEZ LÓPEZ, CHRISTIAN ERNESTO

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA - PERÚ

2023

AGRADECIMIENTO

A mi familia por haberme sabido guiar y sobre todo contar con todo su apoyo a lo largo de toda mi vida universitaria y poder así de esta manera convertirme en un gran profesional.

A mi alma mater la Universidad Nacional de Cajamarca por haberme brindado una excelente formación tanto en lo académico como en lo personal y poder convertirme en profesional.

A mis compañeros de la Universidad que gracias a sus consejos y su apoyo he podido realizar esta investigación.

Al Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno por asesorarme en mi presente investigación.

A mi pareja y su familia por haberme brindado su apoyo en la etapa final de mi carrera y por sus grandes consejos para ser un profesional de bien.

DEDICATORIA

Primeramente, dedicado a Dios por dame buena salud y guiarme a lo largo de toda vida. Sabiendo que cada paso que doy es por voluntad y obra de su gracia.

A mis tías, Esther, María, Felicitas y Bertha por sus consejos, y por estar presente en cada una de las etapas de mi vida profesional y como persona.

A mi abuela María Idrugo Chugnas que me educo y guio desde muy pequeño para lograr ser una gran persona ante la sociedad; y mi querida madre María Cruz López Cahuana que fue mi ángel de la guarda en todos los momentos de mi vida.

A mi padre Ernesto Chávez Idrugo por inculcarme valores y brindarme su apoyo para cumplir mi meta de terminar mi carrera profesional.

INDICE

	Pag
AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. HIPÓTESIS.....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.5. ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.7. OBJETIVOS.....	4
1.7.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	5
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	5
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	5
2.2. BASES TEORICAS.....	6
2.2.1. CONCRETO.....	6
2.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO.....	6
2.2.3. ECOSACO EXTRAFORTE.....	8
2.2.4. AGREGADOS.....	9
2.2.5. CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	11
2.2.6. CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.....	12
2.2.7. TIEMPO DE MEZCLADO DEL CONCRETO.....	15
2.2.8. DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO.....	16
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	23
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	24

3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA INVESTIGACION	24
3.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DE EXTRACCION DE LOS AGREGADOS.....	24
3.2. METODOLOGÍA	25
3.2.1. TIPO, NIVEL, DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ..	25
3.2.2. VARIABLES	25
3.2.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO	26
3.2.4. MUESTRA	26
3.2.5. UNIDAD DE ANÁLISIS	28
3.3. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION.....	28
3.4. TRATAMIENTO, ANALISIS DE DATOS	28
3.5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	29
CAPÍTULO IV. ANALISIS DE RESULTADOS.....	44
4.1. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.	44
4.5. DISCUSION DE RESULTADOS CONTRASTADOS CON LA HIPOTESIS	45
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1. CONCLUSIONES	46
5.2. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS.....	50
ANEXO N° 01: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.....	50
ANEXO N° 02: DISEÑO DE MEZCLA.	63
ANEXO N° 03: RESULTADOS DE ENSAYO DE PESO UNITARIO	67
ANEXO N° 04: RESULTADO DE ENSAYOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	75
ANEXO N° 05: DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	81
ANEXO N° 06: HOJA TECNICA DEL CEMENTO EXTRAFORTE	85
ANEXO N° 07: HOJA TECNICA DEL CEMENTO EXTRAFORTE - ECOSACO	86
ANEXO N° 08: PANEL FOTOGRÁFICO.....	88

INDICE DE FIGURAS

	Pag
Figura N° 1: Composición del concreto	6
Figura N° 2: Dimensiones del cono a utilizar en ensayo	12
Figura N° 3: La resistencia del concreto aumenta con la edad.	14
Figura N° 4: Fracturas típicas de los especímenes de concreto	15
Figura N° 5: Ubicación geográfica de la investigación	24
Figura N° 6: Ubicación de la cantera “Aguilar”	25
Figura N° 7: Comparación de la resistencia para diferentes tiempos de mezclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando cemento Pacasmayo Extraforte..	39
Figura N° 8: Comparación de la resistencia para diferentes tiempos de mezclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$,utilizando cemento Ecosaco Extraforte.....	40
Figura N° 9: Variacion de la resistencia para diferentes tiempos de mezclado para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, utilizando cemento Pacasmayo Extraforte.....	40
Figura N° 10: Variacion de la resistencia para diferentes tiempos de mezclado para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$,utilizando cemento Ecosaco Extraforte.....	41
Figura N° 11: Resistencia a la compresión promedio de cada tipo de cemento para un $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ considerando diferentes tiempos de mezclado de la mezcla de concreto.	42
Figura N° 12: Resistencia a la compresión promedio de cada tipo de cemento para un $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ considerando diferentes tiempos de mezclado de la mezcla de concreto.	43
Figura N° 13: Ensayo M-01: Curva De Distribución Granulométrica del Agregado Fino.	50
Figura N° 14: Ensayo M-02: Curva De Distribución Granulométrica del Agregado Fino.	51
Figura N° 15: Ensayo M-03: Curva De Distribución Granulométrica del Agregado Fino.	52
Figura N° 16: Ensayo M-01: Curva De Distribución Granulométrica del Agregado Grueso.	57

Figura N° 17: Ensayo M-02: Curva De Distribución Granulométrica del Agregado Grueso.	58
Figura N° 18: Ensayo M- 03: Curva De Distribución Granulométrica del Agregado Grueso.	59
Figura N° 19: Extracción de muestras del agregado fino y grueso de la cantera “Aguilar”.....	88
Figura N° 20: Ensayo de granulometria del agregado fino y agregado grueso.	89
Figura N° 21: Ensayo de peso especifico y absorcion del agregado fino.....	89
Figura N° 22: Ensayo de peso específico del agregado grueso.....	90
Figura N° 23: Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado fino.	90
Figura N° 24: Ensayo del peso unitario seco suelto del agregado grueso.	91
Figura N° 25: Medición de las cantidades de los 2 tipos de cemento a usar en los diferentes diseños de mezcla.....	91
Figura N° 26: Elaboración de probetas de concreto en el laboratorio.	92
Figura N° 27: Ensayo de asentamiento de la mezcla de concreto.	92
Figura N° 28: Desencofrado de probetas.	93
Figura N° 29: Identificación y rotulado de las probetas.	93
Figura N° 30: Probetas colocadas al proceso de curado normal.....	94
Figura N° 31: Modo de falla de las probetas de concreto.....	94
Figura N° 32: Algunos detalles en el proceso de desencofrado de las probetas de concreto	95
Figura N° 33: Tesista en los ensayos a compresión del concreto.....	95

INDICE DE TABLAS

	Pag
Tabla N° 1: Principales componentes del cemento Portland.....	7
Tabla N° 2: Requisitos granulométricos para el agregado fino.	10
Tabla N° 3: Mallas para el análisis granulométrico del agregado grueso.....	10
Tabla N° 4: Resistencia a compresión del concreto normal.	14
Tabla N° 5: Tiempo mínimo de Mezclado	16
Tabla N° 6: Resistencia promedio requerida.....	17
Tabla N° 7: Revenimiento para diferentes tipos de construcción.....	18
Tabla N° 8: Requisitos de agua de mezclado y contenido de aire.	19
Tabla N° 9: Contenido de aire para concreto sin aire incorporado.....	19
Tabla N° 10: Relación agua-cemento y resistencia a la compresión del concreto.	20
Tabla N° 11: Volumen que ocupa el agregado grueso en la mezcla de concreto.	21
Tabla N° 12: Tipos de muestras de las probetas de concreto utilizadas en la presente investigación.....	26
Tabla N° 13: Total de muestras utilizadas para cada tiempo de mezclado utilizando cemento Pacasmayo Extraforte.	27
Tabla N° 14: Total de muestras utilizadas para cada tiempo de mezclado utilizando cemento Ecosaco Extraforte.	27
Tabla N° 15: Propiedades de los agregados de la Cantera “Aguilar”.....	29
Tabla N° 16: Dosificación de materiales para un tipo de diseño $f'c=210$ Kg/cm ² . .	30
Tabla N° 17: Dosificación de materiales para un tipo de diseño $f'c=280$ Kg/cm ² . .	30
Tabla N° 18: Peso unitario promedio del concreto fresco usando Pacasmayo Extraforte.....	31
Tabla N° 19: Peso unitario promedio del concreto fresco usando Ecosaco Extraforte.....	32
Tabla N° 20: Peso unitario promedio del concreto endurecido usando Pacasmayo Extraforte.....	33
Tabla N° 21: Peso unitario promedio del concreto endurecido usando Ecosaco Extraforte.....	34

Tabla N° 22: Resistencias obtenidas para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Pacasmayo Extraforte	35
Tabla N° 23: Promedio de las resistencias obtenidas para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Pacasmayo Extraforte descartando los valores atípicos.....	35
Tabla N° 24: Resistencias obtenidas para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Ecosaco Extraforte	36
Tabla N° 25: Promedio de las resistencias obtenidas para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Ecosaco Extraforte descartando los valores atípicos.....	36
Tabla N° 26: Resistencias obtenidas para un $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Pacasmayo Extraforte	37
Tabla N° 27: Promedio de las resistencias obtenidas para un $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Pacasmayo Extraforte descartando los valores atípicos.....	37
Tabla N° 28: Resistencias obtenidas para un $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Ecosaco Extraforte	38
Tabla N° 29: Promedio de las resistencias obtenidas para un $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Ecosaco Extraforte descartando los valores atípicos.....	38
Tabla N° 30: Ensayo M-01 - Análisis Granulométrico del Agregado Fino	50
Tabla N° 31: Ensayo M-02 - Análisis Granulométrico del Agregado Fino	51
Tabla N° 32: Ensayo M-03 - Análisis Granulométrico del Agregado Fino	52
Tabla N° 33: Peso específico y absorción del agregado fino.	53
Tabla N° 34: Peso Específico del agua – Agregado Fino.....	53
Tabla N° 35: Factor “f” del recipiente del Agregado Fino	54
Tabla N° 36: Peso unitario suelto seco del Agregado Fino	54
Tabla N° 37: Peso unitario seco compactado del Agregado Fino	55
Tabla N° 38: Peso unitario seco compactado del Agregado Fino	55
Tabla N° 39: Material más fino que pasa el tamiz N° 200 para el Agregado Fino.	56
Tabla N° 40: Ensayo M-01 - Análisis Granulométrico del Agregado Grueso	56

Tabla N° 41: Ensayo M-02 - Análisis Granulométrico del Agregado Grueso	57
Tabla N° 42: Ensayo M-03 - Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.	58
Tabla N° 43: Peso específico y absorción del agregado grueso.	59
Tabla N° 44: Factor “f” del recipiente del Agregado Grueso.....	60
Tabla N° 45: Peso unitario suelto seco del Agregado Grueso.	60
Tabla N° 46: Peso unitario seco compactado Agregado Grueso	61
Tabla N° 47: Contenido de humedad del Agregado Grueso.	61
Tabla N° 48: Material más fino que pasa el tamiz N° 200 para el Agregado Grueso.	62
Tabla N° 49: Abrasión del agregado grueso.	62
Tabla N° 50: Calculo del peso unitario del concreto fresco utilizando el tipo de cemento Pacasmayo Extra Forte - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	67
Tabla N° 51: Calculo del peso unitario del concreto fresco utilizando el tipo de cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	68
Tabla N° 52: Calculo del peso unitario del concreto fresco utilizando el tipo de cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	69
Tabla N° 53: Calculo del peso unitario del concreto fresco utilizando el tipo de cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	70
Tabla N° 54: Calculo del peso unitario del concreto endurecido utilizando el tipo de cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	71
Tabla N° 55: Calculo del peso unitario del concreto endurecido utilizando el tipo de cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	72
Tabla N° 56: Calculo del peso unitario del concreto endurecido utilizando el tipo de cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	73
Tabla N° 57: Calculo del peso unitario del concreto endurecido utilizando el tipo de cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	74
Tabla N° 58: Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 2 min y cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	75
Tabla N° 59: Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 4 min y cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	75

Tabla N° 60: Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 6 min y cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=210\text{kg/cm}^2$	76
Tabla N° 61: Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 2 min y cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=280\text{ kg/cm}^2$	76
Tabla N° 62: Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 4 min y cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=280\text{ kg/cm}^2$	77
Tabla N° 63: Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 6 min y cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=280\text{ kg/cm}^2$	77
Tabla N° 64: Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 2 min – Ecosaco Extraforte para un $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	78
Tabla N° 65: Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 4 min y cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	78
Tabla N° 66: Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 6 min y cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	79
Tabla N° 67: Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 2 min y cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=280\text{ kg/cm}^2$	79
Tabla N° 68: Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 4 min – Ecosaco Extraforte - $f'c=280\text{ kg/cm}^2$	80
Tabla N° 69: Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 6 min y cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=280\text{ kg/cm}^2$	80
Tabla N° 70: Desviación Estándar y datos atípicos de la resistencia a la compresión de concreto con $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ utilizando un tiempo de mezclado de 2 min, 4 min y 6 min – Pacasmayo Extraforte.	81
Tabla N° 71: Desviación Estándar y datos atípicos de la resistencia a la compresión de concreto con $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ utilizando un tiempo de mezclado de 2 min, 4 min y 6 min – Ecosaco Extraforte.	82
Tabla N° 72: Desviación Estándar y datos atípicos de la resistencia a la compresión de concreto con $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ utilizando un tiempo de mezclado de 2 min, 4 min y 6 min – Pacasmayo Extraforte.	83

Tabla N° 73: Desviación Estándar y datos atípicos de la resistencia a la
compresión de concreto con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ utilizando un tiempo de
mezclado de 2 min, 4 min y 6 min – Ecosaco Extraforte..... 84

RESUMEN

En la construcción el cemento es uno de los materiales más utilizados en el mundo. La empresa Cementos Pacasmayo lanzo al mercado el cemento Ecosaco Extraforte con su empaque disgregable en la mezcla del concreto. Por tal razón esta investigación tiene como finalidad determinar la variación de la resistencia a la compresión que tiene al usar el Ecosaco Extraforte con su empaque disgregable y compararlo con el mismo tipo de cemento, pero sin usar el empaque disgregable, para dos resistencias a compresión: $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{Kg/cm}^2$. Para lo cual se ensayó 60 probetas de concreto, 30 con $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ y 30 con $f'c=280\text{kg/cm}^2$ de cada grupo de 30 probetas se dividió en grupos de 15 fueron elaboradas con dos presentaciones de cementos: el Pacasmayo Extraforte y el Ecosaco Extraforte; cada grupo fueron elaboradas a 3 tiempos de mezclado que son de 2 min, 4 min y 6 min. Obteniéndose como resultados que al comparar el uso de ambos cementos para tiempos de mezclado de 6 min la resistencia a la compresión aumenta en un 1.53% cuando se usa el Ecosaco Extraforte a comparación de usar el cemento Pacasmayo Extraforte, para concreto con $f'c=210\text{ kg/cm}^2$,y para el concreto con $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ la resistencia a la compresión aumenta en un 1.14% cuando se usa el Ecosaco Extraforte en comparación con el cemento Pacasmayo Extraforte; pero al usar tiempos de mezclado de 2 min la resistencia a la compresión disminuye en un 4.13% cuando se usa el Ecosaco Extraforte comparándolo con el cemento Pacasmayo Extraforte para un concreto con $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ y para un $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ la resistencia a la compresión disminuye en un 4.33% cuando se usa el Ecosaco Extraforte en comparación con el cemento Pacasmayo Extraforte. Finalmente podemos concluir que el nuevo empaque disgregable del Ecosaco Extraforte genera una disminución en menos del 5% de la resistencia de diseño con respecto Cemento Pacasmayo Extraforte al utilizar un tiempo de mezclado de 2 min; pero aumenta la resistencia en menos del 5% de la resistencia de diseño con respecto al Cemento Pacasmayo Extraforte al utilizar un tiempo de 6 min.

Palabras clave: tiempo de mezclado, disgregable, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

Cement is one of the most widely used materials in the world in construction. The company Cementos Pacasmayo launched Ecosaco Extraforte cement on the market with its disintegrable packaging in the concrete mix. For this reason, the purpose of this research is to determine the variation of the compressive strength when using Ecosaco Extraforte with its disintegrable packaging and compare it with the same type of cement, but without using the disintegrable packaging, for two compressive strengths: $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ and $f'c=280\text{Kg/cm}^2$. For which 60 concrete specimens were tested, 30 with $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ and 30 with $f'c=280\text{kg/cm}^2$ of each group of 30 specimens were divided into groups of 15 were elaborated with two presentations of cements: Pacasmayo Extraforte and Ecosaco Extraforte; each group was elaborated at 3 mixing times of 2 min, 4 min and 6 min. The results obtained show that when comparing the use of both cements for mixing times of 6 min, the compressive strength increases by 1.53% when using Ecosaco Extraforte compared to Pacasmayo Extraforte cement, for concrete with $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, and for concrete with $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ the compressive strength increases by 1.14% when using Ecosaco Extraforte compared to Pacasmayo Extraforte cement; but when using mixing times of 2 min the compressive strength decreases by 4.13% when using Ecosaco Extraforte compared to Pacasmayo Extraforte cement for a concrete with $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ and for a $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ the compressive strength decreases by 4.33% when using Ecosaco Extraforte compared to Pacasmayo Extraforte cement. Finally, we can conclude that the new disintegrable packaging of Ecosaco Extraforte generates a decrease of less than 5% of the design strength with respect to Pacasmayo Extraforte cement when using a mixing time of 2 min; but increases the strength by less than 5% of the design strength with respect to Pacasmayo Extraforte cement when using a mixing time of 6 min.

Key words: mixing time, disintegrability, compressive strength.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En los últimos años en el Perú, en el ambiente de construcción ha mostrado una evolución positiva por tal es pertinente conocer los materiales que se emplean en cada proyecto, estando el cemento como el material más empleado en la construcción.

Siendo el Cemento Tipo I lco (Cemento Extraforte) el más utilizado para uso general que se recomienda en losas, vigas, columnas, cimientos y otros que no estén expuestos al salitre. Este cemento está adicionado para brindar buena resistencia a la compresión, calor de hidratación moderado y mejor manejabilidad. (Tapia. 2020).

En mayo del 2022 la compañía Cemento Pacasmayo presentó el Cemento Extraforte con su nuevo empaque disgregable en la mezcla de concreto llamado Ecosaco Extraforte, en la búsqueda de generar la menor cantidad de desechos en la construcción. Pero al tener poca información de los componentes con las cuales fue fabricada este empaque, nace muchas incógnitas si afecta a la resistencia a compresión del concreto el adicionar el empaque a la mezcla del concreto.

Además de ello según el Ecosaco Extraforte se debe considerar un tiempo de mezclado mínimo de 7 min para poder de esta manera disgregar el empaque en su totalidad; sin embargo, esto podría generar modificaciones en la mezcla. (Cementos Pacasmayo, 2022).

El tiempo requerido para producir de manera continua una mezcla homogénea, puede sufrir variaciones según la trabajabilidad de la mezcla, ya que duración del mezclado se establece a partir del instante en que los componentes del concreto, se introducen en la cuba, hasta la descarga de la misma. (ASTM C 94, 2003).

En este sentido, se pretende analizar los efectos que puede ocasionar este nuevo empaque disgregable en la mezcla del concreto ya que cualquier agente extraño a la mezcla de concreto puede ser perjudicial para las propiedades del concreto;

además de ello analizar un tiempo de mezclado óptimo para generar un concreto de buena calidad y lograr además disgregar en su totalidad el nuevo empaque del Ecosaco Extraforte.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el porcentaje de variación de la resistencia a la compresión del concreto para $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$ al utilizar Cemento Pacasmayo Extraforte en comparación con el Ecosaco Extraforte al utilizar diferentes tiempos de mezclado del concreto?

1.3. HIPÓTESIS

El porcentaje de variación de la resistencia a la compresión del concreto para $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$ al utilizar Cemento Pacasmayo Extraforte es de más del 5% en comparación con el Ecosaco Extraforte al utilizar diferentes tiempos de mezclado del concreto.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Es importante conocer la variación que genera en la resistencia a la compresión del concreto al utilizar Ecosaco Extraforte en comparación con el Cemento Pacasmayo Extraforte; ya que se desconoce los componentes del nuevo empaque disgregable del Ecosaco Extraforte y es de vital importancia conocer en cuanto afecta a la mezcla del concreto; ya que como bien sabemos cualquier agente extraño a la mezcla de concreto puede ser perjudicial al concreto, y por tal la resistencia del concreto.

Además de ello, determinar un tiempo de mezclado óptimo para poder disgregar en su totalidad el nuevo empaque del Ecosaco Extraforte, ya que según la norma ASTM se debe considerar un tiempo de mezclado de un minuto y medio a 2 minutos como mínimo; pero según el nuevo empaque disgregable debe considerarse un tiempo mínimo de 7 minutos; lo cual puede ser perjudicial a la mezcla de concreto. Así mismo poder incorporar como conocimiento a la Ingeniería Civil ya que se está demostrando la influencia del tiempo de mezclado en la resistencia final del concreto.

1.5. ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se orienta hacia la comunidad científica por existir información insuficiente sobre la influencia del nuevo empaque del Ecosaco Extraforte en la resistencia del concreto, y también a los actores de la construcción civil como empresas de construcción, albañiles, maestros de obra, etc. de la ciudad de Cajamarca porque se orienta a determinar la variación que genera este nuevo empaque disgregable en la resistencia del concreto. Así mismo será tomado como fuente bibliográfica para estudiantes de Ingeniería Civil y como base para la ejecución de trabajos similares.

La presente investigación estuvo delimitada por la utilización solo de 2 presentaciones de cemento: Ecosaco Extraforte - Cemento Pacasmayo Extraforte, ambos cementos tipo I. Además de ello debemos agregar que solo se controló para tiempo de mezclado de 2 min, 4 min y 6 min y fueron controlados a partir de haber agregado los materiales a la cuba de la mezcladora y fueron evaluadas a una edad de 28 días.

También estuvo delimitada por la utilización solo de agregado de origen fluvial; mas no de agregado de cerro.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación no se consideró las condiciones de durabilidad que debería tener el concreto en cuanto a su exposición, su severidad y los requisitos y medidas de prevención y/o protección para la durabilidad de las estructuras de concreto.

Además, no se consideró los componentes exactos con la cual fue fabricada el empaque del Ecosaco Extraforte ya que la información de este empaque es muy limitada.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. OBJETIVO GENERAL

- Comparar la resistencia a compresión del concreto para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$, utilizando cemento Pacasmayo Extraforte - Ecosaco Extraforte a diferentes tiempos de mezclado.

1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la resistencia a compresión a los 28 días del concreto para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$ utilizando Cemento Pacasmayo Extraforte para tiempos de mezclado de 2,4 y 6 minutos.
- Determinar la resistencia a compresión a los 28 días del concreto para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$ utilizando Ecosaco Extraforte para tiempos de mezclado de 2,4 y 6 minutos.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- Grupo Argos, (2020) empresa colombiana en su artículo *“Programa Sacos Verdes de Cementos Argos”* referente al cuidado del medio ambiente mediante la reutilización del papel Kraft que sirve como empaque del cemento producido por la compañía para contribuir al desarrollo de la construcción sostenible y la economía circular. Propusieron una solución para aprovechar el empaque de cemento en las obras de construcción incorporándolo en otros procesos e industrias afines como materias primas. Después de analizar el alcance de esta propuesta, la compañía implementó un mecanismo de recolección de sacos mediante logística inversa en el Valle de Aburrá y un proceso para limpiar, picar y compactar el papel recogido en el Centro de Distribución Medellín para poder emplear el papel en la producción de fibrocemento y pulpa de papel en el país.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

- Colquehuanca, (2017) en su investigación realizada en la ciudad de Puno, *“Influencia Del Tiempo De Mezclado En La Resistencia Del Concreto Y Velocidad De Fraguado En Concreto Normal $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”* investigó que la influencia del tiempo de mezclado en la resistencia a la compresión del concreto según sus diseños que realizo: el diseño I es Perfecta de acuerdo a la escala de interpretación de Pearson ya que $r=0.9983$, para el diseño II $r=0.954$ es Fuerte, para el diseño III $r=-0.5193$ es Moderada. Concluyo, debido a que existe relación perfecta, fuerte y moderada, un tiempo de mezclado mayor a una hora influye positivamente en la resistencia del concreto ya que varían las características físicas del concreto.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. CONCRETO

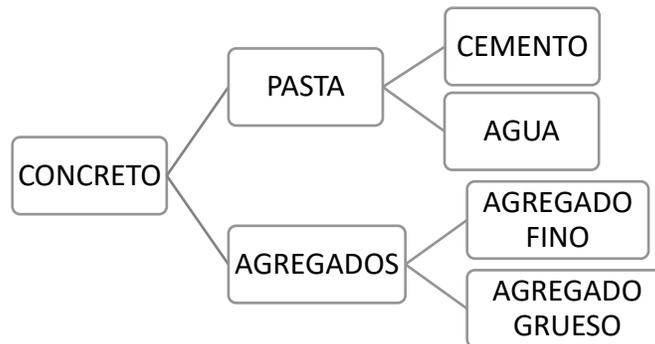
El concreto es un material de construcción que está hecho básicamente de agua, agregados (grava y arena), cemento y aire, gana resistencia después de un cierto tiempo de reacción con el agua. Aunque actualmente se les puede agregar otro ingrediente dependiendo su disposición final y el factor de tiempo. (Meléndez, 2016)

2.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO

La composición básica del concreto es cemento agua y agregados. El cemento y los agregados representan un 25% y 65% del concreto formado respectivamente, aunque esto puede variar según el uso y destino del concreto. De esta manera, las propiedades químicas y físicas del concreto dependerán en gran medida de las propiedades químicas y físicas del concreto dependerán en gran medida de las propiedades que presenten estos materiales y del grado en que el cemento se hidrate. (Uribe R., 2004).

Figura N° 1

Composición del concreto



FUENTE: Elaboración propia.

2.2.2.1. CEMENTO.

Es un material aglomerante producto de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que si la colocamos en contacto con el agua tiene la propiedad de endurecerse.

2.2.2.1.1. Cemento Portland.

Es un conglomerante que cuando se mezcla con áridos, se obtiene una masa plástica, uniforme, resistente y duradera denominada concreto. Es el material más frecuente en la construcción y es utilizado como aglomerante para la preparación del hormigón. Como cemento hidráulico tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua. (Cruzado & Li, 2015).

2.2.2.1.2. Composición del cemento Portland.

Las materias primas que se utiliza en la fabricación del cemento Portland son: el dióxido de silicio (SiO_2), el óxido de aluminio (Al_2O_3) y el óxido de hierro (Fe_2O_3) se encuentra en la arcilla, la cal que contiene oxido de calcio (CaO), y el trióxido de azufre (SO_3) aportado por el yeso; todos estos óxidos son sometidos al proceso de fabricación del Clinker obteniendo compuestos químicos complejos que se forman gracias a las reacciones químicas de dichos óxidos sometidos bajo altas temperaturas).(ASOCEM, 2016).

Tabla N° 1

Principales componentes del cemento Portland

Nombre del componente	Composición oxida	Abreviatura	Porcentaje
Silicato de tricalcio	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S	48% - 52 %
Silicato de bicalcio	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S	17% - 27%
Aluminio de tricalcio	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A	6% - 10%
Aluminoferrato	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF	9% - 11%

FUENTE: ASOCEM, 2016

Actualmente en el mercado de la ciudad de Cajamarca se comercializan cementos de diferentes características, los cuales son utilizados en la construcción civil, por lo cual es importante describir sus propiedades y entender sus beneficios, entre ellos tenemos:

➤ **Cemento Portland Tipo ICo**

La compañía Cementos Pacasmayo S.A.A. es una productora de este tipo de cemento, que lo denominan Extraforte (ICo), cuyo producto se obtiene mediante la pulverización conjunta de clinker, yeso, filler calizo, puzolana y/o escoria. Siendo el clinker un mineral artificial y está compuesto esencialmente de silicatos de calcio producidos a partir de materiales calcáreos y correctores de sílice, alúmina y hierro en un proceso efectuado a temperaturas cercanas a los 1450°C. Este tipo de cemento sigue los requisitos de la norma técnica peruana 334.090 y de la ASTM C 595. Es un cemento de uso general, para estructuras que no requieran propiedades especiales. (Villanueva, H. et al 2018).

2.2.3. ECOSACO EXTRAFORTE

2.2.3.1. ECOSACO

El Ecosaco es un empaque disgregable que el maestro de obra o auto constructor puede introducir directamente a la mezcladora de concreto estilo trompo sin necesidad de abrirlo. (David Rodríguez, 2022).

Este empaque disgregable este compuesto de celulosa y ningún compuesto químico; además podemos agregar que la celulosa es una adición que brinda muchas ventajas al concreto, además de ser un material respetuoso con el medio ambiente ya que contribuye con el reciclaje del papel al momento de utilizarlo en la fabricación del concreto.

2.2.3.2. RECOMENDACIONES PARA UN USO ADECUADO

Para su uso correcto tan solo se necesita agregar la mitad de la proporción de agua y luego, introducir el Ecosaco de cemento (sin abrir) directo a una mezcladora de concreto estilo trompo de al menos 340 litros. Luego, se añade el total de los áridos (piedra y arena) en el trompo según el diseño de concreto.

Como paso siguiente, se ajusta la mezcla incorporando el resto de la proporción de agua. Se debe asegurar que todo el saco esté dentro de la mezcla para su correcta integración. Finalmente, se mezcla hasta tener un resultado homogéneo y con la

fluidez buscada. Todo este proceso dura, como máximo, 7 minutos. (David Rodríguez, 2022).

2.2.3.3. CARACTERISTICAS Y VENTAJAS

Las características más sobresalientes al ser un disgregable el empaque, es que permite que el maestro de obra introduzca la bolsa completa en el trompo sin necesidad de abrirla. Es así como, la bolsa se convierte en parte de la mezcla sin generar residuos y sin afectar la calidad o resistencia de la obra.

Entre las principales ventajas del Ecosaco se destaca la reducción de desperdicios, haciendo que el 70% del casco de una obra sea construida de manera más sostenible. En el primer año del Ecosaco vamos a dejar de desechar casi 16 millones de bolsas en el mercado que se traducen en 3,500 toneladas menos de residuos en nuestros rellenos sanitarios, reduciendo así 14 mil toneladas de CO₂ en el ambiente. (David Rodríguez, 2022).

2.2.4. AGREGADOS

Los agregados son el producto natural o artificial de la piedra, los cuales deberán cumplir ciertas medidas en tamaño generalmente determinado en milímetros, además cumplirán otras propiedades que serán condicionantes para la calidad del concreto, dichas características serán establecidas por la norma NTP 400.037 o de la norma ASTM C33, estos materiales al ser mezclados con el cemento y agua deben formar una pasta de concreto que endurecido y curado deberán cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto. (Rivva, E. 2013).

➤ AGREGADO FINO

Teniendo en cuenta las diferentes normas vigentes de diferentes países se puede definir que el agregado fino es el material que pasa la malla de 9.5 mm (3/8") y en nuestro país cumple lo establecido en la norma técnica peruana. (NTP 400. 037).

Tabla N° 2

Requisitos granulométricos para el agregado fino.

Tamiz Estándar	Limites Totales % que pasa
N° 100	2-10
N° 50	10-30
N° 30	25-60
N°16	50-85
N° 8	80-100
N° 4	95-100

FUENTE: NTP.400.011

➤ **AGREGADO GRUESO**

La norma NTP 400.011 define al agregado grueso como agregado retenido en la malla N°4 y que cumple con la norma NTP 400.037.

Tabla N° 3

Mallas para el análisis granulométrico del agregado grueso.

Agregado	Mallas normalizadas
GRUESO	9,50 mm (3/8)
	12,5 mm (1/2)
	19,0 mm (3/4)
	25,0 mm (1)
	37,5 mm (1 ½)
	50,0 mm (2)
	63,0 mm (2 ½)
	75,0 mm (3)
	90,0 mm (3 ½)
	100,0 mm (4)

FUENTE: NTP.400.011

2.2.2.3 AGUA PARA MEZCLADO

El agua debe tener una apariencia limpia, libre de cualquier tipo de contaminantes como aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser perjudiciales para el concreto o el refuerzo. Si se encuentra alguna sustancia u objeto en el agua que dé lugar a duda de la calidad

del líquido, esta no se debe usar a menos que existan registros de concretos elaborados con ésta, o información que indique que no perjudica la calidad del concreto. (Cruzado & Li, 2015).

Además de ello se debe indicar que el agua a utilizar en el mezclado debe ser considerada potable, o cuyo caso sea un agua tratada con mezclas funcionales. Sino fuera el caso se tendría que elaborar unos ensayos a la compresión con el agua de mezclado a utilizar y están pruebas no deben diferir menos del 90 % de la resistencia a la compresión del ensayo de control.

2.2.5. CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Las propiedades del concreto en estado fresco deben permitir que se llenen adecuadamente las formaletas y los espacios alrededor del acero de refuerzo, así como también obtener una masa homogénea sin grandes burbujas de aire y agua atrapada. (Cruzado & Li, 2015).

2.2.3.1. TRABAJABILIDAD

Es la capacidad que tiene el concreto de ser colocado y compactado apropiadamente sin que se produzca segregación. La trabajabilidad está representada por el grado de compacidad, cohesividad, plasticidad y la consistencia. La manejabilidad se puede ver afectada por el contenido de agua de mezclado, contenido de aire, las propiedades de los agregados, relación pasta/agregados y las condiciones climáticas. (Cruzado & Li, 2015).

2.2.3.2. CONSISTENCIA

Es la propiedad del concreto fresco que está relacionada directamente con el contenido de agua en la mezcla. El método de ensayo está dado por el Slump o asentamiento para realizarlo se emplea el cono de Abrams, que consiste en un ensayo sencillo que se puede aplicar en obra o laboratorio. Según la consistencia del concreto se clasifica en tres tipos. (Abanto, 2009).

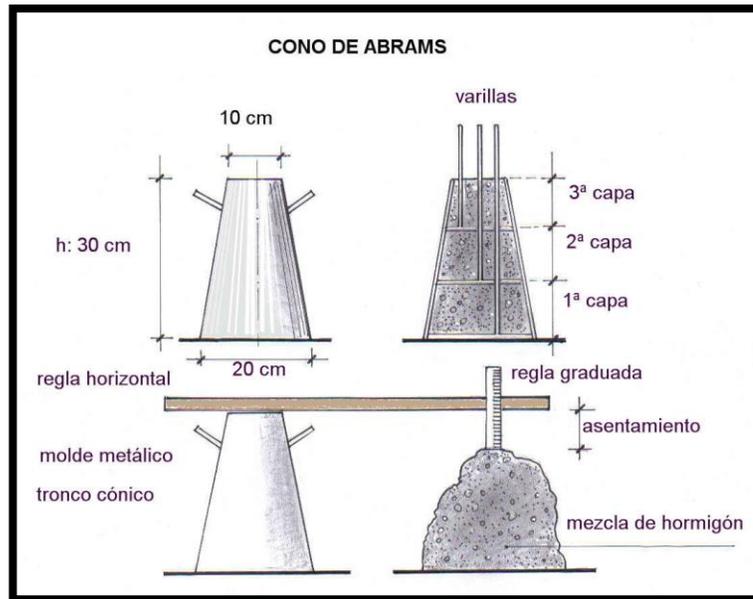
Tipos de consistencia según su asentamiento:

- Consistencia seca de 1" a 2" (25mm a 50mm).

- Consistencia plástica de 3" a 4" (75mm a 100mm).
- Consistencia fluida de 6" a 7" (150mm a 175mm).

Figura N° 2

Dimensiones del cono a utilizar en ensayo



FUENTE: NTP 339.035

Así mismo Abanto menciona el procedimiento de ensayo que consiste en colocar el molde sobre una superficie plana y humedecida, pisando las aletas, de tal forma que se mantenga inmóvil. Seguidamente se vierte concreto hasta 1/3 del volumen y se apisona con la varilla, dando veinticinco golpes, uniformemente distribuidos. Seguidamente se colocan dos capas más, con el mismo procedimiento a 1/3 del volumen consolidando de tal manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior. La última capa es sobrellenada, para generar un enrasado del molde. Una vez lleno y enrasado el molde, se levanta el molde. La mezcla se asentará, la diferencia de altura entre el molde y mezcla fresca se denomina slump.

2.2.6. CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Para el caso del concreto endurecido se consideraron varios aspectos o propiedades importantes tales como el proceso de curado de la mezcla, las que

tienen que ver con la resistencia obtenida después de fraguado; además de ello la permeabilidad del concreto que es no permitir el paso del agua a través de él y demás propiedades. (Cruzado & Li, 2015).

2.2.4.1. IMPERMEABILIDAD

Esta propiedad del concreto tiene la capacidad de impedir el paso del agua a través de él y es muy importante sobre todo en aquellos casos donde hay presencia de agentes agresivos nocivos que puedan afectar al acero de refuerzo y del concreto mismo. (Apaza Hito, 2018).

2.2.4.2. DURABILIDAD

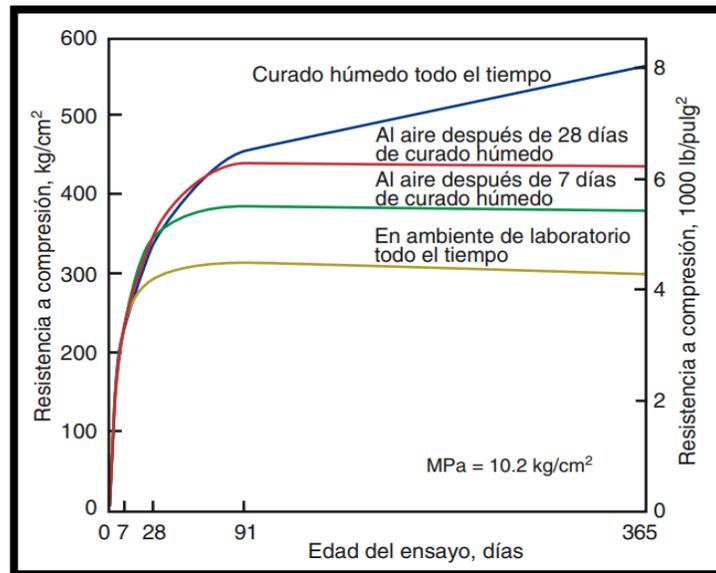
Se define como durabilidad a la habilidad del concreto para resistir la acción de la intemperie, los ataques químicos, abrasivos y cualquier otro proceso de deterioro. Es indispensable que el concreto mantenga su forma original, su calidad y serviciabilidad cuando está expuesto al medio ambiente, tal cual ha sido proyectado. Cuando esto ocurre se afirma que el concreto es durable. (Loya Olivera, 2018).

2.2.4.3. CURADO

El curado, según el ACI 308 R, es el proceso por el cual el concreto elaborado con cemento hidráulico madura y desarrolla sus propiedades mecánicas típicas del material en estado endurecido. El curado puede definirse también como el conjunto de acciones cuyo objetivo es proveer las condiciones adecuadas para la hidratación del cemento en concretos y morteros.

Figura N° 3

La resistencia del concreto aumenta con la edad.



FUENTE: Kosmatka et al. 2004.

2.2.4.4. RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi). (Osorio, J. 2013).

Según el autor Sánchez, M. & Tapia, M La resistencia a la compresión del concreto con endurecimiento normal a diferentes edades de curado, como un porcentaje de la resistencia a los 28 días de edad es la siguiente:

Tabla N° 4

Resistencia a compresión del concreto normal.

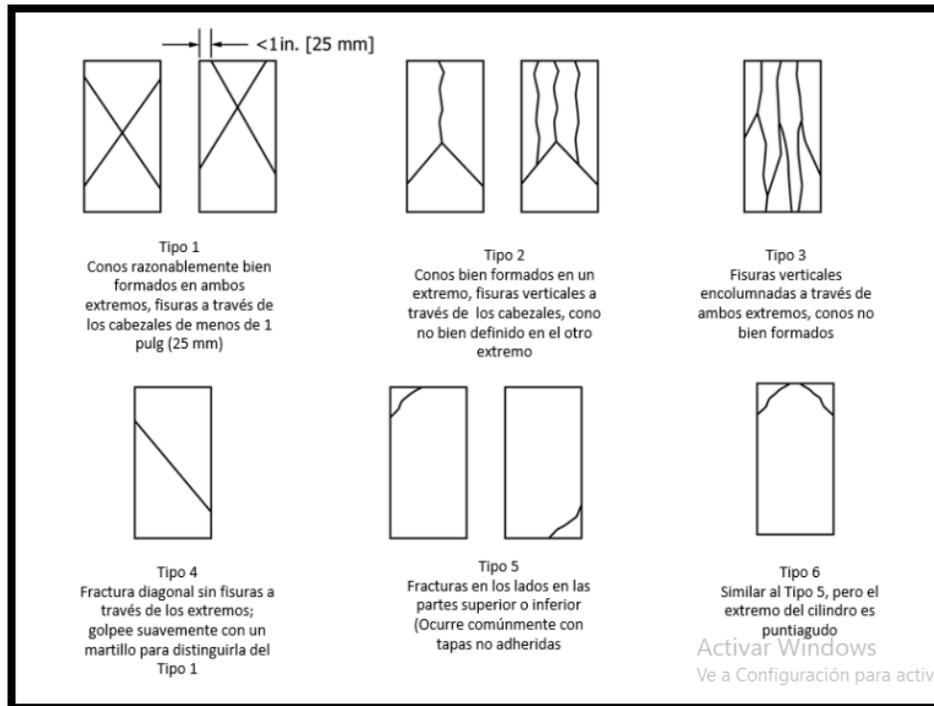
Edad a ensayar	% que alcanza
7 días	70
14 días	77
28 días	85

FUENTE. Sánchez, M. & Tapia, M. ,2015

Según la NTP en el ensayo de la resistencia a la compresión del concreto se producen diferentes tipos de fallas detalladas a continuación:

Figura N° 4

Fracturas típicas de los especímenes de concreto



FUENTE: NTP 300.034, 2015.

2.2.4.5. PESO UNITARIO

El peso unitario del concreto convencional es de 2,200 Kg/m³ a 2,400 Kg/m³. La variación en el peso se debe al peso de los agregados, la cantidad de agua y cemento. (Aceros Arequipa, 2021)

2.2.7. TIEMPO DE MEZCLADO DEL CONCRETO

El tiempo requerido para producir de manera continua una mezcla fluida y trabajable es una característica de cada tipo de mezcladora. Este valor, generalmente garantizado por el fabricante, puede sufrir variaciones según la trabajabilidad de la mezcla. La duración del mezclado se establece a partir del instante en que los componentes del concreto, incluyendo el agua, se introducen en la cuba, hasta la descarga de la misma.

En la práctica, la duración del mezclado se puede expresar ya sea en minutos o por el número de vueltas que debe realizar el tambor para producir una mezcla homogénea. En el cuadro siguiente se dan los tiempos mínimos de mezcla, según la capacidad de la mezcladora. (Bureau of Reclamation Y El ASTM C 94, 2003).

Tabla N° 5

Tiempo mínimo de Mezclado

Tiempo Mínimo De Mezclado			
Capacidad De Mezcladora		Tiempo En (Minutos)	
Yarda Cubica	m³	Bureau of Reclamation	ASTM
1	0.75		1
2	1.5	1 1/2	1 1/4
3	2.3	2	1 1/2
4	3	2 1/2	2

FUENTE: (El ASTM C 94, 2003)

Existe la tendencia a reducir el tiempo de mezclado para incrementar el rendimiento de la mezcladora. Para cada tipo de mezcladora existe una relación entre el tiempo de mezclado y la uniformidad de la mezcla proyectada.

2.2.8. DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO

Se conoce como diseño de mezcla el procedimiento mediante el cual se determinan las cantidades que debe haber de todos y cada uno de los componentes que intervienen en una mezcla de concreto, para obtener de ese material el comportamiento deseado, tanto durante su estado plástico como después, en estado endurecido. (Porrero, 2014).

Los requisitos que una dosificación apropiada debe cumplir son:

- a) Economía y manejabilidad en estado fresco.
- b) Resistencias, aspecto y durabilidad en estado endurecido.

En algunos casos puede ser importante el color; peso unitario, textura superficial y otros. Las cantidades de los componentes sólidos, agregados y cemento, suelen

expresarse en kilogramos por metro cúbico de mezcla. El agua puede expresarse en litros o kilogramos entendiendo, para el diseño de mezclas, que un kilogramo de agua equivale a un litro de agua. (Ayuque Gómez, 2019).

2.2.6.1. MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

En el método del ACI 211, el revenimiento o asentamiento es un dato que sirve de base para diseñar las mezclas de concreto. Se determinan primero el agua de la mezcla de acuerdo con el asentamiento y el tamaño máximo del agregado, después la cantidad de la grava, el último de los componentes se calcula por diferencia. Se determina la variabilidad de la resistencia del hormigón, en base al nivel de control de calidad del proceso de mezclado en obra. (Ayuque Gómez, 2019).

1. Resistencia Promedio requerida.

La resistencia promedio requerida se calcula de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla N° 6

Resistencia promedio requerida.

F'c Resistencia especificada a la compresión kg/cm²	F'cr Resistencia promedio requerida a la compresión kg/cm²
Menos que 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
Más de 350	1.1F'c + 5

Fuente: ACI 211.1, 2020

2. Revenimiento o asentamiento.

Es la medida de la consistencia del concreto en estado fresco, también llamado revenimiento o slump. El slump que buscamos para cada diseño es requerido de acuerdo con el tipo de construcción, mostrada en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7

Revenimiento para diferentes tipos de construcción.

Tipo de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas, cajones de cimentación y muros de subestructura sencillos.	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados.	10	2.5
Columnas para edificios.	10	2.5
Pavimentos y losas.	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

Fuente: ACI 211.1, 2020

3. Tamaño máximo nominal.

Se aplicó mediante la NTP 400.037-2014 donde se detalla que el tamaño máximo nominal corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido entre 5 a 10%.

El tamaño máximo nominal del agregado debe cumplir lo siguiente:

- 1/3 del peralte de las losas.
- 3/4 del espacio libre entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras o los tendones o ductos de preesforzado.
- 1/5 de la menor dimensión entre los lados del encofrado.

4. Cantidad de aire y contenido de agua.

Para poder determinar la cantidad de aire atrapado y contenido de agua en el concreto lo calculamos mediante la siguiente tabla del ACI 211, para utilizar dicha tabla es necesario tener como datos el tamaño máximo y el asentamiento o revenimiento predeterminados.

Tabla N° 8

Requisitos de agua de mezclado y contenido de aire.

Revenimiento (cm)	Tamaño máximo de la grava(mm)							
	9.5	12.5	19	25	38	50	75	150
Agua en litros por metro cúbico de concreto (lts/m³)								
Concreto sin aire incluido								
2.5 - > 5	207	199	190	179	166	154	130	113
7.5 - >10	228	216	205	193	181	169	145	124
15 - >17.5	243	228	216	202	190	178	160	----
Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
2.5 - > 5	181	175	168	160	150	142	122	107
7.5 - >10	202	193	184	175	165	157	133	119
15 - >17.5	216	205	197	174	174	166	154	----
Promedio recomendado de aire a incluir según tipo de exposición (%)								
Exposición ligera	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Exposición moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Exposición severa.	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: ACI 211.1, 2020

Tabla N° 9

Contenido de aire para concreto sin aire incorporado.

Concreto sin aire incorporado								
T.M. N	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2

Fuente: ACI 211.1, 2020

5. Relación agua-cemento.

El valor de la relación agua/cemento está determinado no solo por la resistencia a la compresión, también por otros factores como la durabilidad según las condiciones a la que estará expuesto el elemento. Basado en especímenes ensayados a 28 días, en condiciones estándar de laboratorio el método propone

la Tabla 10, la cual brinda valores conservadores de relaciones agua/cemento para concretos cuyo requisito sea la resistencia a la compresión

Tabla N° 10

Relación agua-cemento y resistencia a la compresión del concreto.

Resistencia a la compresión promedio a los 28 días (kg/cm ²)	Relación agua/cemento (a partir del peso)	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
400	0.42	-
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.60
150	0.79	0.70

Fuente: ACI 211.1, 2020

6. Contenido del cemento.

Una vez que la cantidad de agua y la relación a/c han sido estimadas la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua entre la relación a/c.

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{cantidad de agua}}{\text{relación a/c}}$$

7. Contenido del agregado grueso.

“Los agregados del mismo tamaño máximo y granulometría, producirán concreto de satisfactoria trabajabilidad, cuando un volumen dado de agregado grueso seco y compactado, es empleado por unidad de volumen de concreto.” (Abanto, 2009)

Tabla N° 11

Volumen que ocupa el agregado grueso en la mezcla de concreto.

Tamaño máximo del agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso varillado en seco, por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura del agregado fino (m³)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.1, 2020

8. Contenido del agregado fino.

“Existen 2 métodos para la determinación del contenido de agregado fino, ambos se basan en el hecho de que una vez concluido la estimación del agregado grueso., todos los ingredientes a excepción del agregado fino son conocidos por metro cubico de concreto, pudiendo hallarse el mismo por diferencia, empleando el método de los pesos o el método de los volúmenes. (Abanto, 2009)

$$\text{Peso del agregado fino (en kg)} = \text{Peso del concreto (en kg)} - \left[\text{Peso del agregado grueso (en kg)} + \text{Peso del cemento (en kg)} + \text{Peso del agua de mezclado (en kg)} \right]$$

9. Ajuste por humedad y absorción.

El contenido de agua añadida para formar el concreto es afectado por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a/c y la trabajabilidad. Por otro lado, si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación a/c, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a compresión. Por lo tanto, estos efectos deben ser tomados estimados y la mezcla debe ser ajustada tomándolos en cuenta.

10. Proporciones en volumen.

Para el cálculo de volúmenes en estado suelto se utiliza:

$$\text{Cemento: } \text{Vol. del cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del cemento (kg)}}{\text{Peso Unitario Cemento (kg/m}^3\text{)}}$$

$$\text{A. grueso: } \text{Vol. del A. grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso A.grueso húmedo (kg)}}{\text{Peso Unitario A.G. húmedo (kg/m}^3\text{)}}$$

$$\text{A. fino: } \text{Vol. del A. fino (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso A.fino húmedo (kg)}}{\text{Peso Unitario A.F. húmedo (kg/m}^3\text{)}}$$

Para el agua se calcula en litros por bolsa de cemento:

$$\text{Agua (lts/bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3}{\left(\frac{\text{Peso del cemento por m}^3}{\text{Peso del cemento por bolsa}}\right)}$$

Por último, las proporciones en volumen.

$$\text{Cemento} \quad : \quad \text{Agregado fino} \quad : \quad \text{Agregado grueso} \quad / \quad \text{Agua (lts/bls)}$$

$$\frac{\text{vol.cemento}}{\text{vol.cemento}} \quad : \quad \frac{\text{vol.A.fino}}{\text{vol.cemento}} \quad : \quad \frac{\text{vol.A.grueso}}{\text{vol.cemento}} \quad / \quad \text{Agua (lts/bls)}$$

$$C \quad : \quad A.F \quad : \quad A.G \quad / \quad A$$

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Concreto:** El concreto es un material de construcción que está hecho básicamente de agua, agregados (grava y arena), cemento y aire. (Yañez,2014).
- **Cemento Ecosaco:** Es un cemento Tipo I que cuenta con un empaque disgregable en la mezcla del concreto. (Cementos Pacasmayo, 2022).
- **Cemento Extraforte:** Es un cemento adicionado para brindar buena resistencia a la compresión, calor de hidratación moderado y mejor maleabilidad. (Alvarado, 2018).
- **Hormigón:** Es una mezcla homogénea con cemento, arena, árido grueso y en algunos casos aditivos, en proporciones adecuadas para que fragüe y endurezca. (Hogarmanía, 2014).
- **Probeta:** Es una muestra de concreto en forma cilíndrica para ser sometida a la prueba de la resistencia a la compresión.
- **Resistencia A La Compresión:** Es la resistencia a esfuerzos de compresión de un diseño determinado y que se realiza con probetas de medidas normadas, expresada en kg/cm^2 . (Riva, 2015).
- **Tiempo Optimo De Mezclado:** Es el tiempo de mezclado mínimo para obtener una mezcla fluida y trabajable; por tal una resistencia a la compresión más optima.
- **Tiempo De Mezclado:** El tiempo requerido para producir de manera continua una mezcla fluida; es una característica de cada tipo de mezcladora. ASTM C94, 2003).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

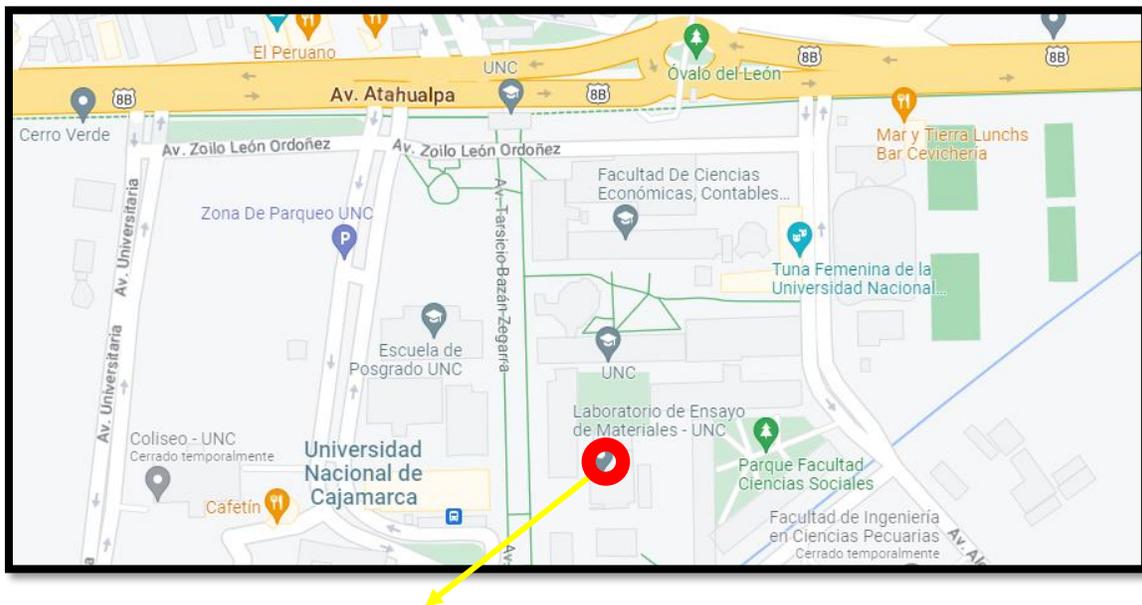
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA INVESTIGACION

La presente investigación se realizó en el **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES “CARLOS ESPARZA DÍAZ”**, ubicado en la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**, ubicada en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca-Cajamarca, cuyas coordenadas UTM en el sistema WGS 84 son: 776620.8 E, 9207007.7 N zona 17.

Figura N° 5

Ubicación geográfica de la investigación



“Laboratorio de Ensayo de Materiales “Carlos Esparza Díaz” – UNC”

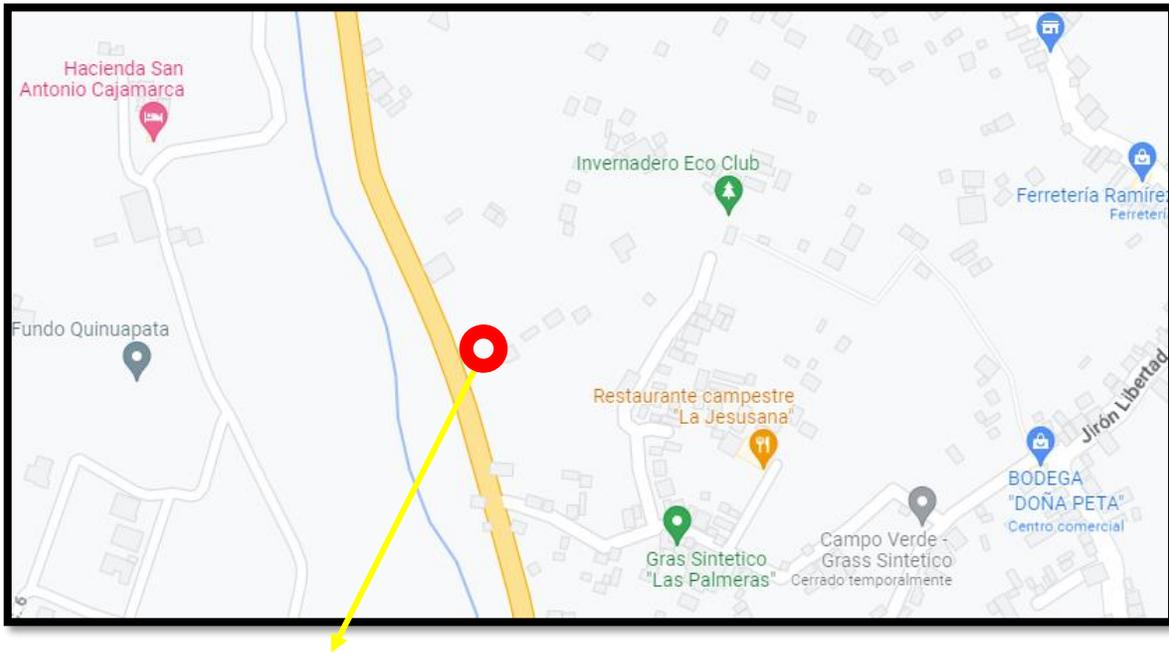
FUENTE: Google Earth Pro.

3.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DE EXTRACCION DE LOS AGREGADOS

Los agregados fueron extraídos de la cantera “Aguilar”, ubicada en la vía Baños del Inca-Otuzco, en el distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca cuyas coordenadas UTM en el sistema WGS 84 son: 779910.9 E, 9208941.8 N zona 17.

Figura N° 6

Ubicación de la cantera “Aguilar”



Cantera “Aguilar”

FUENTE: Google Earth Pro

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. TIPO, NIVEL, DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

TIPO	: Aplicativo
NIVEL	: Correlacional
DISEÑO	: Experimental
ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	: Cuantitativa

3.2.2. VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión del concreto.

VARIABLE INDEPENDIENTE

Tiempo de mezclado – Cemento Ecosaco Extraforte.

3.2.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población se ha definido como un material de “concreto elaborado con 2 tipos de presentación de empaque del cemento (Cemento Pacasmayo Extraforte - Ecosaco Extraforte) y agregados de la cantera Aguilar; considerando diferentes tiempos de mezclado”

3.2.4. MUESTRA

Según E.060, para cada relación agua - material cementante o contenido de material cementante deben confeccionarse y curarse al menos 3 probetas cilíndricas para cada edad de ensayo de acuerdo con “Stanford Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory” (ASTM C 192M).

Las muestras fueron diseñadas y construidos en **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES “CARLOS ESPARZA DÍAZ”**, ubicado en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, del distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca. Las muestras estarán conformadas por probetas de concreto cuales están divididos en 4 tipos.

Tabla N° 12

Tipos de muestras de las probetas de concreto utilizadas en la presente investigación.

TIPOS DE MUESTRAS DE LAS PROBETAS DE CONCRETO			
DIMENSIONES DE LA PROBETA:	6” de diámetro x 12” de altura	TIEMPO DE CURADO:	28 días
TIPO DE CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO		
	f’c: 210 kg/cm²	f’c: 280 kg/cm²	
CEMENTO EXTRAFORTE	TIPO 01	TIPO 02	
ECOSACO EXTRAFORTE	TIPO 03	TIPO 04	

Se elaboró 15 especímenes de concreto con $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ (tipo 01), 15 especímenes de concreto con $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ (tipo 03), 15 especímenes de concreto con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (tipo 02) y 15 especímenes de concreto con $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ (tipo 04).

Tabla N° 13

Total de muestras utilizadas para cada tiempo de mezclado utilizando cemento Pacasmayo Extraforte.

Tipos De Probetas	Tiempo De Mezclado		
	2 min	4 min	6 min
Pacasmayo Extraforte ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$)	5	5	5
Pacasmayo Extraforte ($f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$)	5	5	5

Tabla N° 14

Total de muestras utilizadas para cada tiempo de mezclado utilizando cemento Ecosaco Extraforte.

Tipos De Probetas	Tiempo De Mezclado		
	2 min	4 min	6 min
Ecosaco Extraforte ($f'c= 210\text{kg/cm}^2$)	5	5	5
Ecosaco Extraforte ($f'c= 280\text{kg/cm}^2$)	5	5	5

3.2.5. UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis fueron los especímenes de concreto.

3.3. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION

- a) Extracción y toma de muestras de agregado fino y agregado grueso en la cantera "Aguilar".
- b) Transporte de las muestras al Laboratorio de Ensayo de Materiales "Carlos Esparza Díaz".
- c) Determinación de las características físicas y mecánicas de los agregados.
- d) Elaboración de los 2 diseños de mezclas ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$).
- e) Preparación de los especímenes para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para un tiempo de mezclado de 2 min, 4 min y 6 min utilizando Cemento Pacasmayo Extraforte.
- f) Preparación de los especímenes para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para un tiempo de mezclado de 2 min, 4 min y 6 min utilizando Cemento Pacasmayo Extraforte.
- g) Preparación de los especímenes para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para un tiempo de mezclado de 2 min, 4 min y 6 min utilizando Ecosaco Extraforte.
- h) Preparación de los especímenes para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para un tiempo de mezclado de 2 min, 4 min y 6 min utilizando Ecosaco Extraforte.
- i) Cálculo del peso unitario del concreto fresco.
- j) Cálculo del peso unitario del concreto seco.
- k) Evaluación de la resistencia a la compresión de los especímenes pasado los 28 días desde el momento de la preparación de los especímenes.
- l) Análisis y procesamiento de datos.
- m) Discusión de resultados y conclusiones.

3.4. TRATAMIENTO, ANALISIS DE DATOS

Los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$, para los diferentes tiempos de mezclado, se tomó

la información, se procesó y analizo en una base de datos en hoja de cálculo Microsoft Excel 2019. Se utilizó tabla de porcentajes e histogramas de frecuencias y demás gráficos o tablas para detallar los resultados de los ensayos de la investigación planteada con la ayuda del programa Excel 2019.

Para la resistencia a la compresión de las probetas se realizó un análisis por desviación estándar para eliminar valores atípicos y poder obtener un promedio más óptimo de la resistencia a la compresión.

3.5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.5.1. Propiedades físicas y mecánicas de los agregados

A continuación, en la Tabla N°15 se muestra las propiedades físicas y mecánicas de los agregados tanto finos como grueso extraídas de la cantera “Aguilar”. Los resultados de cada ensayo mostrados en la tabla mencionada se encuentran en el ANEXO N° 01.

Tabla N° 15

Propiedades de los agregados de la Cantera “Aguilar”.

Agregados Propiedades	Cantera Aguilar			
	Agregado fino		Agregado grueso	
Tamaño máximo nominal:	-		3/4"	
Peso específico de masa:	2.645	g/cm ³	2.276	g/cm ³
Peso específico saturado superficialmente seco:	2.679	g/cm ³	2.301	g/cm ³
Peso específico aparente:	2.736	g/cm ³	2.333	g/cm ³
Peso unitario suelto:	1668	kg/m ³	1396	kg/m ³
Peso unitario compactado:	1844	kg/m ³	1504	kg/m ³
Contenido de humedad (%):	5.86		2.74	
Absorción (%):	1.256		1.08	
Módulo de Finura:	2.98		6.82	
Abrasión (%):	-		28.547	
Porcentaje que pasa la Malla N° 200:	3.27%		0.47%	

3.5.2. Diseños de mezcla

Tabla N° 16

Dosificación de materiales para un tipo de diseño $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

CANTIDAD PARA UN 1 m³ de CONCRETO F'C=210 Kg/cm²	
CEMENTO (Kg)	367.12
AGUA EFECTIVA (Lts)	158.37
AGREGADO FINO HUMEDO (Kg)	726.67
AGREGADO GRUESO HUMEDO (Kg)	930.22
AIRE TOTAL (%)	2

Tabla N° 17

Dosificación de materiales para un tipo de diseño $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$.

CANTIDAD PARA UN 1 m³ de CONCRETO F'C=280 Kg/cm²	
CEMENTO (Kg)	439.9
AGUA EFECTIVA (Lts)	161.21
AGREGADO FINO HUMEDO (Kg)	661.35
AGREGADO GRUESO HUMEDO (Kg)	930.22
AIRE TOTAL (%)	2

3.5.3. Peso unitario del concreto en estado fresco.

Tabla N° 18

Peso unitario promedio del concreto fresco usando Pacasmayo Extraforte.

PESO UNITARIO CONCRETO EN ESTADO FRESCO - CON EXTRAFORTE				
TIEMPO DE MEZCLADO	CONCRETO F'C=210 kg/cm²		CONCRETO F'C=280 kg/cm²	
	MUESTRA	PESO UNITARIO (kg/m³)	MUESTRA	PESO UNITARIO (kg/m³)
2 min	M-1 (2 min) - 210	2387.477	M-1 (2 min) - 280	2381.427
	M-2 (2 min) - 210	2384.362	M-2 (2 min) - 280	2384.733
	M-3 (2 min) - 210	2363.882	M-3 (2 min) - 280	2379.721
	M-4 (2 min) - 210	2372.717	M-4 (2 min) - 280	2386.030
	M-5 (2 min) - 210	2384.563	M-5 (2 min) - 280	2397.798
	PROMEDIO	2378.600	PROMEDIO	2385.942
4 min	M-1 (4 min) - 210	2389.294	M-1 (4 min) - 280	2381.061
	M-2 (4 min) - 210	2375.365	M-2 (4 min) - 280	2375.731
	M-3 (4 min) - 210	2375.111	M-3 (4 min) - 280	2391.665
	M-4 (4 min) - 210	2394.449	M-4 (4 min) - 280	2389.237
	M-5 (4 min) - 210	2388.171	M-5 (4 min) - 280	2382.990
	PROMEDIO	2384.478	PROMEDIO	2384.137
6 min	M-1 (6 min) - 210	2370.189	M-1 (6 min) - 280	2381.174
	M-2 (6 min) - 210	2387.935	M-2 (6 min) - 280	2387.935
	M-3 (6 min) - 210	2383.590	M-3 (6 min) - 280	2395.392
	M-4 (6 min) - 210	2374.354	M-4 (6 min) - 280	2387.737
	M-5 (6 min) - 210	2370.342	M-5 (6 min) - 280	2383.677
	PROMEDIO	2377.282	PROMEDIO	2387.183

Tabla N° 19

Peso unitario promedio del concreto fresco usando Ecosaco Extraforte.

PESO UNITARIO CONCRETO EN ESTADO FRESCO - CON ECOSACO				
TIEMPO DE MEZCLADO	CONCRETO F'C=210 kg/cm²		CONCRETO F'C=280 kg/cm²	
	MUESTRA	PESO UNITARIO (kg/m³)	MUESTRA	PESO UNITARIO (kg/m³)
2 min	M-1 (2 min) - 210	2383.005	M-1 (2 min) - 280	2356.275
	M-2 (2 min) - 210	2387.693	M-2 (2 min) - 280	2390.803
	M-3 (2 min) - 210	2386.559	M-3 (2 min) - 280	2374.556
	M-4 (2 min) - 210	2393.686	M-4 (2 min) - 280	2384.949
	M-5 (2 min) - 210	2382.526	M-5 (2 min) - 280	2393.790
	PROMEDIO	2386.694	PROMEDIO	2380.075
4 min	M-1 (4 min) - 210	2373.724	M-1 (4 min) - 280	2390.900
	M-2 (4 min) - 210	2379.475	M-2 (4 min) - 280	2393.185
	M-3 (4 min) - 210	2374.932	M-3 (4 min) - 280	2383.404
	M-4 (4 min) - 210	2386.309	M-4 (4 min) - 280	2379.278
	M-5 (4 min) - 210	2376.634	M-5 (4 min) - 280	2384.062
	PROMEDIO	2378.215	PROMEDIO	2386.166
6 min	M-1 (6 min) - 210	2378.140	M-1 (6 min) - 280	2384.198
	M-2 (6 min) - 210	2371.800	M-2 (6 min) - 280	2390.372
	M-3 (6 min) - 210	2376.783	M-3 (6 min) - 280	2384.170
	M-4 (6 min) - 210	2379.651	M-4 (6 min) - 280	2391.879
	M-5 (6 min) - 210	2391.502	M-5 (6 min) - 280	2389.839
	PROMEDIO	2379.575	PROMEDIO	2388.092

3.5.4. Peso unitario del concreto en estado endurecido.

Tabla N° 20

Peso unitario promedio del concreto endurecido usando Pacasmayo
Extraforte.

PESO UNITARIO CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO - CON EXTRAFORTE				
TIEMPO DE MEZCLADO	CONCRETO F'C=210 kg/cm²		CONCRETO F'C=280 kg/cm²	
	MUESTRA	PESO UNITARIO (kg/m³)	MUESTRA	PESO UNITARIO (kg/m³)
2 min	M-1 (2 min) - 210	2373.177	M-1 (2 min) - 280	2371.160
	M-2 (2 min) - 210	2372.671	M-2 (2 min) - 280	2374.341
	M-3 (2 min) - 210	2362.777	M-3 (2 min) - 280	2370.144
	M-4 (2 min) - 210	2364.026	M-4 (2 min) - 280	2377.340
	M-5 (2 min) - 210	2375.373	M-5 (2 min) - 280	2388.607
	PROMEDIO	2369.605	PROMEDIO	2376.318
4 min	M-1 (4 min) - 210	2375.389	M-1 (4 min) - 280	2370.815
	M-2 (4 min) - 210	2361.267	M-2 (4 min) - 280	2362.183
	M-3 (4 min) - 210	2369.041	M-3 (4 min) - 280	2381.365
	M-4 (4 min) - 210	2379.372	M-4 (4 min) - 280	2377.139
	M-5 (4 min) - 210	2365.967	M-5 (4 min) - 280	2379.289
	PROMEDIO	2370.207	PROMEDIO	2374.158
6 min	M-1 (6 min) - 210	2368.724	M-1 (6 min) - 280	2376.231
	M-2 (6 min) - 210	2372.342	M-2 (6 min) - 280	2370.141
	M-3 (6 min) - 210	2372.893	M-3 (6 min) - 280	2383.958
	M-4 (6 min) - 210	2373.238	M-4 (6 min) - 280	2381.975
	M-5 (6 min) - 210	2366.823	M-5 (6 min) - 280	2380.158
	PROMEDIO	2370.804	PROMEDIO	2378.493

Tabla N° 21

Peso unitario promedio del concreto endurecido usando Ecosaco Extraforte.

PESO UNITARIO CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO - CON ECOSACO				
TIEMPO DE MEZCLADO	CONCRETO F'C=210 kg/cm²		CONCRETO F'C=280 kg/cm²	
	MUESTRA	PESO UNITARIO (kg/m³)	MUESTRA	PESO UNITARIO (kg/m³)
2 min	M-1 (2 min) - 210	2375.498	M-1 (2 min) - 280	2380.441
	M-2 (2 min) - 210	2374.154	M-2 (2 min) - 280	2383.851
	M-3 (2 min) - 210	2374.741	M-3 (2 min) - 280	2367.539
	M-4 (2 min) - 210	2383.276	M-4 (2 min) - 280	2380.488
	M-5 (2 min) - 210	2372.184	M-5 (2 min) - 280	2388.250
	PROMEDIO	2375.971	PROMEDIO	2380.114
4 min	M-1 (4 min) - 210	2369.339	M-1 (4 min) - 280	2378.475
	M-2 (4 min) - 210	2375.029	M-2 (4 min) - 280	2387.998
	M-3 (4 min) - 210	2369.407	M-3 (4 min) - 280	2370.880
	M-4 (4 min) - 210	2375.947	M-4 (4 min) - 280	2372.247
	M-5 (4 min) - 210	2374.777	M-5 (4 min) - 280	2373.662
	PROMEDIO	2372.900	PROMEDIO	2376.652
6 min	M-1 (6 min) - 210	2375.570	M-1 (6 min) - 280	2374.285
	M-2 (6 min) - 210	2369.226	M-2 (6 min) - 280	2383.385
	M-3 (6 min) - 210	2367.181	M-3 (6 min) - 280	2378.999
	M-4 (6 min) - 210	2371.870	M-4 (6 min) - 280	2385.580
	M-5 (6 min) - 210	2385.774	M-5 (6 min) - 280	2383.002
	PROMEDIO	2373.924	PROMEDIO	2381.050

3.5.5. Resistencia a la compresión.

En la Tabla N° 22 se detalla la resistencia a compresión obtenida a diferentes tiempos de mezclado del concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla N° 22

Resistencias obtenidas para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Pacasmayo Extraforte

RESISTENCIA DE DISEÑO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ PACASMAYO EXTRAFORTE			
Tiempo De Mezclado	2 min	4 min	6 min
	193.55	206.51	228.75
F'C	189.19	209.14	231.93
OBTENIDA	200.95	213.43	220.67
(kg/cm^2)	200.68	202.82	212.48
	202.81	198.55	244.03

Se hizo una evaluación por desviación estándar de los datos de la Tabla N° 22, al analizar se descartó los valores atípicos para de esta manera obtener un promedio más óptimo de los resultados, indicados en la Tabla N° 23.

Tabla N° 23

Promedio de las resistencias obtenidas para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Pacasmayo Extraforte descartando los valores atípicos.

RESISTENCIA DE DISEÑO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ SIN VALORES ATIPICOS - PACASMAYO EXTRAFORTE			
Tiempo De Mezclado	2 min	4 min	6 min
	-	-	-
F'C	193.55	202.82	220.67
OBTENIDA	200.68	206.51	228.75
(kg/cm^2)	200.95	209.14	231.93
	202.81	-	-
PROMEDIO	199.50	206.16	227.12

Tabla N° 24

Resistencias obtenidas para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Ecosaco Extraforte

RESISTENCIA DE DISEÑO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ ECOSACO EXTRAFORTE			
Tiempo De Mezclado	2 min	4 min	6 min
	196.72	203.34	222.40
F'C	192.40	212.31	238.29
OBTENIDA	181.81	207.06	230.27
(kg/cm^2)	185.74	218.92	206.04
	194.32	201.75	244.03

Como el caso anterior se hizo una evaluación por desviación estándar de los datos de la Tabla N° 24, al analizar se descartó los valores atípicos para de esta manera obtener un promedio más óptimo de los resultados, indicados en la Tabla N° 25.

Tabla N° 25

Promedio de las resistencias obtenidas para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Ecosaco Extraforte descartando los valores atípicos.

RESISTENCIA DE DISEÑO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ SIN VALORES ATIPICOS - ECOSACO EXTRAFORTE			
Tiempo De Mezclado	2 min	4 min	6 min
	-	201.75	-
F'C	185.74	203.34	222.40
OBTENIDA	192.40	207.06	230.27
(kg/cm^2)	194.32	212.31	238.29
	-	-	-
PROMEDIO	190.82	206.11	230.32

Seguidamente, en las siguientes tablas la resistencia a compresión obtenida a diferentes tiempos de mezclado del concreto con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla N° 26

Resistencias obtenidas para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Pacasmayo Extraforte

RESISTENCIA DE DISEÑO $F'C=280 \text{ KG/CM}^2$ PACASMAYO EXTRAFORTE			
Tiempo De Mezclado	2 min	4 min	6 min
	266.53	270.06	295.47
F'C	253.33	259.84	292.30
OBTENIDA	261.56	264.40	303.83
(kg/cm^2)	243.38	270.43	302.63
	258.03	275.41	308.25

Se hizo una evaluación por desviación estándar de los datos de la Tabla N° 26, al analizar se descartó los valores atípicos para de esta manera obtener un promedio más óptimo de los resultados, indicados en la Tabla N° 27.

Tabla N° 27

Promedio de las resistencias obtenidas para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Pacasmayo Extraforte descartando los valores atípicos.

RESISTENCIA DE DISEÑO $F'C=280 \text{ KG/CM}^2$ SIN VALORES ATIPICOS - PACASMAYO EXTRAFORTE			
Tiempo De Mezclado	2 min	4 min	6 min
	-	-	-
F'C	253.33	264.40	303.83
OBTENIDA	258.03	270.06	295.47
(kg/cm^2)	261.56	270.43	302.63
	-	-	-
PROMEDIO	257.64	268.30	300.64

Tabla N° 28

Resistencias obtenidas para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Ecosaco Extraforte

RESISTENCIA DE DISEÑO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ ECOSACO EXTRAFORTE			
Tiempo De Mezclado	2 min	4 min	6 min
	241.14	273.23	311.36
F'C	237.29	275.68	295.47
OBTENIDA	251.99	267.58	303.83
(kg/cm2)	243.38	273.65	309.06
	258.03	262.60	298.61

Como el caso anterior se hizo una evaluación por desviación estándar de los datos de la Tabla N° 28, al analizar se descartó los valores atípicos para de esta manera obtener un promedio más óptimo de los resultados, indicados en la Tabla N° 29.

Tabla N° 29

Promedio de las resistencias obtenidas para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ de diseño utilizando Ecosaco Extraforte descartando los valores atípicos.

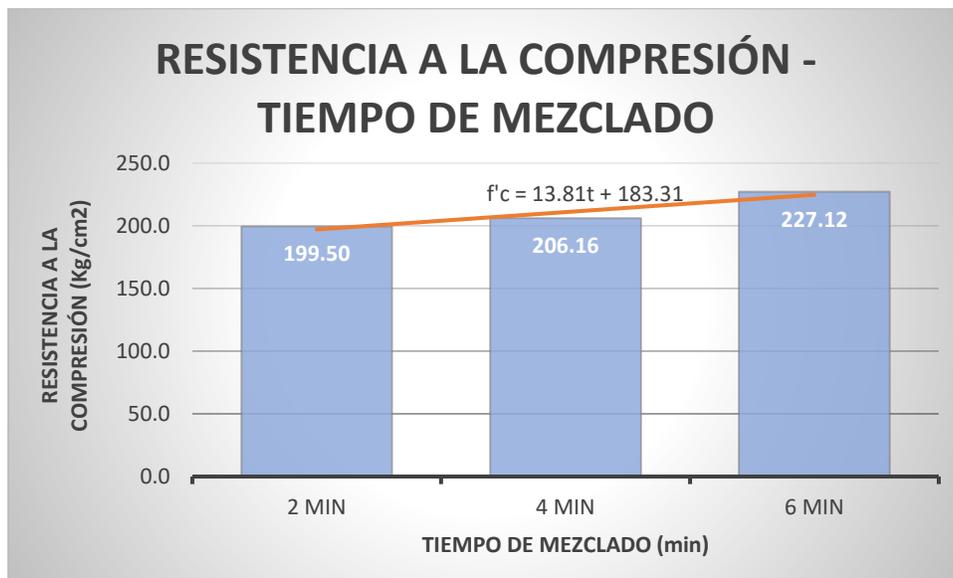
RESISTENCIA DE DISEÑO $F'C=280 \text{ KG/CM}^2$ SIN VALORES ATIPICOS - ECOSACO EXTRAFORTE			
Tiempo De Mezclado	2 min	4 min	6 min
	-	-	-
F'C	241.14	267.58	298.61
OBTENIDA	243.38	273.23	303.83
(kg/cm2)	251.99	273.65	309.06
	-	275.68	-
PROMEDIO	245.51	272.54	303.83

3.4.2.5. Correlación de variables.

En la presente investigación se encontró una relación de variables para un concreto con un $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ utilizando el tipo de cemento Pacasmayo Extra Forte, que como se detalla en la Figura N° 8 es de forma lineal, donde la ecuación de la gráfica es $f'c = 13.81t + 183.31$, donde “t” es el tiempo de mezclado.

Figura N° 7

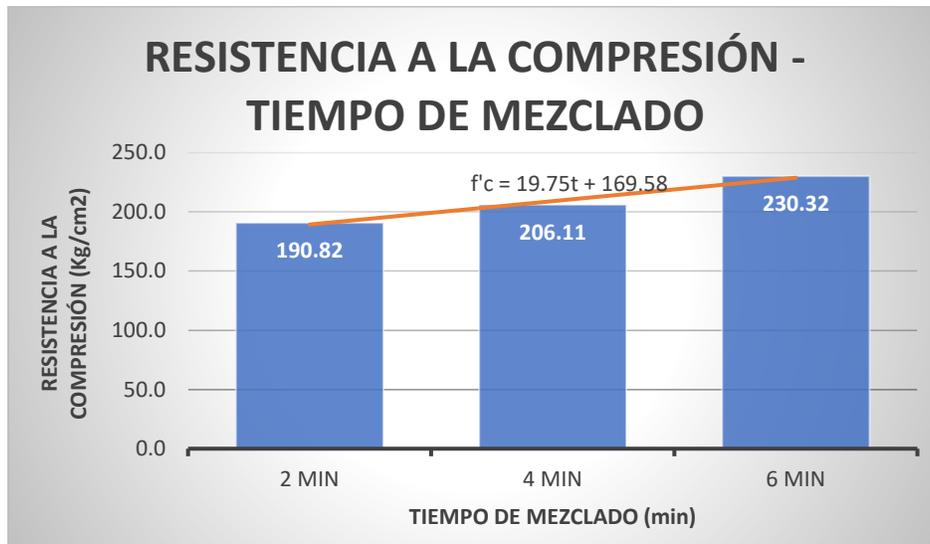
Comparación de la resistencia para diferentes tiempos de mezclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando cemento Pacasmayo Extraforte.



Se encontró además una relación de variables para un concreto con un $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ utilizando el tipo de cemento Ecosaco Extraforte, que como se detalla en la Figura N° 9 es de forma lineal, donde la ecuación de la gráfica es $f'c = 19.75t + 169.58$, donde “t” es el tiempo de mezclado.

Figura N° 8

Comparación de la resistencia para diferentes tiempos de mezclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando cemento Ecosaco Extraforte.



La relación de variables para un concreto con un $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ utilizando el tipo de cemento Pacasmayo Extra Forte, que como se detalla en la Figura N° 10 es de forma lineal, donde la ecuación de la gráfica es $f'c = 21.502t + 232.52$, donde "t" es el tiempo de mezclado.

Figura N° 9

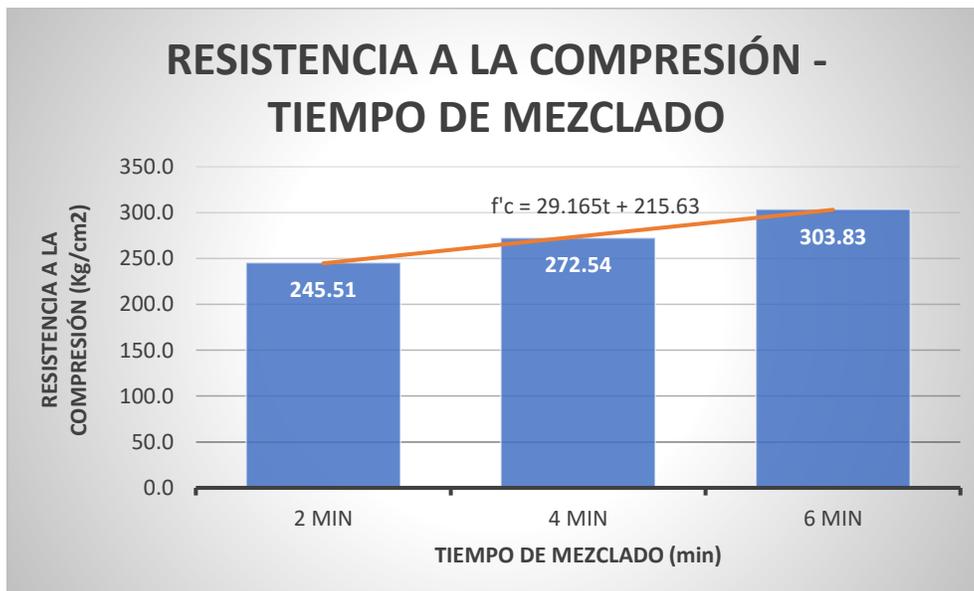
Variación de la resistencia para diferentes tiempos de mezclado para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, utilizando cemento Pacasmayo Extraforte.



La relación de variables para un concreto con un $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ utilizando el tipo de cemento Ecosaco Extraforte, que como se detalla en la Figura N° 11 es de forma lineal, donde la ecuación de la gráfica es $f'c = 29.165t + 215.63$, donde "t" es el tiempo de mezclado.

Figura N° 10

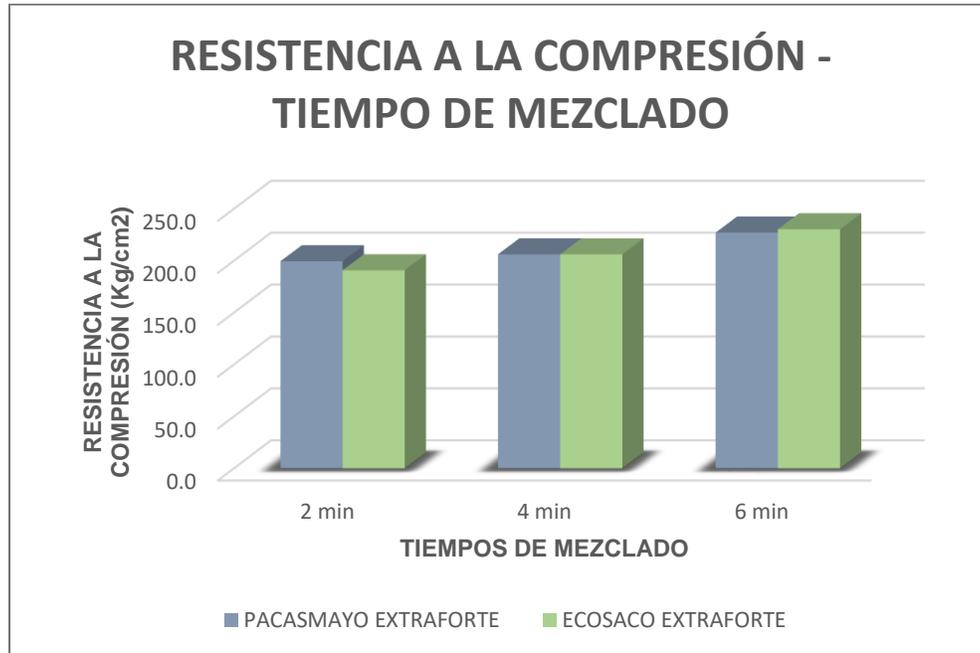
Variación de la resistencia para diferentes tiempos de mezclado para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, utilizando cemento Ecosaco Extraforte.



En la presente investigación se realizó además una comparación de la resistencia a compresión de los dos tipos de cemento vs los tiempos de mezclado utilizados en la elaboración de la mezcla de concreto para un $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Figura N° 11

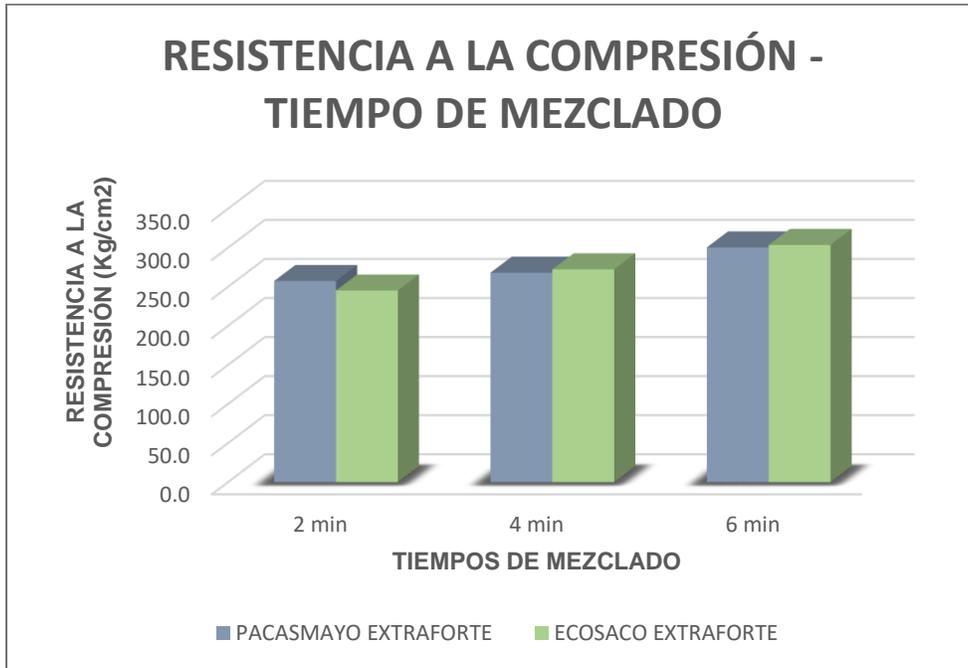
Resistencia a la compresión promedio de cada tipo de cemento para un $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ considerando diferentes tiempos de mezclado de la mezcla de concreto.



Por consiguiente, se realizó la misma comparación de la resistencia a compresión de los dos tipos de cemento vs los tiempos de mezclado utilizados en la elaboración de la mezcla de concreto, pero para un diseño de $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$.

Figura N° 12

Resistencia a la compresión promedio de cada tipo de cemento para un $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ considerando diferentes tiempos de mezclado de la mezcla de concreto.



CAPÍTULO IV. ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

Analizando los resultados, en la Tabla N° 22 los promedios de las resistencias obtenidas para un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$; elaboradas con el tipo de cemento Pacasmayo Extraforte. Se analizó y por tal podemos indicar que a medida que el tiempo de mezclado va aumentando, genera un efecto positivo en la resistencia a la compresión.

Igualmente, en la Tabla N° 26 tenemos los valores de los promedios de las resistencias obtenidas para un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$; elaboradas con el tipo de cemento Pacasmayo Extraforte. Que para un tiempo de mezclado de 2 min se obtuvo una resistencia por debajo de la de diseño, pero para un tiempo de mezclado de 6 min resultó una resistencia promedio por encima de la de diseño; por tal podemos decir que medida que aumenta el tiempo de mezclado la resistencia a la compresión aumenta.

Luego en la Tabla N° 24 se obtuvieron los valores promedio de las resistencias obtenidas para un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaboradas con el tipo de cemento Ecosaco Extraforte. Observamos que para un tiempo de mezclado de 2 min se obtuvo la resistencia promedio de 190.82 Kg/cm^2 , la cual está por debajo de la de diseño, así como para un tiempo de mezclado de 4 min se obtuvo una resistencia de 206.11 Kg/cm^2 que igualmente está por debajo de la resistencia de diseño; pero para un tiempo de mezclado de 6 min resultó la resistencia de 230.32 Kg/cm^2 , que como se observó está por encima de la resistencia de diseño. Por ende, podemos decir que a medida que se aumenta el tiempo de mezclado la resistencia a la compresión aumenta.

En la Tabla N° 28 se obtuvo los valores promedio de las resistencias para un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$; elaboradas con el tipo de cemento Ecosaco Extraforte. Observamos que para un tiempo de mezclado de 2 min se obtuvo la resistencia promedio de 245.51 Kg/cm^2 , la cual está por debajo de la de diseño, así como para un tiempo de mezclado de 4 min se obtuvo una resistencia de 272.54 Kg/cm^2 que igualmente está

por debajo de la resistencia de diseño pero para un tiempo de mezclado de 6 min resultó la resistencia de 303.83 Kg/cm², que como se logró observar está por encima de la resistencia de diseño. Por tal, podemos decir que a medida que se aumenta el tiempo de mezclado la resistencia a la compresión aumenta.

4.5. DISCUSION DE RESULTADOS CONTRASTADOS CON LA HIPOTESIS

Según los resultados obtenidos de las probetas de concreto diseñadas con diferentes tiempos de mezclado; mayores y menores a los recomendados por Bureau of Reclamation y el ASTM, se obtuvieron resistencias superiores a las de diseño con tiempos de mezclado mayores a 4 min, también con tiempos de mezclado mínimos recomendados por la ASTM se llegó a resistencias por debajo de la de diseño.

Además de ello el empaque del Ecosaco Extraforte influye en la resistencia a la compresión del concreto ya que este tipo de cemento considera incluir su empaque disgregable en la mezcla; por tal es necesario tomar en cuenta que a tiempos de mezclado menores a 6 min no logra disgregarse por completo y genera resistencias menores a las del diseño; pero a tiempos de mezclado mayores a 6 min logra disgregarse por completo generando resistencias mayores a la de diseño.

Por tal se infiere que a mayor tiempo de mezclado genera mayor resistencia y a tiempos menores se obtiene menores resistencias; además de ello el empaque disgregable del Ecosaco Extraforte influye en la resistencia a compresión.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Para la resistencia a la compresión para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, al considerar un tiempo de mezclado de 2 min; genera una disminución porcentual de 5% y 8% respectivamente; para un tiempo de mezclado de 4 min, disminuye en 1.83% y 4.18% de las resistencias de diseño y finalmente para un tiempo de mezclado de 6 min, incrementa su resistencia en 8.15% y 7.37% respecto a la resistencia de diseño; por ende se puede concluir que aumenta su resistencia en ambos diseños conforme aumenta los tiempos de mezclado, utilizando el tipo de cemento Pacasmayo Extraforte. Todo fue desarrollado para un tiempo de curado de 28 días.
- Para la resistencia a la compresión para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, al considerar un tiempo de mezclado de 2 min; genera una disminución porcentual de 9.13% y 12.32% respectivamente; para un tiempo de mezclado de 4 min, disminuye en 1.85% y 2.66% de las resistencias de diseño y finalmente para un tiempo de mezclado de 6 min, incrementa su resistencia en 9.68% y 8.51% respecto a la resistencia de diseño; por ende se puede concluir que aumenta su resistencia en ambos diseños conforme aumenta los tiempos de mezclado, utilizando el tipo de cemento Ecosaco Extraforte. Todo fue desarrollado para un tiempo de curado de 28 días.
- Finalmente se puede añadir que el nuevo empaque disgregable del Ecosaco Extraforte genera una disminución en menos del 5% de la resistencia de diseño con respecto Cemento Pacasmayo Extraforte al utilizar un tiempo de mezclado de 2 min; pero aumenta la resistencia en menos del 5% de la resistencia de diseño con respecto al Cemento Pacasmayo Extraforte al utilizar un tiempo de 6 min.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener en cuenta los componentes con las que fue fabricada dicho empaque del Ecosaco Extraforte para poder considerar en el diseño de mezcla.
- Se recomienda analizar los ensayos a diferentes tiempos de curado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Argos. (2020). Argos 360. diciembre 2020, de Argos Sitio web:
<https://www.360enconcreto.com/>

Asocem. (2020). Producción del cemento. diciembre 2020, de Asocem Sitio web:
<https://n9.cl/b3fb8>

Aceros Arequipa - Concreto: <http://www.acerosarequipa.com/maestroobra/maestro-obras-manuales-digitales/maestro-obra-manual-del-maestroconstructor/1-materiales/112-el-concreto.html>

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2008). Pruebas de resistencia a la compresión del concreto. Revista Imcyc. Recuperado 28 de abril de 2014, a partir de <http://www.imcyc.com/ct2006/junio06/PROBLEMAS.pdf>

Rivva. (2014). Concreto Diseño de Mezclas. Lima: ICG.

Rivva, E. (2004). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: II Congreso Internacional de la Construcción y Expocon.

NORMAS

ACI 116 (American Concrete Institute, US). 2000. Cement and Concrete Terminology. 104p.

ACI Committee 308. 2001. Guide to curing concrete. America Concrete Institute, Farmington Hills, MI. s.p.

ACI Committee 318. 2002. Building Code Requirements for Structural Concrete. America Concrete Institute, Farmington Hills, MI. s.p.

ASOCEM. (Asociación de productores de cemento, Perú).2017. ASOCEM: Los cementos adicionados en el Perú (en línea, sitio web). Consultado 12 oct. 2022.

- NTP 400.011 (2013): AGREGADOS. “Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones”. INDECOPI.
- NTP 400.012 (2013): AGREGADOS. “Análisis granulométrico del agregado fino, agregado grueso y agregado global”. INDECOPI.
- NTP 400.018 (2013): AGREGADOS. “Método de ensayo normalizado para determinar materiales más fino que pasa por el tamiz normalizado μm (N° 200) por lavado en agregados”. INDECOPI.
- NTP 400.019 (2014): AGREGADOS. “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles”. INDECOPI.
- NTP 400.021 (2013): AGREGADOS. “Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso”. INDECOPI.
- NTP 400.022 (2013): AGREGADOS. “Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”. INDECOPI.

ANEXOS

ANEXO N° 01: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

A. AGREGADO FINO

1. Análisis granulométrico (Norma ASTM C 136 o NTP 400.01)

Tabla N° 30

Ensayo M-01 - Análisis Granulométrico del Agregado Fino

AGREGADO FINO		PESO MUESTRA SECA, Ws (g)		1500.00	
TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
N° Malla	(mm)				
N° 4	4.750	92	6.13	6.13	93.87
N° 8	2.360	204	13.60	19.73	80.27
N° 16	1.180	277	18.47	38.20	61.80
N° 30	0.600	321	21.40	59.60	40.40
N° 50	0.300	352	23.47	83.07	16.93
N° 100	0.150	178	11.87	94.93	5.07
N° 200	0.075	65	4.33	99.27	0.73
CAZOLETA		11	0.73	100.00	0.00
TOTAL		1500	100.00		
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO				3.02	

Figura N° 13

Ensayo M-01: Curva De Distribución Granulométrica del Agregado Fino.

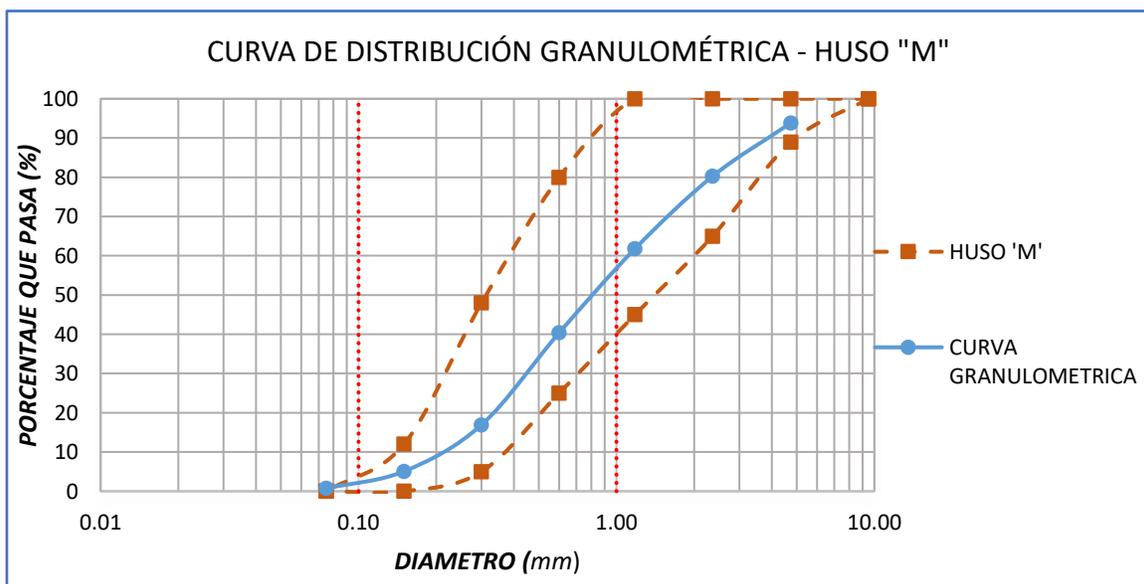


Tabla N° 31

Ensayo M-02 - Análisis Granulométrico del Agregado Fino

AGREGADO FINO		PESO MUESTRA SECA, W _s (g)		1500.00	
N° Malla	TAMIZ (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
N° 4	4.750	88	5.87	5.87	94.13
N° 8	2.360	207	13.80	19.67	80.33
N° 16	1.180	285	19.00	38.67	61.33
N° 30	0.600	306	20.40	59.07	40.93
N° 50	0.300	356	23.73	82.80	17.20
N° 100	0.150	163	10.87	93.67	6.33
N° 200	0.075	81	5.40	99.07	0.93
CAZOLETA		14	0.93	100.00	0.00
TOTAL		1500	100.00		
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO				3.00	

Figura N° 14

Ensayo M-02: Curva De Distribución Granulométrica del Agregado Fino.

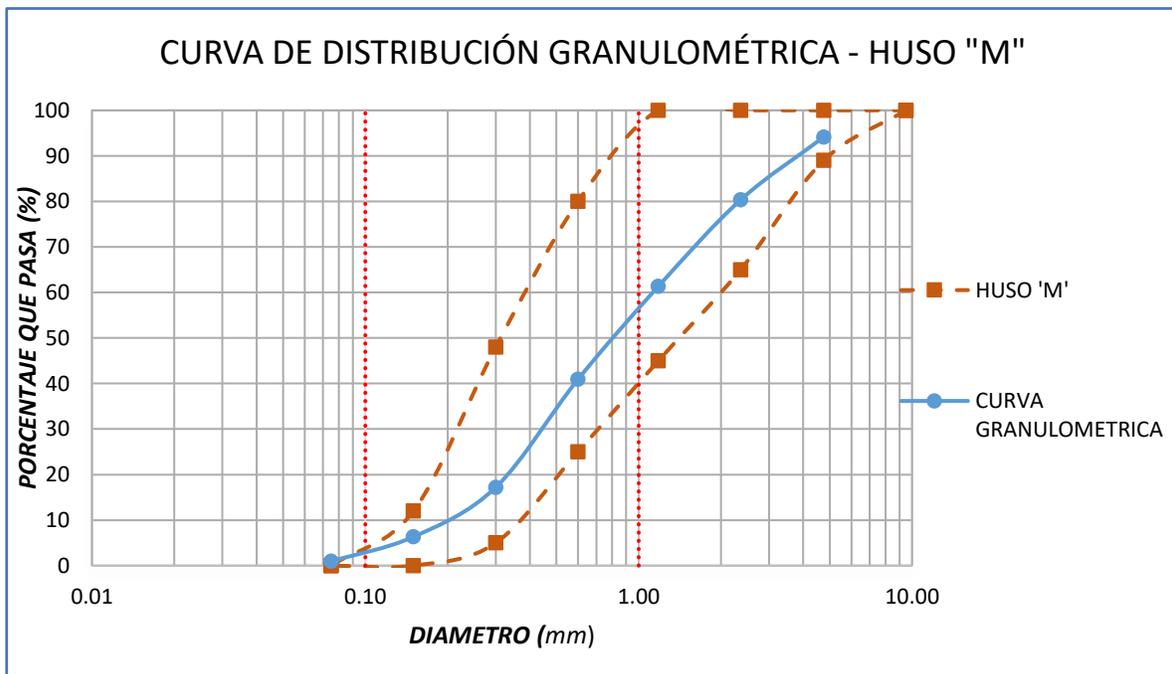


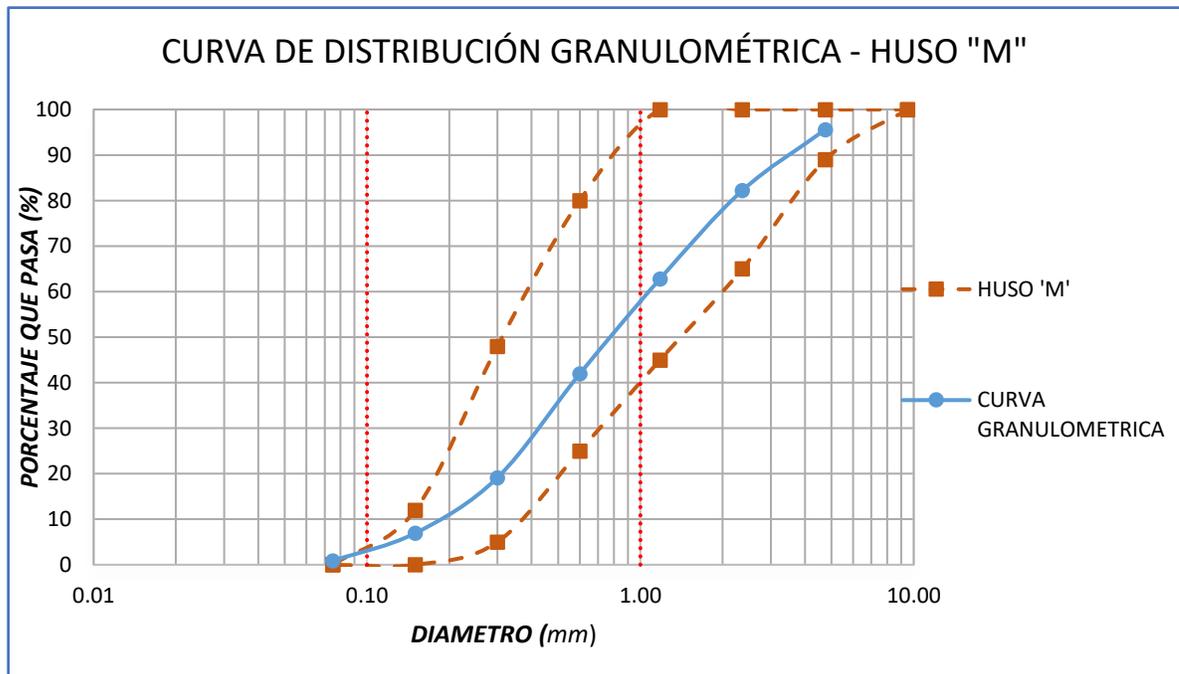
Tabla N° 32

Ensayo M-03 - Análisis Granulométrico del Agregado Fino

AGREGADO FINO		PESO MUESTRA SECA, Ws (g)			1500.00
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	% QUE PASA	
N° Malla	(mm)	RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
N° 4	4.750	66	4.40	4.40	95.60
N° 8	2.360	201	13.40	17.80	82.20
N° 16	1.180	291	19.40	37.20	62.80
N° 30	0.600	313	20.87	58.07	41.93
N° 50	0.300	342	22.80	80.87	19.13
N° 100	0.150	183	12.20	93.07	6.93
N° 200	0.075	91	6.07	99.13	0.87
CAZOLETA		13	0.87	100.00	0.00
TOTAL		1500	100.00		
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO				2.91	

Figura N° 15

Ensayo M-03: Curva De Distribución Granulométrica del Agregado Fino.



MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO PROMEDIO

2.98

2. Peso Específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)

Tabla N° 33

Peso específico y absorción del agregado fino.

AGREGADO FINO					
ID	Descripción	Ensayo N°			PROMEDIO
		1	2	3	
A	Peso de la fiola (g)	243.0	243.0	243.0	
B	Peso de la fiola + agua hasta el menisco (g)	1202.0	1199.0	1203.0	
C	Peso de la fiola + agua + muestra (g)	1515.0	1514.0	1515.0	
D	Peso de la muestra superficialmente seca (g)	500.0	500.0	500.0	
E	Peso de la muestra secada al horno (g)	493.8	494.2	493.4	
F	Volumen de agua añadida al frasco (g)	313.0	315.0	312.0	
G	PESO ESPECIFICO DE MASA (g/m³)	2.641	2.671	2.624	2.645
H	PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (g/m³)	2.674	2.703	2.660	2.679
I	PESO ESPECIFICO APARENTE (g/m³)	2.731	2.758	2.720	2.736
J	ABSORCION (%)	1.256	1.174	1.338	1.256

3. Peso unitario del agregado fino

3.1. Peso específico del agua

Tabla N° 34

Peso Específico del agua – Agregado Fino

AGREGADO FINO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso de la fiola (g)	244.0	243.0	243.0
B	Peso de la fiola + agua (g)	1241.0	1240.0	1241.0
C	volumen de la fiola (cm ³)	1000.0	1000.0	1000.0
D	Peso Específico (g/cm ³)	0.997	0.997	0.998
PESO ESPECIFICO PROMEDIO			0.997	

3.2. Factor "f" del recipiente

Tabla N° 35

Factor "f" del recipiente del Agregado Fino

AGREGADO FINO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso del molde (g)	3876.0	3876.0	3875.0
B	Peso del molde + agua (g)	6811.0	6818.0	6815.0
C	Peso del agua (Kg)	2.935	2.942	2.940
D	Factor "f" (1/m ³)	340.72	339.90	340.14
FACTOR "f" PROMEDIO		340.252		

3.3. Peso unitario suelto seco (Norma ASTM C 29 o NTP 400.017)

Tabla N° 36

Peso unitario suelto seco del Agregado Fino

AGREGADO FINO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso del recipiente (g)	3875.0	3875.0	3876.0
B	Peso de la muestra suelta + recipiente (g)	8714.0	8823.0	8795.0
C	Peso de la muestra suelta (g)	4839.0	4948.0	4919.0
D	Factor (f)	340.252	340.252	340.252
E	Peso unitario suelto (g/cm ³)	1.646	1.684	1.674
PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO		1.668		

3.4. Peso unitario suelto compactado (Norma ASTM C 29 o NTP 400.017)

Tabla N° 37

Peso unitario seco compactado del Agregado Fino

AGREGADO FINO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso del recipiente (g)	3875.0	3875.0	3876.0
B	Peso de la muestra compactado + recipiente (g)	9287.0	9306.0	9290.0
C	Peso de la muestra compactada (g)	5412.0	5431.0	5414.0
D	Factor (f)	340.252	340.252	340.252
E	Peso unitario seco compactado (g/cm ³)	1.841	1.848	1.842
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO PROMEDIO			1.844	

4. Contenido de humedad (Norma ASTM C 566 o NTP 339.185)

Tabla N° 38

Peso unitario seco compactado del Agregado Fino

AGREGADO FINO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	79.0	80.0	79.0
B	Peso Tara más muestra húmeda (g)	579.0	580.0	579.0
C	Peso Tara más muestra seca (g)	549.0	552.0	554.0
D	Peso muestra húmeda (g)	500.0	500.0	500.0
E	Peso muestra seca (g)	470.0	472.0	475.0
F	Peso del Agua (g)	30.0	28.0	25.0
G	Contenido de Humedad (W%) =	6.38%	5.93%	5.26%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO			5.86%	

5. Material más fino que pasa el tamiz N° 200 (Norma ASTM C 117 o NTP 400.018)

Tabla N° 39

Material más fino que pasa el tamiz N° 200 para el Agregado Fino.

AGREGADO FINO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso de la muestra inicial (g)	500.0	500.0	500.0
B	Peso de la muestra lavada con el tamiz N° 200 (g)	487.0	481.0	483.0
C	Peso del material que pasa el tamiz N° 200 (g)	13.0	19.0	17.0
D	Porcentaje que pasa el Tamiz N° 200	2.60	3.80	3.40
PORCENTAJE MATERIAL PROMEDIO QUE PASA EL TAMIZ N° 200			3.27	

B. AGREGADO GRUESO

1. Análisis granulométrico (Norma ASTM C 136 o NTP 400.01)

Tabla N° 40

Ensayo M-01 - Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

AGREGADO GRUESO		PESO MUESTRA SECA, Ws (g)			
TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
N° Malla	(mm)				
1"	25.40	34	1.13	1.13	98.87
3/4"	19.05	144	4.80	5.93	94.07
1/2"	12.70	1249	41.63	47.57	52.43
3/8"	9.53	876	29.20	76.77	23.23
N° 4	4.75	684	22.80	99.57	0.43
CAZOLETA		13	0.43	100.00	0.00
TOTAL		3000	100.00		
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO				6.82	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL				3/4"	

Figura N° 16

Ensayo M-01: Curva De Distribución Granulométrica del Agregado Grueso.

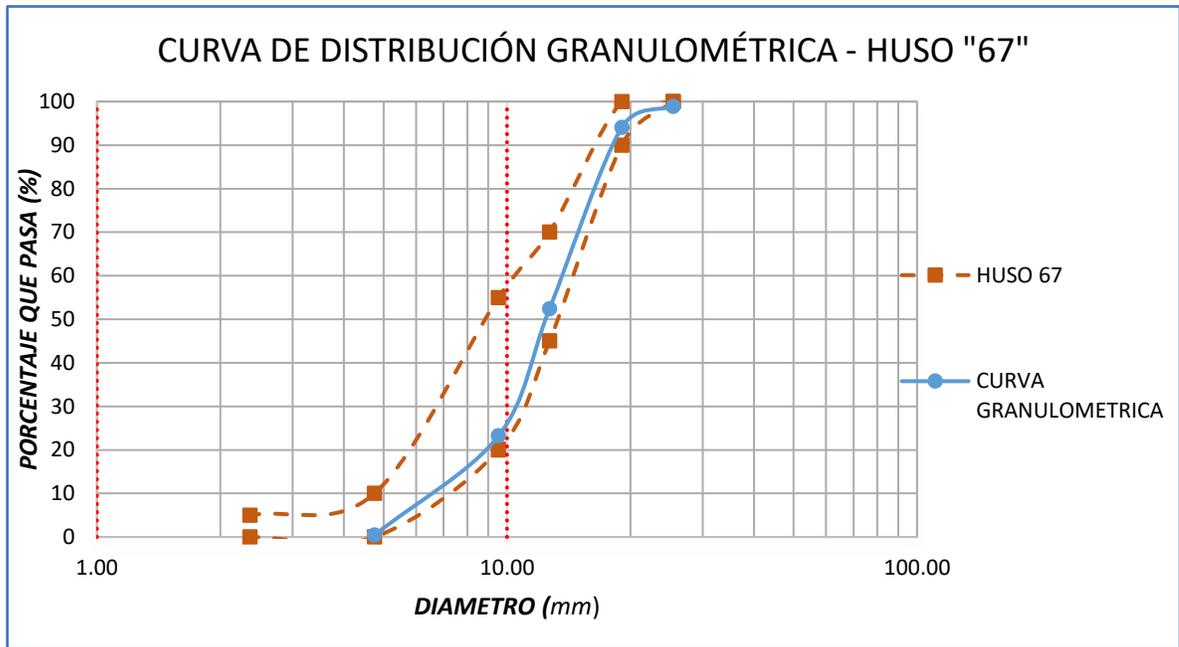


Tabla N° 41

Ensayo M-02 - Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

AGREGADO GRUESO		PESO MUESTRA SECA, Ws (g)			3000.00
TAMIZ N° Malla	(mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
1"	25.40	22	0.73	0.73	99.27
3/4"	19.05	117	3.90	4.63	95.37
1/2"	12.70	1280	42.67	47.30	52.70
3/8"	9.53	876	29.20	76.50	23.50
N° 4	4.75	691	23.03	99.53	0.47
CAZOLETA		14	0.47	100.00	0.00
TOTAL		3000	100.00		
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO				6.81	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL				3/4"	

Figura N° 17

Ensayo M-02: Curva De Distribución Granulométrica del Agregado Grueso.

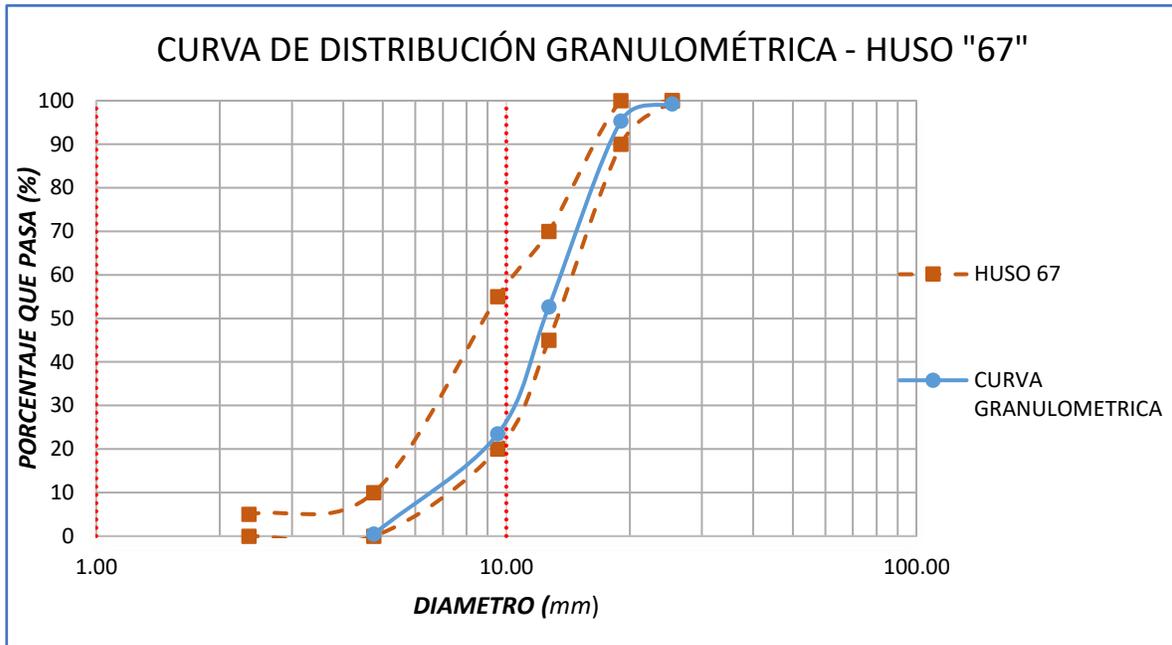


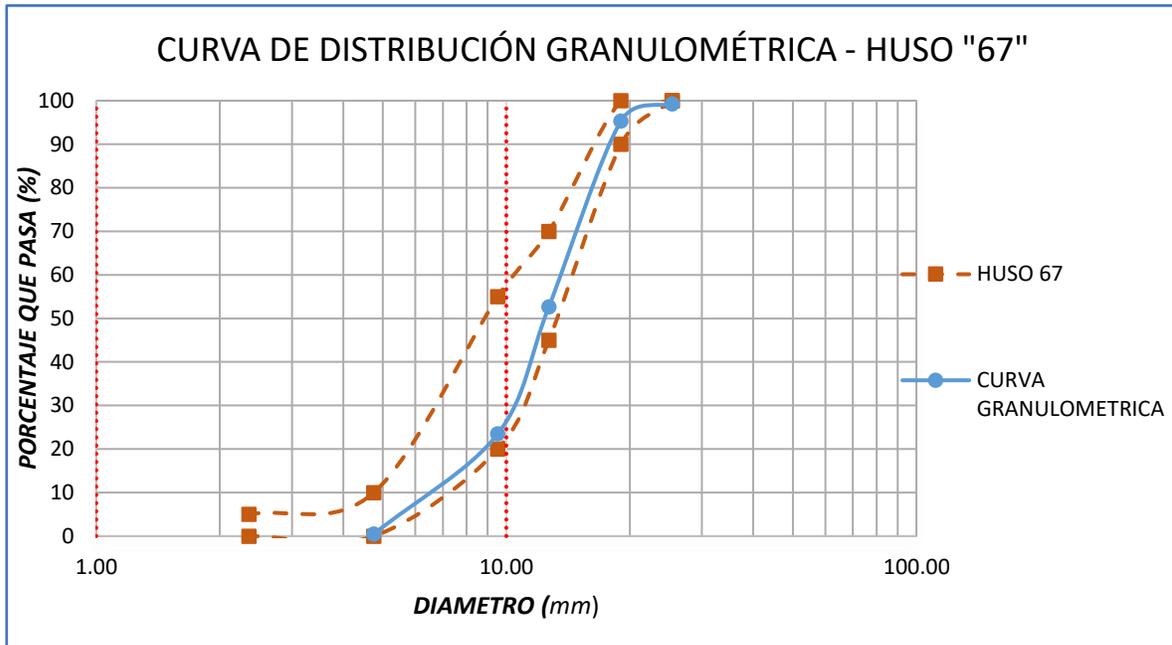
Tabla N° 42

Ensayo M-03 - Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.

AGREGADO GRUESO			PESO MUESTRA SECA, W_s (g)		3000.00
TAMIZ	PESO		%	% RETENIDO	% QUE PASA
N° Malla	(mm)	RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
1"	25.40	27	0.90	0.90	99.10
3/4"	19.05	140	4.67	5.57	94.43
1/2"	12.70	1270	42.33	47.90	52.10
3/8"	9.53	862	28.73	76.63	23.37
N° 4	4.75	684	22.80	99.43	0.57
CAZOLETA		17	0.57	100.00	0.00
TOTAL		3000	100.00		
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO				6.82	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL				3/4"	

Figura N° 18

Ensayo M- 03: Curva De Distribución Granulométrica del Agregado Grueso.



2. Peso Específico y absorción del agregado grueso (Norma ASTM C 128 o NTP 400.022)

Tabla N° 43

Peso específico y absorción del agregado grueso.

AGREGADO GRUESO					
ID	Descripción	Ensayo N°			PROMEDIO
		1	2	3	
A	Peso de la muestra SSS + canastilla (g)	3747.0	3752.0	3749.0	
B	Peso de la canastilla sumergida (g)	2045.0	2052.0	2063.0	
C	Peso de la muestra superficialmente seca (g)	3000.0	3000.0	3000.0	
D	Peso de la muestra secada al horno (g)	2972.0	2967.0	2965.0	
E	Peso de la muestra sumergida en el agua (g)	1702.0	1700.0	1686.0	
F	Peso Específico De Masa (g/m³)	2.290	2.282	2.256	2.276
G	Peso Específico De Masa Saturado Superficialmente Seco (g/m³)	2.311	2.308	2.283	2.301
H	Peso Específico Aparente (g/m³)	2.340	2.342	2.318	2.333
I	Absorción (%)	0.942	1.112	1.180	1.08

3. Peso unitario del agregado fino

3.1. Factor "f" del recipiente

Tabla N° 44

Factor "f" del recipiente del Agregado Grueso.

AGREGADO GRUESO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso del molde (g)	4193.0	4193.0	4193.0
B	Peso del molde + agua (g)	13963.0	13961.0	13958.0
C	Peso del agua (Kg)	9.770	9.768	9.765
D	Factor "f" (1/m ³)	102.35	102.38	102.41
Factor "f" Promedio		102.379		

3.2. Peso unitario suelto seco (Norma ASTM C 29 o NTP 400.017)

Tabla N° 45

Peso unitario suelto seco del Agregado Grueso.

AGREGADO GRUESO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso del recipiente (g)	4193.0	4193.0	4193.0
B	Peso de la muestra suelta + recipiente (g)	17832.0	17841.0	17837.0
C	Peso de la muestra suelta (g)	13639.0	13648.0	13644.0
D	Factor (f)	102.379	102.379	102.379
E	Peso unitario suelto (g/cm ³)	1.396	1.397	1.397
Peso Unitario Suelto Promedio (Kg/m³)		1396.825		

3.3. Peso unitario suelto compactado (Norma ASTM C 29 o NTP 400.017)

Tabla N° 46

Peso unitario seco compactado Agregado Grueso

AGREGADO GRUESO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso del recipiente (g)	4193.0	4193.0	4193.0
B	Peso de la muestra compactado + recipiente (g)	18890.0	18884.0	18898.0
C	Peso de la muestra compactada (g)	14697.0	14691.0	14705.0
D	Factor (f)	102.379	102.379	102.379
E	Peso unitario seco compactado (g/cm ³)	1.505	1.504	1.505
Peso Unitario Seco Compactado Promedio (Kg/m³)			1504.7	

4. Contenido de humedad (Norma ASTM C 566 o NTP 339.185)

Tabla N° 47

Contenido de humedad del Agregado Grueso.

AGREGADO GRUESO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	134.0	133.0	136.0
B	Peso Tara más muestra húmeda (g)	634.0	633.0	636.0
C	Peso Tara más muestra seca (g)	621.0	618.0	624.0
D	Peso muestra húmeda (g)	500.0	500.0	500.0
E	Peso muestra seca (g)	487.0	485.0	488.0
F	Peso del Agua (g)	13.0	15.0	12.0
G	Contenido de Humedad (W%) =	2.67%	3.09%	2.46%
Contenido De Humedad Promedio			2.74%	

5. Material más fino que pasa el tamiz N° 200 (Norma ASTM C 117 o NTP 400.018)

Tabla N° 48

Material más fino que pasa el tamiz N° 200 para el Agregado Grueso.

AGREGADO GRUESO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso de la muestra inicial (g)	500.0	500.0	500.0
B	Peso de la muestra lavada con el tamiz N° 200 (g)	498.0	497.0	498.0
C	Peso del material que pasa el tamiz N° 200 (g)	2.0	3.0	2.0
D	Porcentaje que pasa el Tamiz N° 200	0.40	0.60	0.40
Porcentaje Material Promedio Que Pasa El Tamiz N° 200			0.47	

6. Resistencia a la abrasión (Norma ASTM C 131 o NTP 400.019)

Tabla N° 49

Abrasión del agregado grueso.

Gradación	Equipo Mecánico	N° de	Velocidad	N° de	Tamaño	Peso de la Muestra en (g.)
		Esferas	(rev. /min)	Revoluciones	Máx. Nominal	
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500	3/4"	5000
N° DE ENSAYOS				1°	2°	3°
Peso Inicial de la muestra seca al horno (g.)				5000	5000	5000
Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)				3566	3574	3578
$\% \text{ Digs.} = ((P_i - P_a) / P_i) \times 100$				28.68	28.52	28.44
Abrasión % Desgaste Promedio					29	

ANEXO N° 02: DISEÑO DE MEZCLA.

DISEÑO DE MEZCLA			
<p>TESIS: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO PARA UN $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Y $f'c=280\text{kg/cm}^2$, UTILIZANDO CEMENTO PACASMAYO EXTRAFORTE - ECOSACO EXTRAFORTE A DIFERENTES TIEMPOS DE MEZCLADO"</p>			
<p>TESISTA: BACH. CHRISTIAN ERNESTO CHÁVEZ LÓPEZ</p>			
<p>ASESOR: DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO</p>			
<p>CANTERA: "AGUILAR"</p>			
<p>DISEÑO: CONCRETO CON $F'C=210\text{ KG/CM}^2$</p>			
MATERIALES			
<p>CEMENTO: CEMENTO PACASMAYO EXTRAFORTE Y ECOSACO EXTRAFORTE</p>			
<p>Peso Específico: 3.12 Kg/cm²</p>			
<p>AGUA: POTABLE DE LA RED PUBLICA DE CAJAMARCA</p>			
<p>AGREGADOS:</p>			
PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO
Tamaño Máximo Nominal:	-		3/4"
Peso Específico de masa:	2.645	g/cm ³	2.276 g/cm ³
Peso Específico saturado superficialmente seco:	2.679	g/cm ³	2.301 g/cm ³
Peso específico aparente:	2.736	g/cm ³	2.333 g/cm ³
Peso unitario suelto:	1668	kg/m ³	1396 kg/m ³
Peso unitario compactado:	1844	kg/m ³	1504 kg/m ³
Contenido de humedad (%)	5.86		2.74
Absorción (%):	1.256		1.08
Módulo de finura:	2.98		6.82
Abrasión (%)	-		28.547
Porcentaje que pasa la Malla N°200:	3.27		0.47

PROCEDIMIENTO			
Datos iniciales:			
f'c=	210	kg/cm ²	
f'cr=	294	kg/cm ²	
Asentamiento:	3" - 4"		
Volumen de agua:	205	lts	
Aire Total:	2	%	
Relacion a/c:	0.56		
Factor Cemento: 367.120 Kg/m ³			
<i>Volumenes absolutos:</i>			
Cemento =	0.117667	m ³	
Agua de diseño =	0.205	m ³	
Aire =	0.02	m ³	
Agregado Grueso=	0.398	m ³	
Volumen de Agregado Fino=	0.2595	m ³	
<i>Materiales De Diseño:</i>			
Cemento =	367.120	kg	
Agua de diseño =	205	lt	
Agregado fino seco =	686.447	kg	
Agregado grueso seco =	905.408	kg	
Aire total =	2	%	
<i>Materiales de Diseño Corregidos para m³</i>			
Cemento =	367	kg	
Agua efectiva =	158	lt	
Agregado fino humedo=	727	kg	
Agregado grueso humedo =	930	kg	
Aire total =	2.00	%	
Proporcionamiento en Peso 1 : 1.98 : 2.53 / 18.33 lt/bls			
<i>Peso del agregado grueso:</i>		905.408 Kg/m ³	
<i>Correccion por humedad de los agregados:</i>			
AF=	726.673	Kg/m ³	
AG=	930.216	Kg/m ³	
<i>Aporte de humedad de los agregados:</i>			
AF=	31.604	lts/m ³	
AG=	15.030	lts/m ³	

DISEÑO DE MEZCLA

TESIS: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO PARA UN $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Y $f'c=280\text{kg/cm}^2$, UTILIZANDO CEMENTO PACASMAYO EXTRAFORTE - ECOSACO EXTRAFORTE A DIFERENTES TIEMPOS DE MEZCLADO"

TESISTA: BACH. CHRISTIAN ERNESTO CHÁVEZ LÓPEZ

DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA

ASESOR: MORENO

CANTERA: "AGUILAR"

DISEÑO: CONCRETO CON $F'C=280\text{ KG/CM}^2$

MATERIALES

CEMENTO: CEMENTO PACASMAYO EXTRAFORTE Y ECOSACO EXTRAFORTE
Kg/cm

Peso Específico: 3.12 2

AGUA: POTABLE DE LA RED PUBLICA DE CAJAMARCA

AGREGADOS

:

PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Tamaño Máximo Nominal:	-		3/4"	
Peso Específico de masa:	2.645	g/cm ³	2.276	g/cm ³
Peso Específico saturado superficialmente seco:	2.679	g/cm ³	2.301	g/cm ³
Peso específico aparente:	2.736	g/cm ³	2.333	g/cm ³
Peso unitario suelto:	1668	kg/m ³	1396	kg/m ³
Peso unitario compactado:	1844	kg/m ³	1504	kg/m ³
Contenido de humedad (%)	5.86		2.74	
Absorción (%):	1.256		1.08	
Módulo de finura:	2.98		6.82	
Abrasión (%)	-		28.547	
Porcentaje que pasa la Malla N°200:	3.27		0.47	

PROCEDIMIENTO			
Datos iniciales:			
f'c=	280	kg/cm ²	
f'cr=	364	kg/cm ²	
Asentamiento:	3" - 4"		
Volumen de agua:	205		lts
Aire Total:	2		%
Relacion a/c:	0.47		
Factor Cemento: 439.914 Kg/m ³			
<i>Volumenes absolutos:</i>			
Cemento =	0.140998	m ³	
Agua de diseño =	0.205	m ³	
Aire =	0.02	m ³	
Agregado Grueso=	0.398	m ³	
Volumen de Agregado Fino= 0.2362 m ³			
<i>Materiales De Diseño:</i>			
Cemento =	439.914	kg	
Agua de diseño =	205	lt	
Agregado fino seco =	624.737	kg	
Agregado grueso seco =	905.408	kg	
Aire total =	2	%	
<i>Materiales de Diseño Corregidos para m³</i>			
Cemento =	440	kg	
Agua efectiva =	161	lt	
Agregado fino humedo=	661	kg	
Agregado grueso humedo =	930	kg	
Aire total =	2.00	%	
Proporcionamiento en Peso 1 : 1.50 : 2.11 / 15.57 lt/bls			
<i>Peso del agregado grueso:</i>		905.408 Kg/m ³	
<i>Correccion por humedad de los agregados:</i>			
AF=	661.346	Kg/m ³	
AG=	930.216	Kg/m ³	
<i>Aporte de humedad de los agregados:</i>			
AF=	28.763	lts/m ³	
AG=	15.030	lts/m ³	

ANEXO N° 03: RESULTADOS DE ENSAYO DE PESO UNITARIO

1. PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Tabla N° 50

Calculo del peso unitario del concreto fresco utilizando el tipo de cemento Pacasmayo Extra Forte - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO F'C=210 kg/cm ² - ESTADO FRESCO - CON EXTRAFORTE								
TIEMPO DE MEZCLADO	MUESTRA	DIAM. (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (m ³)	PESO MOLDE (kg)	PESO MOLDE + CONCRETO (kg)	PESO CONCRETO (kg)	PESO UNITARIO (kg/m ³)
2 min	M-1 (2 min) - 210	15.19	30.10	0.005455	8.646	21.669	13.023	2387.48
	M-2 (2 min) - 210	15.11	30.05	0.005388	7.305	20.153	12.848	2384.36
	M-3 (2 min) - 210	15.15	30.12	0.005430	8.643	21.478	12.835	2363.88
	M-4 (2 min) - 210	15.12	30.12	0.005408	8.513	21.345	12.832	2372.72
	M-5 (2 min) - 210	15.16	30.14	0.005440	8.559	21.532	12.973	2384.56
4 min	M-1 (4 min) - 210	15.18	30.20	0.005466	7.293	20.352	13.059	2389.29
	M-2 (4 min) - 210	15.20	30.10	0.005462	8.594	21.568	12.974	2375.36
	M-3 (4 min) - 210	15.16	30.12	0.005437	8.212	21.125	12.913	2375.11
	M-4 (4 min) - 210	15.08	30.08	0.005372	8.314	21.178	12.864	2394.45
	M-5 (4 min) - 210	15.12	30.10	0.005405	8.408	21.315	12.907	2388.17
6 min	M-1 (6 min) - 210	15.18	30.18	0.005462	7.810	20.756	12.946	2370.19
	M-2 (6 min) - 210	15.18	30.12	0.005451	8.495	21.512	13.017	2387.94
	M-3 (6 min) - 210	15.13	30.16	0.005422	7.290	20.215	12.925	2383.59
	M-4 (6 min) - 210	15.08	30.12	0.005380	8.314	21.087	12.773	2374.35
	M-5 (6 min) - 210	15.10	30.15	0.005399	8.419	21.217	12.798	2370.34

Tabla N° 51

Calculo del peso unitario del concreto fresco utilizando el tipo de cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO F'C=280 kg/cm² - ESTADO FRESCO - CON EXTRAFORTE								
TIEMPO DE MEZCLADO	MUESTRA	DIAM. (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (m3)	PESO MOLDE (kg)	PESO MOLDE + CONCRETO (kg)	PESO CONCRETO (kg)	PESO UNITARIO (kg/m³)
2 min	M-1 (2 min) - 280	15.19	30.10	0.005455	8.646	21.636	12.990	2381.43
	M-2 (2 min) - 280	15.11	30.05	0.005388	7.305	20.155	12.850	2384.73
	M-3 (2 min) - 280	15.15	30.12	0.005430	8.643	21.564	12.921	2379.72
	M-4 (2 min) - 280	15.12	30.12	0.005408	8.513	21.417	12.904	2386.03
	M-5 (2 min) - 280	15.16	30.14	0.005440	8.559	21.604	13.045	2397.80
4 min	M-1 (4 min) - 280	15.18	30.20	0.005466	7.293	20.307	13.014	2381.06
	M-2 (4 min) - 280	15.20	30.10	0.005462	8.594	21.570	12.976	2375.73
	M-3 (4 min) - 280	15.16	30.12	0.005437	8.212	21.215	13.003	2391.66
	M-4 (4 min) - 280	15.08	30.08	0.005372	8.314	21.150	12.836	2389.24
	M-5 (4 min) - 280	15.12	30.10	0.005405	8.408	21.287	12.879	2382.99
6 min	M-1 (6 min) - 280	15.18	30.18	0.005462	7.810	20.816	13.006	2381.17
	M-2 (6 min) - 280	15.18	30.12	0.005451	8.495	21.512	13.017	2387.94
	M-3 (6 min) - 280	15.13	30.16	0.005422	7.290	20.279	12.989	2395.39
	M-4 (6 min) - 280	15.08	30.12	0.005380	8.314	21.159	12.845	2387.74
	M-5 (6 min) - 280	15.10	30.15	0.005399	8.419	21.289	12.870	2383.68

Tabla N° 52

Calculo del peso unitario del concreto fresco utilizando el tipo de cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

CONCRETO F'C=210 kg/cm2 - ESTADO FRESCO - CON ECOSACO								
TIEMPO DE MEZCLADO	MUESTRA	DIAM. (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (m³)	PESO MOLDE (kg)	PESO MOLDE + CONCRETO (kg)	PESO CONCRETO (kg)	PESO UNITARIO (kg/m³)
2 min	M-1 (2 min) - 210	15.18	30.18	0.005462	8.666	21.682	13.02	2383.00
	M-2 (2 min) - 210	15.20	30.12	0.005466	8.215	21.265	13.05	2387.69
	M-3 (2 min) - 210	15.12	30.16	0.005415	8.636	21.560	12.92	2386.56
	M-4 (2 min) - 210	15.08	30.12	0.005380	8.412	21.289	12.88	2393.69
	M-5 (2 min) - 210	15.14	30.08	0.005415	8.352	21.254	12.90	2382.53
4 min	M-1 (4 min) - 210	15.19	30.20	0.005473	8.218	21.209	12.99	2373.72
	M-2 (4 min) - 210	15.11	30.10	0.005397	8.669	21.512	12.84	2379.48
	M-3 (4 min) - 210	15.15	30.12	0.005430	8.663	21.558	12.90	2374.93
	M-4 (4 min) - 210	15.11	30.14	0.005405	8.415	21.312	12.90	2386.31
	M-5 (4 min) - 210	15.08	30.15	0.005385	8.374	21.172	12.80	2376.63
6 min	M-1 (6 min) - 210	15.18	30.10	0.005448	8.640	21.595	12.96	2378.14
	M-2 (6 min) - 210	15.18	30.05	0.005438	8.283	21.182	12.90	2371.80
	M-3 (6 min) - 210	15.13	30.12	0.005415	8.613	21.484	12.87	2376.78
	M-4 (6 min) - 210	15.10	30.14	0.005397	8.512	21.356	12.84	2379.65
	M-5 (6 min) - 210	15.14	30.06	0.005412	8.180	21.122	12.94	2391.50

Tabla N° 53

Calculo del peso unitario del concreto fresco utilizando el tipo de cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

CONCRETO F'C=280 kg/cm² - ESTADO FRESCO - CON ECOSACO								
TIEMPO DE MEZCLADO	MUESTRA	DIAM. (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (m³)	PESO MOLDE (kg)	PESO MOLDE + CONCRETO (kg)	PESO CONCRETO (kg)	PESO UNITARIO (kg/m³)
2 min	M-1 (2 min) - 280	15.18	30.18	0.005462	8.666	21.686	13.02	2383.74
	M-2 (2 min) - 280	15.20	30.12	0.005466	8.215	21.282	13.07	2390.80
	M-3 (2 min) - 280	15.12	30.16	0.005415	8.636	21.495	12.86	2374.56
	M-4 (2 min) - 280	15.08	30.12	0.005380	8.412	21.242	12.83	2384.95
	M-5 (2 min) - 280	15.14	30.08	0.005415	8.352	21.315	12.96	2393.79
4 min	M-1 (4 min) - 280	15.19	30.20	0.005473	8.218	21.303	13.09	2390.90
	M-2 (4 min) - 280	15.11	30.10	0.005397	8.669	21.586	12.92	2393.19
	M-3 (4 min) - 280	15.15	30.12	0.005430	8.663	21.604	12.94	2383.40
	M-4 (4 min) - 280	15.11	30.14	0.005405	8.415	21.274	12.86	2379.28
	M-5 (4 min) - 280	15.08	30.15	0.005385	8.374	21.212	12.84	2384.06
6 min	M-1 (6 min) - 280	15.18	30.10	0.005448	8.640	21.628	12.99	2384.20
	M-2 (6 min) - 280	15.18	30.05	0.005438	8.283	21.283	13.00	2390.37
	M-3 (6 min) - 280	15.13	30.12	0.005415	8.613	21.524	12.91	2384.17
	M-4 (6 min) - 280	15.10	30.14	0.005397	8.512	21.422	12.91	2391.88
	M-5 (6 min) - 280	15.14	30.06	0.005412	8.180	21.113	12.93	2389.84

2. PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Tabla N° 54

Calculo del peso unitario del concreto endurecido utilizando el tipo de cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=210$ kg/cm².

CONCRETO F'C=210 kg/cm ² - ESTADO ENDURECIDO - CON EXTRAFORTE								
TIEMPO DE MEZCLADO	MUESTRA	DIAM. (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (m ³)	PESO MOLDE (kg)	PESO MOLDE + CONCRETO (kg)	PESO CONCRETO (kg)	PESO UNITARIO (kg/m ³)
2 min	M-1 (2 min) - 210	15.19	30.10	0.005455	8.646	21.591	12.945	2373.18
	M-2 (2 min) - 210	15.11	30.05	0.005388	7.305	20.090	12.785	2372.67
	M-3 (2 min) - 210	15.15	30.12	0.005430	8.643	21.472	12.829	2362.78
	M-4 (2 min) - 210	15.12	30.12	0.005408	8.513	21.298	12.785	2364.03
	M-5 (2 min) - 210	15.16	30.14	0.005440	8.559	21.482	12.923	2375.37
4 min	M-1 (4 min) - 210	15.18	30.20	0.005466	7.293	20.276	12.983	2375.39
	M-2 (4 min) - 210	15.20	30.10	0.005462	8.594	21.491	12.897	2361.27
	M-3 (4 min) - 210	15.16	30.12	0.005437	8.212	21.092	12.880	2369.04
	M-4 (4 min) - 210	15.08	30.08	0.005372	8.314	21.097	12.783	2379.37
	M-5 (4 min) - 210	15.12	30.10	0.005405	8.408	21.195	12.787	2365.97
6 min	M-1 (6 min) - 210	15.18	30.18	0.005462	7.810	20.748	12.938	2368.72
	M-2 (6 min) - 210	15.18	30.12	0.005451	8.495	21.427	12.932	2372.34
	M-3 (6 min) - 210	15.13	30.16	0.005422	7.290	20.157	12.867	2372.89
	M-4 (6 min) - 210	15.08	30.12	0.005380	8.314	21.081	12.767	2373.24
	M-5 (6 min) - 210	15.10	30.15	0.005399	8.419	21.198	12.779	2366.82

Tabla N° 55

Calculo del peso unitario del concreto endurecido utilizando el tipo de cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=280$ kg/cm².

CONCRETO F'C=280 kg/cm² - ESTADO ENDURECIDO - CON EXTRAFORTE								
TIEMPO DE MEZCLADO	MUESTRA	DIAM. (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (m³)	PESO MOLDE (kg)	PESO MOLDE + CONCRETO (kg)	PESO CONCRETO (kg)	PESO UNITARIO (kg/m³)
2 min	M-1 (2 min) - 280	15.19	30.10	0.005455	8.646	21.580	12.934	2371.16
	M-2 (2 min) - 280	15.11	30.05	0.005388	7.305	20.099	12.794	2374.34
	M-3 (2 min) - 280	15.15	30.12	0.005430	8.643	21.512	12.869	2370.14
	M-4 (2 min) - 280	15.12	30.12	0.005408	8.513	21.370	12.857	2377.34
	M-5 (2 min) - 280	15.16	30.14	0.005440	8.559	21.554	12.995	2388.61
4 min	M-1 (4 min) - 280	15.18	30.20	0.005466	7.293	20.251	12.958	2370.81
	M-2 (4 min) - 280	15.20	30.10	0.005462	8.594	21.496	12.902	2362.18
	M-3 (4 min) - 280	15.16	30.12	0.005437	8.212	21.159	12.947	2381.36
	M-4 (4 min) - 280	15.08	30.08	0.005372	8.314	21.085	12.771	2377.14
	M-5 (4 min) - 280	15.12	30.10	0.005405	8.408	21.267	12.859	2379.29
6 min	M-1 (6 min) - 280	15.18	30.18	0.005462	7.810	20.789	12.979	2376.23
	M-2 (6 min) - 280	15.18	30.12	0.005451	8.495	21.415	12.920	2370.14
	M-3 (6 min) - 280	15.13	30.16	0.005422	7.290	20.217	12.927	2383.96
	M-4 (6 min) - 280	15.08	30.12	0.005380	8.314	21.128	12.814	2381.97
	M-5 (6 min) - 280	15.10	30.15	0.005399	8.419	21.270	12.851	2380.16

Tabla N° 56

Calculo del peso unitario del concreto endurecido utilizando el tipo de cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=210$ kg/cm².

CONCRETO F'C=210 kg/cm² - ESTADO ENDURECIDO - CON ECOSACO								
TIEMPO DE MEZCLADO	MUESTRA	DIAM. (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (m³)	PESO MOLDE (kg)	PESO MOLDE + CONCRETO (kg)	PESO CONCRETO (kg)	PESO UNITARIO (kg/m³)
2 min	M-1 (2 min) - 210	15.18	30.18	0.005462	8.666	21.641	12.98	2375.50
	M-2 (2 min) - 210	15.20	30.12	0.005466	8.215	21.191	12.98	2374.15
	M-3 (2 min) - 210	15.12	30.16	0.005415	8.636	21.496	12.86	2374.74
	M-4 (2 min) - 210	15.08	30.12	0.005380	8.412	21.233	12.82	2383.28
	M-5 (2 min) - 210	15.14	30.08	0.005415	8.352	21.198	12.85	2372.18
4 min	M-1 (4 min) - 210	15.19	30.20	0.005473	8.218	21.185	12.97	2369.34
	M-2 (4 min) - 210	15.11	30.10	0.005397	8.669	21.488	12.82	2375.03
	M-3 (4 min) - 210	15.15	30.12	0.005430	8.663	21.528	12.87	2369.41
	M-4 (4 min) - 210	15.11	30.14	0.005405	8.415	21.256	12.84	2375.95
	M-5 (4 min) - 210	15.08	30.15	0.005385	8.374	21.162	12.79	2374.78
6 min	M-1 (6 min) - 210	15.18	30.10	0.005448	8.640	21.581	12.94	2375.57
	M-2 (6 min) - 210	15.18	30.05	0.005438	8.283	21.168	12.89	2369.23
	M-3 (6 min) - 210	15.13	30.12	0.005415	8.613	21.432	12.82	2367.18
	M-4 (6 min) - 210	15.10	30.14	0.005397	8.512	21.314	12.80	2371.87
	M-5 (6 min) - 210	15.14	30.06	0.005412	8.180	21.091	12.91	2385.77

Tabla N° 57

Calculo del peso unitario del concreto endurecido utilizando el tipo de cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=280$ kg/cm².

CONCRETO F'C=280 kg/cm² - ESTADO ENDURECIDO - CON ECOSACO								
TIEMPO DE MEZCLADO	MUESTRA	DIAM. (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (m³)	PESO MOLDE (kg)	PESO MOLDE + CONCRETO (kg)	PESO CONCRETO (kg)	PESO UNITARIO (kg/m³)
2 min	M-1 (2 min) - 280	15.18	30.18	0.005462	8.666	21.668	13.00	2380.44
	M-2 (2 min) - 280	15.20	30.12	0.005466	8.215	21.244	13.03	2383.85
	M-3 (2 min) - 280	15.12	30.16	0.005415	8.636	21.457	12.82	2367.54
	M-4 (2 min) - 280	15.08	30.12	0.005380	8.412	21.218	12.81	2380.49
	M-5 (2 min) - 280	15.14	30.08	0.005415	8.352	21.285	12.93	2388.25
4 min	M-1 (4 min) - 280	15.19	30.20	0.005473	8.218	21.235	13.02	2378.47
	M-2 (4 min) - 280	15.11	30.10	0.005397	8.669	21.558	12.89	2388.00
	M-3 (4 min) - 280	15.15	30.12	0.005430	8.663	21.536	12.87	2370.88
	M-4 (4 min) - 280	15.11	30.14	0.005405	8.415	21.236	12.82	2372.25
	M-5 (4 min) - 280	15.08	30.15	0.005385	8.374	21.156	12.78	2373.66
6 min	M-1 (6 min) - 280	15.18	30.10	0.005448	8.640	21.574	12.93	2374.29
	M-2 (6 min) - 280	15.18	30.05	0.005438	8.283	21.245	12.96	2383.38
	M-3 (6 min) - 280	15.13	30.12	0.005415	8.613	21.496	12.88	2379.00
	M-4 (6 min) - 280	15.10	30.14	0.005397	8.512	21.388	12.88	2385.58
	M-5 (6 min) - 280	15.14	30.06	0.005412	8.180	21.076	12.90	2383.00

ANEXO N° 04: RESULTADO DE ENSAYOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

1. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA F'C=210 KG/CM² USANDO CEMENTO PACASMAYO EXTRAFORTE.

Tabla N° 58

Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 2 min y cemento Pacasmayo Extraforte - f'c=210 kg/cm².

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO							
F'C DE DISEÑO	210	kg/cm ²	TIPO DE CEMENTO		Pacasmayo Extraforte		
TIEMPO DE MEZCLADO	2	Min					
EDAD	28	días					
CODIGO	DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA		F'C OBTENIDA (kg/cm ²)	% DEL F'C	TIPO DE FALLA
			Tn	Kn			
M-1 (2 min) - 210	15.19	181.22	35	343.97	193.55	92.17%	5
M-2 (2 min) - 210	15.11	179.32	34	332.69	189.19	90.09%	6
M-3 (2 min) - 210	15.15	180.27	36	355.25	200.95	95.69%	5
M-4 (2 min) - 210	15.12	179.55	36	353.37	200.68	95.56%	5
M-5 (2 min) - 210	15.16	180.50	37	359.01	202.81	96.58%	5

Tabla N° 59

Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 4 min y cemento Pacasmayo Extraforte - f'c=210 kg/cm².

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO							
F'C DE DISEÑO	210	kg/cm ²	TIPO DE CEMENTO		Pacasmayo Extraforte		
TIEMPO DE MEZCLADO	4	Min					
EDAD	28	días					
CODIGO	DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA		F'C OBTENIDA (kg/cm ²)	% DEL F'C	TIPO DE FALLA
			Tn	Kn			
M-1 (4 min) - 210	15.18	181.0	37	366.53	206.51	98.34%	6
M-2 (4 min) - 210	15.20	181.5	38	372.16	209.14	99.59%	6
M-3 (4 min) - 210	15.16	180.5	38.5	377.80	213.43	101.63%	5
M-4 (4 min) - 210	15.08	178.6	36	355.25	202.82	96.58%	3
M-5 (4 min) - 210	15.12	179.6	36	349.61	198.55	94.55%	5

Tabla N° 60

Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 6 min y cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO							
F'C DE DISEÑO	210	kg/cm ²	TIPO DE CEMENTO		Pacasmayo Extraforte		
TIEMPO DE MEZCLADO	6	Min					
EDAD	28	días					
CODIGO	DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA		F'C OBTENIDA (kg/cm ²)	% DEL F'C	TIPO DE FALLA
			Tn	Kn			
M-1 (6 min) - 210	15.18	181.0	41	406.00	228.75	108.93%	5
M-2 (6 min) - 210	15.18	181.0	42	411.64	231.93	110.44%	5
M-3 (6 min) - 210	15.13	179.8	40	389.08	220.67	105.08%	5
M-4 (6 min) - 210	15.08	178.6	38	372.16	212.48	101.18%	6
M-5 (6 min) - 210	15.10	179.1	44	428.55	244.03	116.20%	3

2. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA $F'C=280\text{ KG/CM}^2$ USANDO CEMENTO PACASMAYO EXTRAFORTE.

Tabla N° 61

Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 2 min y cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=280\text{ kg/cm}^2$.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO							
F'C DE DISEÑO	280	kg/cm ²	TIPO DE CEMENTO		Pacasmayo Extraforte		
TIEMPO DE MEZCLADO	2	Min					
EDAD	28	días					
CODIGO	DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA		F'C OBTENIDA (kg/cm ²)	% DEL F'C	TIPO DE FALLA
			Tn	Kn			
M-1 (2 min) - 210	15.19	181.2	48	473.66	266.53	95.19%	6
M-2 (2 min) - 210	15.11	179.3	45	445.47	253.33	90.47%	5
M-3 (2 min) - 210	15.15	180.3	47	462.39	261.56	93.41%	6
M-4 (2 min) - 210	15.12	179.6	44	428.55	243.38	86.92%	6
M-5 (2 min) - 210	15.16	180.5	47	456.75	258.03	92.15%	5

Tabla N° 62

Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 4 min y cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO							
F'C DE DISEÑO	280	kg/cm ²	TIPO DE CEMENTO		Pacasmayo Extraforte		
TIEMPO DE MEZCLADO	4	Min					
EDAD	28	días					
CODIGO	DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA		F'C OBTENIDA (kg/cm ²)	% DEL F'C	TIPO DE FALLA
			Tn	Kn			
M-1 (4 min) - 210	15.18	181.0	49	479.30	270.06	96.45%	5
M-2 (4 min) - 210	15.20	181.5	47	462.39	259.84	92.80%	5
M-3 (4 min) - 210	15.16	180.5	48	468.02	264.40	94.43%	3
M-4 (4 min) - 210	15.08	178.6	48	473.66	270.43	96.58%	5
M-5 (4 min) - 210	15.12	179.6	49	484.94	275.41	98.36%	6

Tabla N° 63

Resultados de la resistencia concreto utilizando un tiempo de mezclado de 6 min y cemento Pacasmayo Extraforte - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO							
F'C DE DISEÑO	280	kg/cm ²	TIPO DE CEMENTO		Pacasmayo Extraforte		
TIEMPO DE MEZCLADO	6	Min					
EDAD	28	días					
CODIGO	DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA		F'C OBTENIDA (kg/cm ²)	% DEL F'C	TIPO DE FALLA
			Tn	Kn			
M-1 (6 min) - 210	15.18	181.0	53	524.41	295.47	105.53%	3
M-2 (6 min) - 210	15.18	181.0	53	518.77	292.30	104.39%	6
M-3 (6 min) - 210	15.13	179.8	55	535.69	303.83	108.51%	5
M-4 (6 min) - 210	15.08	178.6	54	530.05	302.63	108.08%	5
M-5 (6 min) - 210	15.10	179.1	55	541.33	308.25	110.09%	6

3. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA F'C=210 KG/CM² USANDO CEMENTO ECOSACO EXTRAFORTE.

Tabla N° 64

Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 2 min – Ecosaco Extraforte para un f'c=210 kg/cm².

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO							
F'C DE DISEÑO	210	kg/cm ²	TIPO DE CEMENTO		Ecosaco Extraforte		
TIEMPO DE MEZCLADO	2	Min					
EDAD	28	días					
CODIGO	DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA		F'C OBTENIDA (kg/cm ²)	% DEL F'C	TIPO DE FALLA
			Tn	Kn			
M-1 (2 min) - 210	15.19	181.22	36	349.61	196.72	93.68%	3
M-2 (2 min) - 210	15.11	179.32	35	338.33	192.40	91.62%	5
M-3 (2 min) - 210	15.15	180.27	33	321.41	181.81	86.58%	6
M-4 (2 min) - 210	15.12	179.55	33	327.05	185.74	88.45%	6
M-5 (2 min) - 210	15.16	180.50	35	343.97	194.32	92.53%	5

Tabla N° 65

Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 4 min y cemento Ecosaco Extraforte - f'c=210 kg/cm².

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO							
F'C DE DISEÑO	210	kg/cm ²	TIPO DE CEMENTO		Ecosaco Extraforte		
TIEMPO DE MEZCLADO	4	Min					
EDAD	28	días					
CODIGO	DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA		F'C OBTENIDA (kg/cm ²)	% DEL F'C	TIPO DE FALLA
			Tn	Kn			
M-1 (4 min) - 210	15.18	181.0	37	360.89	203.34	96.83%	6
M-2 (4 min) - 210	15.2	181.5	39	377.80	212.31	101.10%	3
M-3 (4 min) - 210	15.16	180.5	37	366.53	207.06	98.60%	5
M-4 (4 min) - 210	15.08	178.6	39	383.44	218.92	104.25%	5
M-5 (4 min) - 210	15.12	179.6	36	355.25	201.75	96.07%	3

Tabla N° 66

Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 6 min y cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO							
F'C DE DISEÑO	210	kg/cm ²	TIPO DE CEMENTO		Ecosaco Extraforte		
TIEMPO DE MEZCLADO	6	Min					
EDAD	28	días					
CODIGO	DIAM. (cm)	AREA (cm²)	CARGA DE ROTURA		F'C OBTENIDA (kg/cm²)	% DEL F'C	TIPO DE FALLA
			Tn	Kn			
M-1 (6 min) - 210	15.18	181.0	40	394.72	222.40	105.90%	5
M-2 (6 min) - 210	15.18	181.0	43	422.91	238.29	113.47%	3
M-3 (6 min) - 210	15.13	179.8	41	406.00	230.27	109.65%	5
M-4 (6 min) - 210	15.08	178.6	37	360.89	206.04	98.12%	6
M-5 (6 min) - 210	15.1	179.1	44	428.55	244.03	116.20%	5

4. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA $f'c=280 \text{ KG/CM}^2$ USANDO CEMENTO ECOSACO EXTRAFORTE.

Tabla N° 67

Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 2 min y cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO							
F'C DE DISEÑO	280	kg/cm ²	TIPO DE CEMENTO		Ecosaco Extraforte		
TIEMPO DE MEZCLADO	2	Min					
EDAD	28	días					
CODIGO	DIAM. (cm)	AREA (cm²)	CARGA DE ROTURA		F'C OBTENIDA (kg/cm²)	% DEL F'C	TIPO DE FALLA
			Tn	Kn			
M-1 (2 min) - 210	15.19	181.22	44	428.55	241.14	86.12%	6
M-2 (2 min) - 210	15.11	179.32	43	417.28	237.29	84.75%	6
M-3 (2 min) - 210	15.15	180.27	45	445.47	251.99	90.00%	5
M-4 (2 min) - 210	15.12	179.55	44	428.55	243.38	86.92%	5
M-5 (2 min) - 210	15.16	180.50	47	456.75	258.03	92.15%	5

Tabla N° 68

Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 4 min –
Ecosaco Extraforte - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO							
F'C DE DISEÑO	280	kg/cm^2	TIPO DE CEMENTO		Ecosaco Extraforte		
TIEMPO DE MEZCLADO	4	Min					
EDAD	28	días					
CODIGO	DIAM. (cm)	AREA (cm²)	CARGA DE ROTURA		F'C OBTENIDA (kg/cm²)	% DEL F'C	TIPO DE FALLA
			Tn	Kn			
M-1 (4 min) - 210	15.18	181.0	49.5	484.94	273.23	97.58%	5
M-2 (4 min) - 210	15.2	181.5	50	490.58	275.68	98.46%	6
M-3 (4 min) - 210	15.16	180.5	48	473.66	267.58	95.57%	5
M-4 (4 min) - 210	15.08	178.6	49	479.30	273.65	97.73%	5
M-5 (4 min) - 210	15.12	179.6	47	462.39	262.60	93.78%	6

Tabla N° 69

Resultados de la resistencia utilizando un tiempo de mezclado de 6 min y
cemento Ecosaco Extraforte - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO							
F'C DE DISEÑO	280	kg/cm^2	TIPO DE CEMENTO		Ecosaco Extraforte		
TIEMPO DE MEZCLADO	6	Min					
EDAD	28	días					
CODIGO	DIAM. (cm)	AREA (cm²)	CARGA DE ROTURA		F'C OBTENIDA (kg/cm²)	% DEL F'C	TIPO DE FALLA
			Tn	Kn			
M-1 (6 min) - 210	15.18	181.0	56	552.61	311.36	111.20%	3
M-2 (6 min) - 210	15.18	181.0	53.5	524.41	295.47	105.53%	5
M-3 (6 min) - 210	15.13	179.8	55	535.69	303.83	108.51%	6
M-4 (6 min) - 210	15.08	178.6	55	541.33	309.06	110.38%	5
M-5 (6 min) - 210	15.1	179.1	53.5	524.41	298.61	106.65%	3

ANEXO N° 05: DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA F'C=210 KG/CM²

Tabla N° 70

Desviación Estándar y datos atípicos de la resistencia a la compresión de concreto con f'c=210 kg/cm² utilizando un tiempo de mezclado de 2 min, 4 min y 6 min – Pacasmayo Extraforte.

TIEMPO DE MEZCLADO	F'C (x)	PROMEDIO (u)	x - u	(x - u) ²	DESV. ESTAND. (s)	LIM. SUPER. (u + s)	LIM. INFER. (u - s)	X > LIM. INFER.	X < LIM. SUPER.
2 MIN	189.19	197.44	-8.25	68.00	5.81	203.25	191.63	ATIPICO	OK
	193.55	197.44	-3.89	15.12	5.81	203.25	191.63	OK	OK
	200.68	197.44	3.25	10.53	5.81	203.25	191.63	OK	OK
	200.95	197.44	3.51	12.35	5.81	203.25	191.63	OK	OK
	202.81	197.44	5.37	28.88	5.81	203.25	191.63	OK	OK
		SUMA=		134.88					
4 MIN	198.55	206.09	-7.54	56.88	5.72	211.81	200.37	ATIPICO	OK
	202.82	206.09	-3.27	10.68	5.72	211.81	200.37	OK	OK
	206.51	206.09	0.42	0.18	5.72	211.81	200.37	OK	OK
	209.14	206.09	3.05	9.29	5.72	211.81	200.37	OK	OK
	213.43	206.09	7.34	53.86	5.72	211.81	200.37	OK	ATIPICO
		SUMA=		130.90					
6 MIN	212.48	227.57	-15.09	227.78	11.90	239.47	215.67	ATIPICO	OK
	220.67	227.57	-6.90	47.61	11.90	239.47	215.67	OK	OK
	228.75	227.57	1.18	1.39	11.90	239.47	215.67	OK	OK
	231.93	227.57	4.36	18.99	11.90	239.47	215.67	OK	OK
	244.03	227.57	16.45	270.74	11.90	239.47	215.67	OK	ATIPICO
		SUMA=		566.50					

Tabla N° 71

Desviación Estándar y datos atípicos de la resistencia a la compresión de concreto con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando un tiempo de mezclado de 2 min, 4 min y 6 min – Ecosaco Extraforte.

TIEMPO DE MEZCLADO	F'C (x)	PROMEDIO (u)	x - u	(x - u) ²	DESV. ESTAND. (s)	LIM. SUPER. (u + s)	LIM. INFER. (u - s)	X > LIM. INFER.	X < LIM. SUPER.
2 MIN	181.81	190.20	-8.38	70.29	6.22	196.41	183.98	ATIPICO	OK
	185.74	190.20	-4.46	19.88	6.22	196.41	183.98	OK	OK
	192.40	190.20	2.20	4.84	6.22	196.41	183.98	OK	OK
	194.32	190.20	4.12	16.96	6.22	196.41	183.98	OK	OK
	196.72	190.20	6.52	42.57	6.22	196.41	183.98	OK	ATIPICO
		SUMA=		154.55					
4 MIN	201.75	208.68	-6.92	47.94	7.02	215.70	201.65	OK	OK
	203.34	208.68	-5.34	28.50	7.02	215.70	201.65	OK	OK
	207.06	208.68	-1.62	2.61	7.02	215.70	201.65	OK	OK
	212.31	208.68	3.63	13.20	7.02	215.70	201.65	OK	OK
	218.92	208.68	10.24	104.96	7.02	215.70	201.65	OK	ATIPICO
		SUMA=		197.21					
6 MIN	206.04	228.20	-22.16	491.16	14.84	243.05	213.36	ATIPICO	OK
	222.40	228.20	-5.81	33.70	14.84	243.05	213.36	OK	OK
	230.27	228.20	2.06	4.26	14.84	243.05	213.36	OK	OK
	238.29	228.20	10.08	101.62	14.84	243.05	213.36	OK	OK
	244.03	228.20	15.82	250.37	14.84	243.05	213.36	OK	ATIPICO
		SUMA=		881.11					

2. DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA F'C=280 KG/CM²

Tabla N° 72

Desviación Estándar y datos atípicos de la resistencia a la compresión de concreto con f'c=280 kg/cm² utilizando un tiempo de mezclado de 2 min, 4 min y 6 min – Pacasmayo Extraforte.

TIEMPO DE MEZCLADO	F'C (x)	PROMEDIO (u)	x - u	(x - u) ²	DESV. ESTAND. (s)	LIM. SUPER. (u + s)	LIM. INFER. (u - s)	X > LIM. INFER.	X < LIM. SUPER.
2 MIN	243.38	256.56	-13.18	173.76	8.81	265.38	247.75	ATIPICO	OK
	253.33	256.56	-3.24	10.49	8.81	265.38	247.75	OK	OK
	258.03	256.56	1.46	2.14	8.81	265.38	247.75	OK	OK
	261.56	256.56	4.99	24.94	8.81	265.38	247.75	OK	OK
	266.53	256.56	9.96	99.28	8.81	265.38	247.75	OK	ATIPICO
			SUMA=	310.61					
4 MIN	259.84	268.03	-8.19	67.02	6.01	274.04	262.02	ATIPICO	OK
	264.40	268.03	-3.63	13.16	6.01	274.04	262.02	OK	OK
	270.06	268.03	2.03	4.12	6.01	274.04	262.02	OK	OK
	270.43	268.03	2.40	5.78	6.01	274.04	262.02	OK	OK
	275.41	268.03	7.38	54.47	6.01	274.04	262.02	OK	ATIPICO
			SUMA=	144.55					
6 MIN	292.30	300.49	-8.20	67.19	6.48	306.98	294.01	ATIPICO	OK
	303.83	300.49	3.33	11.11	6.48	306.98	294.01	OK	OK
	295.47	300.49	-5.02	25.20	6.48	306.98	294.01	OK	OK
	302.63	300.49	2.13	4.54	6.48	306.98	294.01	OK	OK
	308.25	300.49	7.75	60.10	6.48	306.98	294.01	OK	ATIPICO
			SUMA=	168.13					

Tabla N° 73

Desviación Estándar y datos atípicos de la resistencia a la compresión de concreto con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ utilizando un tiempo de mezclado de 2 min, 4 min y 6 min – Ecosaco Extraforte

TIEMPO DE MEZCLADO	F'C (x)	PROMEDIO (u)	x - u	(x - u) ²	DESV. ESTAND. (s)	LIM. SUPER. (u + s)	LIM. INFER. (u - s)	X > LIM. INFER.	X < LIM. SUPER.
2 MIN	237.29	246.37	-9.08	82.36	8.46	254.82	237.91	ATIPICO	OK
	241.14	246.37	-5.22	27.27	8.46	254.82	237.91	OK	OK
	243.38	246.37	-2.98	8.91	8.46	254.82	237.91	OK	OK
	251.99	246.37	5.62	31.60	8.46	254.82	237.91	OK	OK
	258.03	246.37	11.66	135.97	8.46	254.82	237.91	OK	ATIPICO
		SUMA=		286.12					
4 MIN	262.60	270.55	-7.95	63.25	5.37	275.92	265.18	ATIPICO	OK
	267.58	270.55	-2.97	8.80	5.37	275.92	265.18	OK	OK
	273.23	270.55	2.68	7.20	5.37	275.92	265.18	OK	OK
	273.65	270.55	3.10	9.61	5.37	275.92	265.18	OK	OK
	275.68	270.55	5.13	26.36	5.37	275.92	265.18	OK	OK
		SUMA=		115.22					
6 MIN	295.47	303.67	-8.19	67.13	6.73	310.39	296.94	ATIPICO	OK
	298.61	303.67	-5.05	25.55	6.73	310.39	296.94	OK	OK
	303.83	303.67	0.16	0.03	6.73	310.39	296.94	OK	OK
	309.06	303.67	5.40	29.12	6.73	310.39	296.94	OK	OK
	311.36	303.67	7.69	59.17	6.73	310.39	296.94	OK	ATIPICO
		SUMA=		181.00					

ANEXO N° 06: HOJA TECNICA DEL CEMENTO EXTRAFORTE



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



SGC-REG-06-G0002
Versión 01

CEMENTO EXTRAFORTE

Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

Conforme a la NTP 334.090

Pacasmayo, 20 de Agosto del 2022

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.090
MgO	%	2.2	Máximo 6.0
SO3	%	2.4	Máximo 4.0

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.090
Contenido de Aire	%	4	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.07	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	5640	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	4.2	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	2.92	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	23.4 (239)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	29.6 (302)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (Kg/cm ²)	36.7 (374)	Mínimo 25.0 (Mínimo 255)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	134	Mínimo 45
Fraguado Final	min	290	Máximo 420

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-06-2016 al 30-06-2016
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Mayo 2016

Ing. Ivanoff V. Rojas Tello

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.

ANEXO N° 07: HOJA TECNICA DEL CEMENTO EXTRAFORTE - ECOSACO



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland compuesto tipo ICo. Óptimo desarrollo de resistencias y excelente trabajabilidad, diseñado para uso general que no requieran condiciones especiales.

Usos

Producto versátil, con muchas posibilidades de aplicación:

- Ideal para la ejecución de obras estructurales.
- Elementos de concreto que no requieran características especiales.
- Reparaciones, remodelaciones y diversas aplicaciones domésticas.
- Elaboración de morteros para pisos, nivelaciones, lechadas y emboquillados.

ATRIBUTOS

Trabajabilidad

- Su excelente trabajabilidad permite una colocación y compactación adecuada, minimizando la segregación y pérdida de material.
- Fragua óptima que garantiza el correcto vaciado del concreto.

Resistencia a la compresión

- Diseñado con adiciones minerales que otorgan un óptimo desarrollo de resistencias.
- Diseñado para superar de manera amplia los requisitos de la NTP 334.090

VENTAJAS

Fecha de producción: para que utilices el cemento más fresco

Fecha recomendada de uso: para aprovechar de mejor manera sus propiedades

PRESENTACIONES

Bolsas de 42.5 kg:

- Regular
- EcoSaco

Otras presentaciones

- A granel
- Big Bag (1 tonelada)



Disponible en:
Trujillo, Cajamarca, Chimbote, Piura y Chiclayo

RECOMENDACIONES DEL ECOSACO

1. **AGREGA** la mitad de la proporción de agua (A) y luego introduce el EcoSaco (sin abrir) directo a un trompo de al menos 340 litros.
2. **AÑADE** el total de los áridos: piedra (B) y arena (C) en el trompo, según el diseño de concreto y **MEZCLA** durante 3 minutos.
3. **AJUSTA** la mezcla añadiendo el resto de la proporción de agua y asegura que toda la bolsa esté incorporada en la mezcla para lograr una correcta integración y **MEZCLA** durante 2 minutos.
4. **MEZCLA** hasta tener un resultado homogéneo y con la fluidez buscada.

RECOMENDACIONES PARA USO Y ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO

- Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.
- Almacenar sobre plataforma de madera y en rumas que no excedan las 8 bolsas
- Utilizar agregados y materiales de buena calidad.
- A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.



FRAGUADO INICIAL Y FINAL



Tiempo de fraguado (minutos)

- Resultado Promedio
- Requisito NTP334.090

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Resistencia a la compresión (psi)

- Resultado Promedio
- Requisito mínimo NTP 334.090

Cemento Extraforte Cemento Portland Tipo ICo

Requisitos normalizados - NTP 334.090

REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
SO ₃	Máximo	4.0	%	NTP 334.086	2.1
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	2.4

REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Contenido de aire	Máximo	12.0	%	NTP 334.048	5
Finura					
Superficie específica	-	-	cm ² /g	NTP 334.002	5750
Retenido M325	-	-	%	NTP 334.045	2.2
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.04
Contracción en autoclave	Máximo	0.20	%	NTP 334.004	-
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	13.0 (1890)	MPa (psi)	NTP 334.051	22.4 (3250)
7 días	Mínimo	20.0 (2900)	MPa (psi)	NTP 334.051	30.1 (4370)
28 días	Mínimo	25.0 (3620)	MPa (psi)	NTP 334.051	36.5 (5290)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	153
Fraguado final	Máximo	420	Minutos	NTP 334.006	270

*Valores promedios referenciales de lotes despachados

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090

Pacasmayo

ANEXO N° 08: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura N° 19

Extracción de muestras del agregado fino y grueso de la cantera "Aguilar".



Figura N° 20

Ensayo de granulometria del agregado fino y agregado grueso.



Figura N° 21

Ensayo de peso especifico y absorcion del agregado fino



Figura N° 22

Ensayo de peso específico del agregado grueso.



Figura N° 23

Ensayo de peso unitario seco compactado del agregado fino.



Figura N° 24

Ensayo del peso unitario seco suelto del agregado grueso.



Figura N° 25

Medición de las cantidades de los 2 tipos de cemento a usar en los diferentes diseños de mezcla.



Figura N° 26

Elaboración de probetas de concreto en el laboratorio.



Figura N° 27

Ensayo de asentamiento de la mezcla de concreto.



Figura N° 28
Desencofrado de probetas.



Figura N° 29
Identificación y rotulado de las probetas.

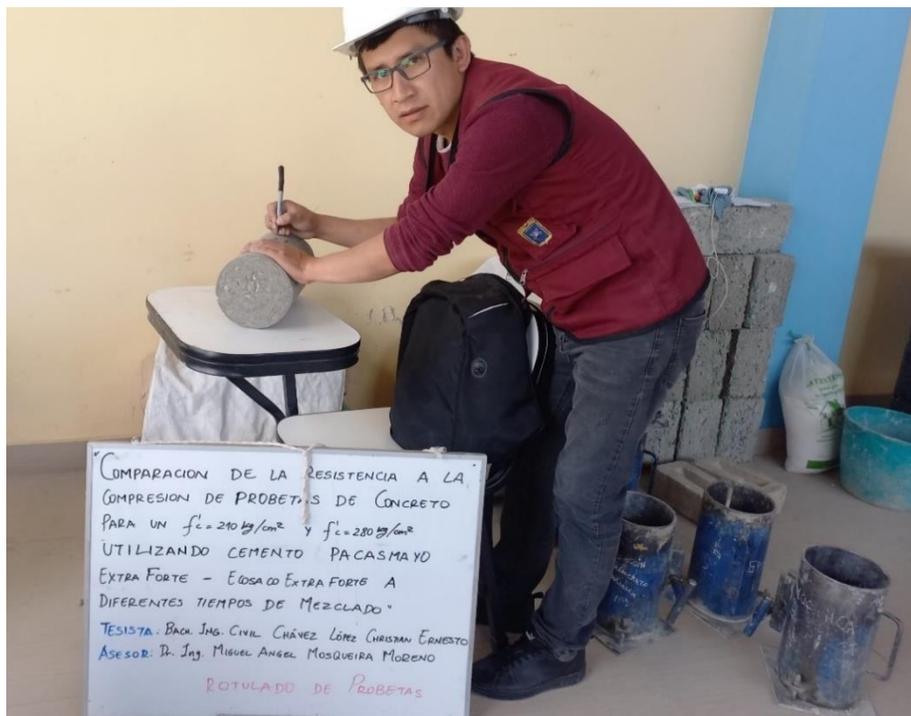


Figura N° 30

Probetas colocadas al proceso de curado normal.



Figura N° 31

Modo de falla de las probetas de concreto.



Figura N° 32

Algunos detalles en el proceso de desencofrado de las probetas de concreto



Figura N° 33

Tesista en los ensayos a compresión del concreto.



COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO
PARA UN $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ Y $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
UTILIZANDO CEMENTO PACAS MAYO
EXTRA FUERTE - EBOCAO EXTRA FUERTE A
DIFERENTES TIEMPOS DE MEZCLADO
TESISTA: BACA ING. CIVIL CHAVEZ LUIS GABRIEL EDUARDO
ASESOR: DR. JAY MUEL ANGELO MOSQUERA MORENO
RESISTENCIA A LA COMPRESION