



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Universidad  
Andina  
del Cusco

TESIS:

---

“ANÁLISIS DEL DESARROLLO E INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE CALIDAD  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CURADO CON ACEITE DE LINAZA EN COMPARACIÓN CON LOS MÉTODOS DE CURADO TRADICIONALES UTILIZADOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO, EVALUADOS A TEMPERATURA AMBIENTE”

---

Presentada por:

- Bach. Arroyo Fernández Baca Gonzalo
- Bach. Contreras Castilla Carlos Eduardo

Para optar al Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Jorge Álvarez Espinoza

CUSCO – PERU

2022



## DEDICATORIA

*A Dios*

*Agradecido con quien ha forjado mi  
camino y me dirige por el sendero  
correcto, a Dios, quien me da la fortaleza,  
la protección.*

*A mi Familia:*

*A mi madre Katia Fernández Baca Bellota y a mi padre  
José F. Arroyo Polanco, por estar conmigo en todo  
momento, por su amor inmenso y dedicación incondicional.*

*A mis hermanas Marcela Arroyo Fernández Baca y Daniela  
Arroyo Fernández Baca, por entender estos momentos de  
sacrificio y por darme esa fuerza para seguir adelante.*

*Ustedes son mi principal motivación.*

*A mis Familiares*

*A mis abuelos Ramón Arroyo, Julio Cesar  
Fernández Baca, Luz Marina Fernández  
Baca y Carmen Polanco Flores, por su  
gran amor y apoyo en todos los momentos  
buenos y malos de mi vida.*

*A mis tíos, tías, primos y primas, por su  
aliento, por sus consejos y apoyo  
incondicional a lo largo de mi vida.*

**Gonzalo Arroyo Fernández Baca**



## DEDICATORIA

*A Dios y la Virgen del Rosario*

*Mi agradecimiento es para quien ha  
forjado mi camino y me dirige por el  
sendero correcto, a Dios. Para mi  
compañera de toda la vida, quien me cuida  
y me protege, mi Virgencita del Rosario.*

*A mi Familia:*

*A mis padres Juan Carlos y Maribel, gracias por el  
inmenso amor, por apoyarme en todo momento y ser el  
pilar de mis principios y valores.*

*A mis hermanos, por ser el motor y motivo de mi felicidad.  
Son mi inspiración para seguir adelante.*

*Ustedes son mi principal motivación.*

*A mis Abuelos:*

*A mis abuelos Alejandro y Amanda,  
gracias por confiar en mi y mostrarme el  
camino que debo seguir, camino en el cual  
ustedes me hicieron dar los primeros  
pasos.*

*A mis abuelos Hugo y Nelly, gracias por  
cuidarme, enseñarme y quererme siempre.  
Son mi más grande ejemplo de fuerza y  
valentía.*

*Los amo.*

***Carlos Eduardo Contreras Castilla***



## AGRADECIMIENTOS

A nuestra casa de estudios Universidad Andina del Cusco por la formación profesional que nos brindó a lo largo de esta travesía y por tener ingenieros docentes de gran calidad que despertaron la pasión por la ingeniería civil.

A nuestro asesor Ing. Jorge Álvarez Espinoza por su gran y constante apoyo a la investigación, porque gracias a su compromiso y experiencia de trabajo de asesoría se ha logrado una importante contribución esta investigación de tesis.

A nuestros dictaminantes Ing. Kildare junto con Ing. Rabelo por brindar y darnos sus consejos, experiencias y conocimientos compartidos en el proceso de esta investigación, un especial agradecimiento a los ingenieros, sin su cooperación esta investigación no se habría logrado de esta manera tan satisfactoria.





## RESUMEN

Evitar la pérdida de humedad producto de la reacción química conocida como calor de hidratación producida por el cemento en el concreto, es uno de los factores determinantes para el desarrollo óptimo de la resistencia a compresión. Es por ello que el aplicar un adecuado método de curado nos ayuda a contrarrestar este efecto.

Es por ello, que el presente trabajo de tesis comprende el estudio de los métodos de curado más usuales; curado al ambiente (sin curar), curado sumergido, curado por aspersión, curado con aditivos comerciales (Sika – Chema), comparados a la incorporación de un nuevo método de curado con aceite de linaza con el fin de ser un aporte a la investigación y para fomentar la innovación en la implementación de nuevos métodos de curado. Evaluados en función a su resistencia a compresión.

Los métodos de curado fueron evaluados en función al desarrollo de la resistencia a compresión en briquetas de concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a edades de 7, 14 y 28 días, sometidos a temperatura ambiente. A la vez también se evaluó la influencia de cada método de curado en función al factor de la resistencia.

Se hicieron ensayos experimentales, ensayos que comprenden la evaluación correcta de los agregados, posteriormente se elaboró un diseño el diseño de mezcla y la elaboración de 9 briquetas para cada método, teniendo un total de 54 especímenes de concreto. Teniendo importantes resultados a raíz de las cuales pudimos comprobar nuestra hipótesis general y las específicas.

La elaboración de las probetas de concreto curadas con aceite de linaza lograron alcanzar la resistencia promedio a los 28 días de  $208.65 \text{ kg/cm}^2$ , siendo superior a las probetas curadas mediante el método de curado por Aspersión ( $180.40 \text{ kg/cm}^2$ ), Aditivo SIKA ( $205.20 \text{ kg/cm}^2$ ) y sin curar ( $158.02 \text{ kg/cm}^2$ ); y siendo inferiores a las probetas curadas con aditivo CHEMA ( $229.11 \text{ kg/cm}^2$ ) y totalmente sumergidas ( $235.34 \text{ kg/cm}^2$ ); siendo este último y el curado con aditivo CHEMA los únicos que tuvo un desarrollo apropiado a los 28 días superando la Resistencia de diseño ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ).

**Palabras claves:** Calor de hidratación, cemento, concreto, curado, aceite de linaza, resistencia a compresión.



## ABSTRACT

Avoiding the loss of moisture product of the chemical reaction known as heat of hydration produced by cement in concrete, is one of the determining factors for the optimal development of compressive strength. That is why applying an optimal curing method helps us to counteract this effect.

It is for this reason that this thesis work includes the study of the most common curing methods; ambient curing (uncured), submerged curing, spray curing, curing with commercial additives (Sika - Chema), compared to the incorporation of a new curing method with linseed oil in order to be a contribution to research and to encourage innovation in the implementation of new curing methods. Evaluated based on their compressive strength.

The curing methods were evaluated based on the development of compressive strength in concrete briquettes of  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  at ages of 7, 14 and 28 days, subjected to room temperature. At the same time, the positive or negative influence of each curing method was also evaluated according to the resistance factor.

Experimental tests were carried out, tests that include the correct evaluation of the aggregates, later a design was elaborated, the mixture design and the elaboration of 9 briquettes for each method, having a total of 54 concrete specimens. Having important results as a result of which we were able to verify our general and specific hypotheses.

The elaboration of the concrete specimens cured with linseed oil managed to reach the average resistance at 28 days of  $208.65 \text{ kg/cm}^2$ , being superior to the specimens cured by the Sprinkler curing method ( $180.40 \text{ kg/cm}^2$ ), SIKA Additive ( $205.20 \text{ kg/cm}^2$ ) and uncured ( $158.02 \text{ kg/cm}^2$ ); and being inferior to the specimens cured with CHEMA additive ( $229.11 \text{ kg/cm}^2$ ) and totally submerged ( $235.34 \text{ kg/cm}^2$ ); the latter being the only one that had an appropriate development at 7, 14 and 28 days, exceeding the design resistance ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ).

Keywords: Heat of hydration, cement, concrete, cured, linseed oil, compressive strength.



## INTRODUCCION

Últimamente el concreto se ha convertido en uno de los materiales más populares del sector construcción por ser económico, moldeable, durable y resistente. El cumplir esta última característica depende de diversos factores, siendo la pérdida de humedad debida a la reacción química del cemento conocida como calor de hidratación una de las que más afecta directamente a la resistencia a compresión. Para evitar esta pérdida de humedad lo óptimo es que el concreto se encuentre totalmente sumergido en agua lo cual no ocurre en obra por tener elementos de concreto de gran volumen sometidos a la intemperie, es por ello que optamos por innovar en nuevas metodologías de curado que puedan simular aquellas condiciones ideales para que de esa forma nuestro concreto alcance la resistencia de diseño requerida.

Por esta razón, esta investigación propone innovar con un nuevo método de curado con aceite de linaza al tener ciertas propiedades tales como la de formar una capa protectora similar a la que forman los aditivos SIKA y CHEMA, la misma que consideramos es el sustento técnico que le permitiría a un concreto calidad  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  alcanzar o superar su resistencia y ser económicamente accesible para poder ser considerado como un método de curado que cumple con lo establecido en la norma E060 en la ciudad del Cusco.

El trabajo consistirá en la descripción de la problemática, definición teórica, experimentación y procesamiento de datos con el fin de poder determinar el desarrollo e influencia de la resistencia a la compresión axial de las briquetas de concreto con  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  curadas naturalmente con aceite de linaza en comparación a los métodos de curado tradicionales, realizando 3 testigos por cada método de curado con el fin de evaluar el factor resistencia a los 7, 14 y 28 días cumpliendo con lo establecido en la norma E060.

Para la elaboración de los testigos de concreto, se utilizó agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de la cantera de Córdova, ubicados en los departamentos de Cusco, agua potable y cemento Portland Tipo IP de la marca Yura. Se realizaron los ensayos pertinentes a los agregados, para determinar las proporciones adecuadas en el diseño de mezcla según el método ACI, elaborándose testigos de un concreto patrón de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con vaciado sin interrupciones.

Para el proceso de curado, se empleó lo establecido en la norma E060, para cada método de curado (aspersión, curado con Aditivo SIKA, CHEMA y totalmente sumergido) además de probetas sin curar y curado con Aceite de Linaza, siendo un total de 54 probetas, las cuales



fueron sometidas a la Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días con el fin de analizar el desarrollo e influencia de los diversos métodos en la Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .



## INDICE

DEDICATORIA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
INTRODUCCION .....	VII
CAPITULO 1 .....	1
Planteamiento del Problema.....	1
1.1    Identificación del Problema .....	1
1.1.1    Descripción de Problema .....	1
1.1.2    Formulación del Problema .....	4
1.1.2.1    Formulación de Interrogativa de Problema General.....	4
1.1.2.2    Formulación de Interrogativa de Problemas Específicos .....	4
1.2    Justificación de la investigación .....	5
1.2.1    Justificación Técnica: .....	5
1.2.2    Justificación Social:.....	5
1.2.3    Justificación por vialidad: .....	5
1.2.4    Justificación por relevancia:.....	6
1.3    Limitaciones de la investigación.....	6
1.4    Objetivos de la investigación.....	7
1.4.1    Objetivo General .....	7
1.4.2    Objetivos Específicos .....	7
CAPITULO 2    Marco Teórico de la Tesis .....	8
2.1    Antecedentes de la tesis. ....	8
2.1.1    Antecedentes a Nivel Internacional.....	8
2.1.2    Antecedentes a Nivel Nacional .....	9
2.1.3    Antecedentes a Nivel Local.....	10



2.2	Bases Teórico – Científicas .....	11
2.2.1	Concreto .....	11
2.2.1.1	Definición del Concreto.....	11
2.2.2	Características del Concreto .....	12
2.2.2.1	Componentes del Concreto.....	12
2.2.2.2	Propiedades del Concreto .....	30
2.2.3	Resistencia del Concreto .....	37
2.2.3.1	Definición .....	37
2.2.4	Factores que inciden en la resistencia .....	37
2.2.5	Resistencia a la Compresión .....	39
2.2.5.1	Ensayo de resistencia a la compresión .....	41
2.2.6	Curado de Concreto.....	46
2.2.6.1	Normativa de Curado: .....	47
2.2.6.2	Evaluación y Aceptación del Concreto .....	48
2.2.6.3	Retracción.....	49
2.2.6.4	Agua en el concreto .....	51
2.2.6.5	Agua de Curado:.....	51
2.2.6.6	Tiempo y Temperatura de Curado.....	51
2.2.6.7	Contenido de humedad adecuado .....	56
2.2.6.8	Métodos de curado.....	56
2.2.6.9	Métodos que ayudan al curado .....	58
2.2.6.10	Métodos de Curado Tradicionales.....	59
2.2.6.11	Curado con Aditivo CHEMA .....	59
2.2.6.12	Curado con Aditivo SIKA .....	60
2.2.7	Aceite de Linaza.....	61
2.2.7.1	Generalidades de la semilla de linaza:.....	61
2.2.7.2	Composición química de las semillas de linaza .....	61
2.2.7.3	Aceite de Linaza .....	61
2.2.7.4	Propiedades del aceite de linaza .....	62
2.2.7.5	Usos industriales del aceite de linaza .....	62
2.2.7.6	Fabricación del Aceite de Linaza .....	63
2.2.7.7	Modo de Empleo .....	64
2.2.8	Diseño de Mezcla .....	65
2.2.8.1	Método Tradicional del ACI.....	66



2.2.8.2	Información Requerida para el Diseño de Mezcla .....	66
2.2.8.3	Procedimiento .....	66
2.3	Hipótesis.....	75
2.3.1	Hipótesis General .....	75
2.3.2	Sub Hipótesis.....	75
2.4	Definición de Variables.....	76
2.4.1	Variable Dependiente .....	76
2.4.1.1	Indicadores de variable dependiente.....	76
2.4.2	Variable Independiente .....	76
2.4.2.1	Indicadores de la variable independiente.....	76
2.4.3	Cuadro de Operacionalización de Variable(s) .....	77
CAPITULO 3 Metodología .....		78
3.1	Metodología de la investigación. ....	78
3.1.1	Tipo de Investigación .....	78
3.1.2	Nivel de Investigación.....	78
3.1.3	Método de Investigación .....	78
3.2	Diseño de la investigación .....	79
3.2.1	Diseño metodológico.....	79
3.2.2	Diseño de Ingeniería.....	80
3.3	Población y muestra.....	81
3.3.1	Población.....	81
3.3.1.1	Descripción de la población .....	81
3.3.2	Muestra.....	81
3.3.2.1	Descripción de la muestra.....	81
3.3.2.2	Cuantificación de la muestra .....	81
3.3.2.3	Método de muestreo .....	83
3.3.2.4	Criterios de evaluación de la muestra.....	83
3.1	Instrumentos. ....	86
3.1.1	Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos. ....	86
3.1.1.1	Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 por lavado de agregado grueso.....	86
3.1.1.2	Análisis granulométrico del agregado grueso .....	86
3.1.1.3	Contenido de humedad del agregado grueso .....	87



3.1.1.4	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso .....	88
3.1.1.5	Peso volumétrico suelto y compactado del agregado grueso .....	88
3.1.1.6	Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 por lavado de agregado fino.....	89
3.1.1.7	Análisis granulométrico del agregado fino.....	89
3.1.1.8	Contenido de humedad del agregado fino .....	90
3.1.1.9	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino .....	91
3.1.1.10	Peso volumétrico suelto y compactado del agregado fino .....	91
3.1.1.11	Diseño de mezcla de concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ método ACI.....	92
3.1.1.12	Tabla de recolección de datos de Resistencia a Compresión .....	97
3.1.2	Instrumentos de ingeniería. ....	99
3.2	Procedimiento de recolección de datos.....	99
3.2.1	Cantidad de material fino que pasa por el Tamiz N°200 de Agregado Grueso ...	99
3.2.2	Granulometría de Agregado Grueso .....	102
3.2.3	Contenido de Humedad de Agregado Grueso.....	105
3.2.4	Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Grueso .....	106
3.2.5	Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso.....	109
3.2.6	Cantidad de material fino que pasa por el Tamiz N°200 de agregado fino .....	112
3.2.7	Granulometría de agregado fino.....	115
3.2.8	Contenido de humedad de agregado fino.....	117
3.2.9	Peso unitario suelto y compactado de agregado fino .....	118
3.2.10	Peso específico y absorción de agregado fino.....	119
3.2.11	Elaboración de las probetas de concreto .....	123
3.5.12.	Curado de Concreto.....	136
3.5.13.	Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	145
3.3	Procedimiento de análisis de datos .....	154
3.3.1	Procesamiento de análisis datos del Agregado Grueso .....	154
3.3.1.1	Análisis granulométrico de agregado grueso.....	154
3.3.1.2	Contenido de humedad de agregado grueso .....	155
3.3.1.3	Peso unitario suelto y compactado de agregado grueso .....	157
3.3.1.4	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso .....	158
3.3.2	Procesamiento de análisis datos del Agregado Fino .....	161
3.3.2.1	Análisis granulométrico del agregado fino.....	161
3.3.2.2	Contenido de humedad de agregado fino .....	162





3.3.2.3	Peso unitario suelto y compactado de agregado fino .....	163
3.3.2.4	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino .....	165
3.3.3	Análisis de costos de los métodos de curado .....	168
3.3.3.1	Análisis de costo unitario del curador de concreto Sika Cem .....	170
3.3.3.2	Análisis de costo unitario del curador de concreto Chema Membranil.....	171
3.3.3.3	Análisis de costo unitario del curador de concreto con Aceite de Linaza.	172
3.3.3.4	Presupuesto comparativo de los métodos de curado .....	173
3.3.4	Diseño de mezcla para un concreto de calidad de diseño de 210 kg/cm <sup>2</sup> por el método del comité 211 del ACI. ....	174
3.3.5	Resistencia a la compresión (MTC E 704 - 2000) .....	180
CAPITULO 4 Resultados .....		185
4.1	Granulometría del agregado fino. ....	185
4.2	Granulometría del agregado grueso. ....	185
4.3	Características de los agregados. ....	186
4.4	Diseño de mezclas ACI C-211. ....	187
4.5	Resistencia a la compresión. ....	187
4.6	Presupuesto.....	218
CAPITULO 5 .....		219
DISCUSIONES .....		219
GLOSARIO.....		221
CONCLUSIONES .....		225
RECOMENDACIONES .....		230
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....		232
ANEXOS.....		236



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Productos de hidratación .....	14
Tabla 2.	Características Técnicas del Cemento Yura IP .....	18
Tabla 3.	Clasificación general del agregado según su tamaño.....	21
Tabla 4.	Clasificación de forma de partículas .....	22
Tabla 5.	Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura.....	24
Tabla 6.	Requisitos granulométricos del agregado grueso.....	25
Tabla 7.	Requisitos granulométricos del agregado fino .....	25
Tabla 8.	Clases de Mezclas según su Asentamiento .....	34
Tabla 9.	Edad de ensayo vs tolerancia permisible.....	42
Tabla 10.	Factor de Corrección en Ensayo de Resistencia a la Compresión .....	44
Tabla 11.	Momento en que se debe iniciar el curado .....	52
Tabla 12.	Temperatura Máxima Promedio Anual, según departamento 1996-2017.....	54
Tabla 13.	Temperatura Mínima Promedio Anual, según departamento 1996-2017.....	55
Tabla 14.	Temperatura Máxima Promedio Mensual, según departamento 1996-2017.....	55
Tabla 15.	Resistencia promedio requerida .....	68
Tabla 16.	Consistencia de Slump .....	69
Tabla 17.	Asentamiento por vibrado para diferentes tipos de estructuras.....	69
Tabla 18.	Volumen Unitario de Agua .....	71
Tabla 19.	Contenido de aire atrapado.....	72
Tabla 20.	Relación agua cemento por resistencia .....	73
Tabla 21.	Peso del agregado por unidad de volumen del concreto .....	74
Tabla 22.	Cuadro de Operacionalización de Variables .....	77
Tabla 23.	Valores de la distribución normal estandarizada (Z) .....	81
Tabla 24.	Valores de resistencia a la compresión de probetas curadas con Aloe Vera a 28 días.....	82
Tabla 25.	Resistencias a la compresión menos el promedio de éstas, al cuadrado.....	82
Tabla 26.	Especímenes de concreto a elaborar.....	84



Tabla 27.	Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 por lavado de agregado grueso.....	86
Tabla 28.	Análisis granulométrico del agregado grueso .....	86
Tabla 29.	Análisis granulométrico del agregado grueso .....	87
Tabla 30.	Contenido de humedad del agregado grueso.....	87
Tabla 31.	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso .....	88
Tabla 32.	Peso volumétrico suelto y compactado del agregado grueso .....	88
Tabla 33.	Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 por lavado de agregado fino.....	89
Tabla 34.	Análisis granulométrico del agregado fino .....	89
Tabla 35.	Análisis granulométrico del agregado fino .....	90
Tabla 36.	Contenido de humedad del agregado fino.....	90
Tabla 37.	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino .....	91
Tabla 38.	Peso volumétrico suelto y compactado del agregado fino .....	91
Tabla 39.	Cuadro de Resistencia a Compresión Promedio .....	92
Tabla 40.	Cuadro de asentamientos para diversos tipos de estructuras.....	92
Tabla 41.	Cuadro de clasificación de consistencia.....	92
Tabla 42.	Propiedades del Cemento .....	93
Tabla 43.	Propiedades del Agua.....	93
Tabla 44.	Propiedades del Agregado.....	93
Tabla 45.	Volumen Unitario del Agua .....	93
Tabla 46.	Volumen Unitario del Agua .....	94
Tabla 47.	Relación Agua Cemento por Resistencia .....	94
Tabla 48.	Peso del Agregado por Unidad de Volumen del Concreto .....	95
Tabla 49.	Cálculo de Volúmenes Absolutos .....	96
Tabla 50.	Tabla de recolección de datos de Ensayos de Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días.....	98
Tabla 51.	Cantidad mínima de muestra.....	100
Tabla 52.	Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado del agregado grueso.....	102
Tabla 53.	Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso.....	103
Tabla 54.	Tabla de recolección de datos de Granulometría del Agregado Grueso .....	105
Tabla 55.	Peso mínimo de la muestra para el ensayo de contenido de humedad de agregado grueso .....	105



Tabla 56.	Tabla de recolección de datos del Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado Grueso .....	106
Tabla 57.	Tabla de recolección de datos Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso .....	108
Tabla 58.	Peso mínimo de la muestra para el ensayo de absorción del agregado grueso.....	109
Tabla 59.	Tabla de recolección de datos Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.....	112
Tabla 60.	Tabla de recolección de datos de Cantidad de Material Fino que pasa por el Tamiz N° 200 por lavado del Agregado Fino.....	115
Tabla 61.	Tabla de recolección de datos de Granulometría del Agregado Fino .....	117
Tabla 62.	Tabla de recolección de datos del Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado Fino .....	118
Tabla 63.	Tabla de recolección de datos Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino .....	119
Tabla 64.	Tabla de recolección de datos de la Resistencia a la Compresión a los 7 días.....	152
Tabla 65.	Fuente: Elaboración propia. ....	152
Tabla 66.	Tabla de recolección de datos de la Resistencia a la Compresión a los 14 días.....	153
Tabla 67.	Tabla de recolección de datos de la Resistencia a la Compresión a los 28 días.....	153
Tabla 68.	Datos procesados del ensayo Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	154
Tabla 69.	Datos procesados del ensayo contenido de Humedad de Agregado Grueso..	156
Tabla 70.	Datos procesados del ensayo Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Grueso.....	157
Tabla 71.	Datos procesados del ensayo Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso.....	159
Tabla 72.	Datos procesados del ensayo Análisis Granulométrico del Agregado Fino ..	161
Tabla 73.	Datos procesados del ensayo contenido de Humedad de Agregado Fino .....	163
Tabla 74.	Datos procesados del ensayo Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Fino.....	164



Tabla 75.	Datos procesados del ensayo Peso Específico y Absorción de Agregado Fino.....	167
Tabla 76.	Cuadrilla y rendimiento para curado en columnas.....	169
Tabla 77.	Escala de jornal de operario .....	169
Tabla 78.	Escala de jornal de oficial .....	170
Tabla 79.	Escala de jornal de peón.....	170
Tabla 80.	Análisis de costo unitario de curado de concreto con aditivo Sika Cem .....	171
Tabla 81.	Análisis de costo unitario de curado de concreto con aditivo Chema Membranil.....	172
Tabla 82.	Análisis de costo unitario de curado de concreto con Aceite de Linaza .....	173
Tabla 83.	Resumen de presupuesto comparativos de los métodos de curado para 1m <sup>2</sup>	173
Tabla 84.	Cuadro de Resistencia a Compresión Promedio .....	174
Tabla 85.	Cuadro de asentamientos para diversos tipos de estructuras.....	174
Tabla 86.	Cuadro de clasificación de consistencia.....	174
Tabla 87.	Propiedades del Cemento .....	175
Tabla 88.	Propiedades del Agua.....	175
Tabla 89.	Propiedades del Agregado.....	175
Tabla 90.	Volumen Unitario del Agua .....	175
Tabla 91.	Volumen Unitario del Agua .....	176
Tabla 92.	Relación Agua Cemento por Resistencia .....	176
Tabla 93.	Peso del Agregado por Unidad de Volumen del Concreto .....	177
Tabla 94.	Cálculo de Volúmenes Absolutos: .....	178
Tabla 95.	Dosificaciones por volumen.....	179
Tabla 96.	Tabla de datos de la Proporción en Volumen por tandas de una bolsa de Cemento.....	180
Tabla 97.	Tabla de datos de la Proporción en Volumen por tandas de un Metro Cúbico de Concreto.....	180
Tabla 98.	Tabla de datos del Factor de Corrección de la Relación longitud/diámetro para el Ensayo de Resistencia a la Compresión. ....	181
Tabla 99.	Tabla del Factor de Corrección de la Relación longitud/diámetro para el Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días .....	182
Tabla 100.	Tabla del Factor de Corrección de la Relación longitud/diámetro para el Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días .....	183



Tabla 101.	Tabla del Factor de Corrección de la Relación longitud/diámetro para el Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días .....	183
Tabla 102.	Tabla de datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días.....	184
Tabla 103.	Tabla de datos de las Características de los Agregados utilizados .....	186
Tabla 104.	Tabla de datos de la Dosificación para 1m <sup>3</sup> . .....	187
Tabla 105.	Tabla de datos del porcentaje alcanzado de la Resistencia a Compresión a los 7 días Totalmente Sumergido. ....	187
Tabla 106.	Tabla de datos del porcentaje alcanzado de la Resistencia a Compresión a los 7 días Totalmente Sumergido. ....	187
Tabla 107.	Tabla de datos del porcentaje alcanzado de la Resistencia a Compresión a los 7 días curado con Aditivo SIKA.....	188
Tabla 108.	Tabla de datos del porcentaje alcanzado de la Resistencia a Compresión a los 7 días curado con Aditivo CHEMA.....	188
Tabla 109.	Tabla de datos del porcentaje alcanzado de la Resistencia a Compresión a los 7 días curado Mediante el Método de Aspersión.....	188
Tabla 110.	Tabla de datos del porcentaje alcanzado de la Resistencia a Compresión a los 7 días curado con Aceite de Linaza. ....	188
Tabla 111.	Tabla de datos de los valores promedio de la Resistencia a Compresión a los 7 días por los Métodos de Curado Tradicionales, totalmente sumergido, sin curar y curado con Aceite de Linaza.....	189
Tabla 112.	Tabla de datos de los valores promedio de la Resistencia a Compresión a los 14 días por los Métodos de Curado Tradicionales, totalmente sumergido, sin curar y curado con Aceite de Linaza.....	190
Tabla 113.	Tabla de datos de los valores promedio de la Resistencia a Compresión a los 28 días por los Métodos de Curado Tradicionales, totalmente sumergido, sin curar y curado con Aceite de Linaza.....	191
Tabla 114.	Matriz de Consistencia .....	236
Tabla 115.	Fichas de Laboratorio y Fichas Técnicas .....	237



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fisuración por retracción por secado .....	2
Figura 2.	Fisuración por retracción plástica .....	3
Figura 3.	Agrietamiento por pérdida de agua .....	3
Figura 4.	Proporciones típicas de concreto.....	12
Figura 5.	Cemento Portland.....	13
Figura 6.	Cristales de cemento hidratado .....	14
Figura 7.	Presentación de Cemento YURA IP - 42.5 kg.....	17
Figura 8.	El Nivel del líquido en las probetas es constante para volúmenes absolutos iguales de agregados con tamaños uniformes. Cuando se combinan tamaños diferentes, el contenido de vacíos disminuye. ....	27
Figura 9.	Poros del agregado .....	28
Figura 10.	Condiciones de humedad de los agregados.....	29
Figura 11.	Equipo para la Prueba de Consistencia .....	33
Figura 12.	Ensayo de Asentamiento .....	34
Figura 13.	Relación agua / cemento .....	38
Figura 14.	Efecto del secado al aire sobre la resistencia a la compresión del hormigón curado en húmedo.....	40
Figura 15.	Ensayo de compresión del concreto .....	41
Figura 16.	Esquema de los patrones de tipos de fracturas.....	43
Figura 17.	Elaboración de cilindros de concreto .....	44
Figura 18.	Almacenamiento del concreto bajo agua .....	45
Figura 19.	Curva de resistencia a la compresión en función del tiempo .....	46
Figura 20.	El curado debe empezar en cuanto el concreto se endurezca suficientemente para prevenir la erosión de la superficie .....	47
Figura 21.	Influencia del curado sobre la resistencia potencial del concreto .....	53
Figura 22.	Aplicación de un compuesto de curado por aspersión .....	57
Figura 23.	Losa cubierta con láminas plásticas (lonas) impermeables para curado .....	58
Figura 24.	Barreras de viento y sol.....	58
Figura 25.	Sellador o Sellante aplicado .....	59
Figura 26.	Semillas de linaza / lino .....	61
Figura 27.	Flujo de operaciones para la extracción de aceite de linaza.....	64
Figura 28.	Resistencia al desgaste de hormigón tratado.....	65



Figura 29.	Secuencia de pasos para la dosificación ACI.....	67
Figura 30.	Criterio de selección del agregado .....	70
Figura 31.	Diseño de ingeniería.....	80
Figura 32.	Selección de la muestra del agregado grueso.....	100
Figura 33.	Selección de la muestra tras el cuarteo.....	100
Figura 34.	Lavado de la muestra de agregado grueso .....	101
Figura 35.	Selección de tamices del agregado grueso .....	103
Figura 36.	Zarandeo del Agregado grueso por los tamices correspondientes .....	104
Figura 37.	Selección del agregado grueso tras el pesado de los agregados retenidos en cada tamiz.....	104
Figura 38.	Enrasado de material al nivel del borde superior del molde, con la ayuda de la varilla.....	107
Figura 39.	Cálculo de Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso. ....	107
Figura 40.	Varillado de la segunda capa de agregado grueso para cálculo de peso unitario compactado.....	108
Figura 41.	Sumergido de la muestra de agregado grueso para ensayo de absorción.....	110
Figura 42.	Eliminación de humedad de la muestra de agregado grueso hasta que se encuentre superficialmente seco. ....	110
Figura 43.	Peso de la muestra del agregado grueso superficialmente seco.....	111
Figura 44.	Determinación del peso de la muestra SSS de agregado sumergida.....	111
Figura 45.	Determinación del peso de la muestra sumergida en la cestilla.....	112
Figura 46.	materiales para el ensayo de material fino que pase por el tamiz Nro. 200 por lavado.....	113
Figura 47.	Homogenización del agregado fino.....	113
Figura 48.	Selección del agregado por el método de cuarteo .....	114
Figura 49.	Lavado de la muestra de agregado fino y posterior tamizado por la malla Nro. 200.....	114
Figura 50.	Selección de tamices para granulometría del agregado fino .....	116
Figura 51.	Tamizado del agregado Fino .....	116
Figura 52.	Ensayo de peso unitario compactado de agregado fino .....	119
Figura 53.	Selección de la muestra para el Ensayo de Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino. ....	120
Figura 54.	Perdida de humedad de la muestra de agregado fino hasta que se encuentre superficialmente seco. ....	121





Figura 55.	Colocación de la muestra de agregado fino en el picnómetro.....	122
Figura 56.	Eliminación de las burbujas de aire.....	122
Figura 57.	Muestra de agregado fino para el ensayo de Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino tras la eliminación de burbujas de aire. ....	122
Figura 58.	Transporte de equipos y materiales para el vaciado de concreto .....	123
Figura 59.	Briqueteras a utilizar en el vaciado de probetas del día 16/03/21.....	124
Figura 60.	Verificación del Estado de los equipos y materiales a utilizar para el vaciado.....	124
Figura 61.	Cono de Abrahms y otros materiales a utilizar en el vaciado. ....	125
Figura 62.	Humectado con Petróleo en briqueteras para facilitar el posterior desmolde.	125
Figura 63.	Humectado con Petróleo en briqueteras.....	126
Figura 64.	Humectado con Petróleo en briqueteras.....	126
Figura 65.	Selección de la cantidad de agregado fino, grueso, cemento y agua para el vaciado del día 16/03/21.....	127
Figura 66.	Pesado del agregado fino, grueso, cemento y agua para el posterior vaciado.....	127
Figura 67.	Pesado del agregado fino, grueso, cemento y agua para el posterior vaciado.....	128
Figura 68.	Colocación de agua en la mezcladora. ....	128
Figura 69.	Colocación del cemento en la mezcladora. ....	129
Figura 70.	Realización de la prueba de asentamiento con el cono de Abrahams.....	129
Figura 71.	Determinación del Slump N� 1 (4'')......	130
Figura 72.	Varillado en el cono de Abrahams para la verificación del SLUMP .....	130
Figura 73.	Determinación del Slump N� 2 (3.5'')......	131
Figura 74.	Determinación del Slump N� 2 (4'')......	131
Figura 75.	Vaciado de las briquetas.....	132
Figura 76.	Varillado de las Briquetas cada 3 capas 25 golpes.....	133
Figura 77.	Elaboración de las Probetas.....	133
Figura 78.	Golpeado con el combo de los exteriores de las briqueteras.....	134
Figura 79.	Colocación del concreto en las briqueteras. ....	134
Figura 80.	Enrazado de las 54 probetas de concreto F' C=210 Kg/cm2. ....	135
Figura 81.	Foto final de las 54 probetas ya enrazadas. ....	135
Figura 82.	Desencofrado de las Probetas de concreto tras 24h de haber realizado el vaciado.....	136



Figura 83.	Selección de las 9 probetas que serán totalmente sumergidas. ....	136
Figura 84.	Probetas totalmente sumergidas. ....	137
Figura 85.	Selección de las 9 probetas que serán curadas por el método de Aspersión. .	137
Figura 86.	Probetas tras haber sido curadas por Aspersión los 7 días después del desencofrado. ....	138
Figura 87.	Selección de las 9 probetas que serán curadas con Aditivo CHEMA. ....	138
Figura 88.	Probetas curadas con Aditivo CHEMA y Aditivo CHEMA. ....	139
Figura 89.	Aditivo CHEMA y rodillo. ....	139
Figura 90.	Curado de las Probetas con Aditivo CHEMA. ....	140
Figura 91.	Selección de las 9 probetas que serán curadas con Aditivo SIKA. ....	140
Figura 92.	Probetas curadas con Aditivo SIKA. ....	141
Figura 93.	Aditivo SIKA y Rodillo. ....	141
Figura 94.	Curado de las Probetas con Aditivo SIKA. ....	142
Figura 95.	Selección de las 9 probetas que no se curarán mediante ningún método. ....	142
Figura 96.	Probetas sin curar. ....	143
Figura 97.	Selección de las 9 probetas que serán curadas con aceite de linaza. ....	143
Figura 98.	Probetas que serán curadas con aceite de Linaza y Aceite de Linaza. ....	144
Figura 99.	Aceite de Linaza y rodillo. ....	144
Figura 100.	Curado de probetas con Aceite de Linaza. ....	145
Figura 101.	Probetas a ensayar a los 7 días. ....	146
Figura 102.	Medición del diámetro de las probetas a ensayar a los 7 días. ....	146
Figura 103.	Medición de la altura de las probetas a ensayar a los 7 días. ....	147
Figura 104.	Rotura de las probetas totalmente sumergidas, sin curar, curadas mediante los métodos tradicionales y curada con aceite de linaza a los 7 días. ....	148
Figura 105.	Resultado obtenido de Resistencia a la compresión a los 7 días de las probetas totalmente sumergidas (Muestra 2). ....	148
Figura 106.	Rotura a los 7 días de las probetas curadas con aceite de linaza. ....	149
Figura 107.	Resultado obtenido de Resistencia a la compresión a los 7 días de las probetas curadas con aceite de linaza (Muestra 1). ....	149
Figura 108.	Rotura a los 7 días de las probetas curadas con aceite de linaza (Muestra 1) .....	150
Figura 109.	Rotura a los 14 días de las probetas totalmente sumergidas (Muestra 1) .....	150
Figura 110.	Rotura a los 14 días de las probetas curadas con aceite de linaza (Muestra 1) .....	151



Figura 111.	Rotura a los 28 días de las probetas curadas por el método de aspersión (Muestra 2) .....	151
Figura 112.	Rotura a los 28 días de las probetas curadas con Aditivo CHEMA (Muestra 2) .....	152
Figura 113.	Gráfica de datos procesados del ensayo Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	155
Figura 114.	Gráfica de datos procesados del ensayo contenido de Humedad de Agregado Grueso.....	156
Figura 115.	Grafica de datos procesados del ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.....	158
Figura 116.	Grafica de datos procesados del ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso .....	158
Figura 117.	Grafica de datos procesados del ensayo Peso Específico del Agregado Grueso.....	160
Figura 118.	Grafica de datos de la capacidad de la Capacidad de Absorción del Agregado Grueso.....	160
Figura 119.	Gráfica de datos procesados del ensayo Análisis Granulométrico del Agregado Fino.....	162
Figura 120.	Gráfica de datos procesados del ensayo contenido de Humedad de Agregado Fino.....	163
Figura 121.	Grafica de datos procesados del ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.....	165
Figura 122.	Grafica de datos procesados del ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Fino .....	165
Figura 123.	Grafica de datos procesados del ensayo Peso Específico del Agregado Fino	167
Figura 124.	Grafica de datos de la Capacidad de Absorción del Agregado Fino.....	168
Figura 125.	Gráfico de la Granulometría del Agregado Fino.....	185
Figura 126.	Gráfico de la Granulometría del Agregado Grueso .....	186
Figura 127.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la Resistencia a la Compresión a los 7 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza. ....	192
Figura 128.	Gráfico comparativo porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 7 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza.....	193



Figura 129.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 7 días Totalmente sumergido vs curado con Aceite de Linaza	194
Figura 130.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 7 días Totalmente sumergido vs curado con Aceite de Linaza.....	194
Figura 131.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 7 días sin curar vs curado con Aceite de Linaza.....	195
Figura 132.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 7 días Sin curar vs curado con Aceite de Linaza. ....	195
Figura 133.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 7 días curado con Aditivo SIKA vs curado con Aceite de Linaza.....	196
Figura 134.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 7 días curado con Aditivo SIKA vs curado con Aceite de Linaza.....	196
Figura 135.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 7 días Curado con Aditivo CHEMA vs curado con Aceite de Linaza .....	197
Figura 136.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 7 días Curado con Aditivo CHEMA vs curado con Aceite de Linaza.....	197
Figura 137.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 7 días Curado por el método de Aspersión vs curado con Aceite de Linaza .....	198
Figura 138.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 7 días Curado por el método de Aspersión vs curado con Aceite de Linaza.....	198
Figura 139.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la Resistencia a la Compresión a los 14 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza .....	200
Figura 140.	Gráfico comparativo porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 14 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza.....	201
Figura 141.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 14 días Totalmente sumergido vs curado con Aceite de Linaza. ....	202
Figura 142.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 14 días Totalmente sumergido vs curado con Aceite de Linaza.....	202



Figura 143.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 14 días Sin curar vs curado con Aceite de Linaza .....	203
Figura 144.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 14 días Sin curar vs curado con Aceite de Linaza .....	203
Figura 145.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 14 días curado con Aditivo SIKA vs curado con Aceite de Linaza .....	204
Figura 146.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 14 días curado con Aditivo SIKA vs curado con Aceite de Linaza .....	204
Figura 147.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 14 días Curado con Aditivo CHEMA vs curado con Aceite de Linaza .....	205
Figura 148.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 14 días Curado con Aditivo CHEMA vs curado con Aceite de Linaza.....	205
Figura 149.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 14 días Curado por el método de Aspersión vs curado con Aceite de Linaza.....	206
Figura 150.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 14 días Curado por el método de Aspersión vs curado con Aceite de Linaza .....	206
Figura 151.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la Resistencia a la Compresión a los 28 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza .....	208
Figura 152.	Gráfico comparativo porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 28 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza.....	209
Figura 153.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 28 días Totalmente sumergido vs curado con Aceite de Linaza .....	210
Figura 154.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 28 días Totalmente sumergido vs curado con Aceite de Linaza.....	210
Figura 155.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 28 días Sin curar vs curado con Aceite de Linaza.....	211
Figura 156.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 28 días Sin curar vs curado con Aceite de Linaza .....	211



Figura 157.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 28 días curado con Aditivo SIKA vs curado con Aceite de Linaza .....	212
Figura 158.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 28 días curado con Aditivo SIKA vs curado con Aceite de Linaza.....	212
Figura 159.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 28 días Curado con Aditivo CHEMA vs curado con Aceite de Linaza .....	213
Figura 160.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 28 días Curado con Aditivo CHEMA vs curado con Aceite de Linaza.....	213
Figura 161.	Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 28 días Curado por el método de Aspersión vs curado con Aceite de Linaza .....	214
Figura 162.	Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 28 días Curado por el método de Aspersión vs curado con Aceite de Linaza.....	214
Figura 163.	Gráfico comparativo del porcentaje de desarrollo de la Resistencia a la Compresión de los valores promedio alcanzados a los 7, 14 y 28 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza.....	216
Figura 164.	Gráfico comparativo del desarrollo de la Resistencia a la Compresión de los valores promedio alcanzados a los 7, 14 y 28 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza .....	217
Figura 165.	Gráfico comparativo del Análisis comparativo del presupuesto de los métodos de curado para 1m2 (S/.).....	218



## CAPITULO 1

### Planteamiento del Problema

#### 1.1 Identificación del Problema

##### 1.1.1 Descripción de Problema

En la gran mayoría de obras se puede observar diversos elementos estructurales hechos en base a concreto, las dimensiones varían según el elemento estructural, pero son significativamente más grandes que una briqueta de concreto con la cual se realizan los diseños estructurales de un expediente técnico, por esta razón la pérdida de humedad al momento del desencofrado varia proporcionalmente y afecta de manera directa a la resistencia del concreto. El método de curado influye en la variación de la resistencia según sea el caso aplicado siendo el óptimo que esté totalmente sumergido, pero al tener en cuenta los grandes volúmenes de concreto en obra totalmente expuestos a la intemperie, tenemos que optar por innovar en nuevas metodologías de curado que puedan simular aquellas condiciones ideales para que el concreto pueda alcanzar aquella resistencia de diseño requerida.

La falta de innovación e investigación acerca del curado del concreto también representaría una problemática a ser atendida, el curado de concreto con aceite de linaza puede ser una alternativa natural que pueda suplir los métodos de curado tradicionales y con aditivos químicos, fortaleciendo de esta manera la industria de la semilla de lino cultivada a nivel mundial.

La principal consecuencia de no realizar el curado de concreto es la pérdida de resistencia final del concreto, pues como ya hemos explicado, si se pierde parte del agua necesaria para que se produzca la reacción química de fraguado, parte del cemento se queda sin reaccionar y por tanto no es posible que llegue a la resistencia requerida.

Existen diversos métodos de curado siendo los más utilizados los métodos de curado convencionales con agua tales como aspersión, inundación, totalmente sumergido, entre otros o con aditivos curadores. En nuestra ciudad del Cusco se emplea la mayoría de veces los métodos de curado por aspersión o inmersión y solo en algunos casos se suele utilizar curado con aditivos, es por ello que esta investigación va orientada hacia estos métodos de curado.





Ahora, dentro de los problemas más influyentes que encontramos en los Métodos de Curado convencionales con agua o con aditivos curadores tenemos que, a corto plazo si no se llegase a emplear un apropiado Método de Curado puede provocar fisuración por retracción plástica, pues es en la superficie donde se pierde el agua y por lo tanto la masa tiende a retraerse para así poder ajustar el volumen perdido por el agua generando fisuras, y de igual manera a largo plazo debido a la retracción por secado que se presenta en consecuencia de agentes externos como son la temperatura, viento, humedad relativa, etc. originarse fisuras superficiales que deterioran la calidad del elemento estructural y también la resistencia y durabilidad.

Se calcula que los inconvenientes que presenta el concreto son causados en un 16.5% a la manera incorrecta de la elección de los componentes, un 38% a fallas de elaboración, como son descuido en el momento del vibrado, verificación adecuada del revenimiento, cuyo dato es necesario para corroborar que se adquiera un concreto óptimo tanto de diseño, como de trabajabilidad y más del 40% a malas prácticas de curado (Borges P, et al. 2001)

### **CASOS DE FISURAS Y GRIETAS NO ESTRUCTURALES POR FALTA DE CURADO**

Figura 1. Fisuración por retracción por secado



Fuente (Catala, 2012)



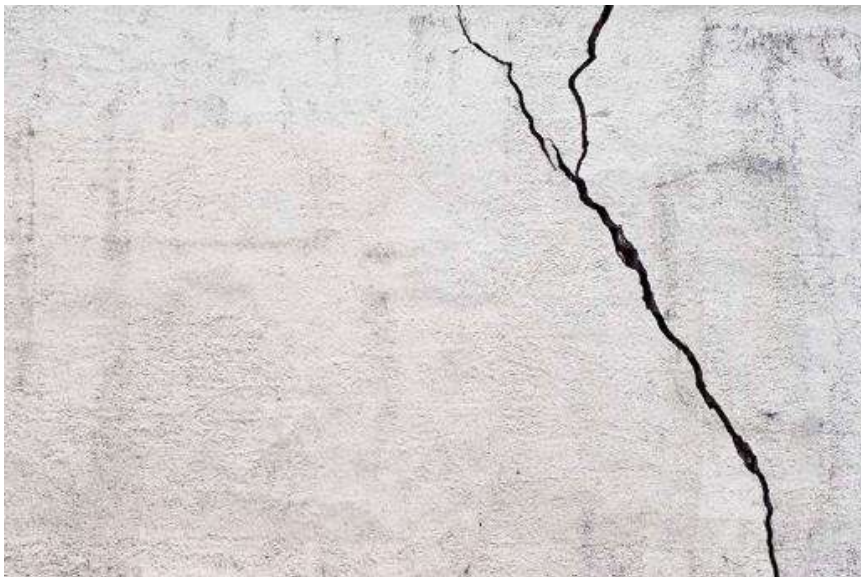


Figura 2. Fisuración por retracción plástica



Fuente: (Catala, 2012)

Figura 3. Agrietamiento por pérdida de agua



Fuente: (Catala, 2012)

El aceite de linaza es un insumo que se obtiene tras la compresión de las semillas de lino, que posee propiedades tales como la de retener la humedad y ser secante, las mismas que poseen los aditivos que se emplean para el curado de concreto tales como Aditivos SIKA y CHEMA, es por esta razón que innovaremos en el proceso de curado con aceite de linaza y lo compararemos con los métodos de curado tradicionales más utilizados en la ciudad del Cusco, tomando como referencia el Diseño para un concreto de calidad  $F'_{C}=210 \text{ Kg/cm}^2$



En el presente trabajo de tesis optaremos por determinar el desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto curado con aceite de linaza en comparación de los métodos de curado tradicionales en la ciudad del Cusco. El aceite de linaza puede representar una alternativa viable de curado del concreto, este aceite se extrae gracias al prensado en caliente de la semilla de lino, el cual produce un aceite con alto contenido de yodo óptimo para el uso industrial gracias a sus características secantes y de formar una capa protectora impermeable similar a los aditivos SIKKA y CHEMA, este producto natural y ecológico actualmente es usado en la industria de la madera, pintura, piedra y recientemente en revestimientos para concreto, lo cual nos motiva a analizar el comportamiento del aceite de linaza con respecto al curado del concreto en función a una resistencia a compresión de  $F'c = 210 \text{ KG/cm}^2$ .

### 1.1.2 Formulación del Problema

#### 1.1.2.1 Formulación de Interrogativa de Problema General

¿Cuál será el desarrollo y la influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza en comparación a los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente?

#### 1.1.2.2 Formulación de Interrogativa de Problemas Específicos

- **Problema Específico N°1:** ¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza y curado mediante los métodos tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días, evaluados a temperatura ambiente?
- **Problema Especifico N°2:** ¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza en comparación a un concreto curado totalmente sumergido en agua en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días?
- **Problema Especifico N°3:** ¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza en comparación a un concreto curado por el método de aspersión en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días?
- **Problema Especifico N°4:** ¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza en comparación a un concreto curado con aditivo Chema en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días?



- **Problema Específico N°5:** ¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza en comparación a un concreto curado con aditivo Sika en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días?
- **Problema Específico N°6:** ¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza en comparación a un concreto sin curar en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días?
- **Problema Específico N°7:** ¿Cuál será el método de curado que influya más en la resistencia a la compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días?
- **Problema Específico N°8:** ¿Cuál será el método de curado que presente la mejor relación costo-beneficio para poder aplicarlo en un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  en la ciudad del Cusco?

## 1.2 Justificación de la investigación

### 1.2.1 Justificación Técnica:

El presente trabajo de tesis está orientada a la rama de concreto, pretendiendo determinar el desarrollo e influencia de la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  curado con linaza con respecto a los métodos de curado tradicionales a ciertas edades establecidas, con el fin de realizar un aporte técnico sobre el método más adecuado en el cual un concreto pueda desarrollar su resistencia de diseño.

### 1.2.2 Justificación Social:

En el presente trabajo de tesis está orientado a brindar información adecuada que pueda servir como herramienta para investigaciones futuras, como herramienta de aplicación en obras de concreto, más específicamente en el proceso de curado, el cual es imprescindible en el proceso constructivo y como garantía para asegurar obras de calidad en nuestra ciudad del Cusco.

### 1.2.3 Justificación por viabilidad:

El presente trabajo de tesis es viable debido a que los materiales con los que vayamos a realizar los ensayos de laboratorio se encuentran cerca de nuestra área de estudio y en cuanto cuando a los equipos y herramientas contamos con el respaldo de un laboratorio bien implementado, esto nos permitirá desarrollar adecuadamente el presente trabajo de investigación.



#### 1.2.4 Justificación por relevancia:

Es relevante debido a que se está presentando un trabajo de tesis que pretende innovar en cuanto a la metodología de curado en comparación a los curados tradicionales, fomentando de esta manera el área investigación científica de la Universidad Andina del Cusco.

#### 1.3 Limitaciones de la investigación.

- La experimentación de este trabajo para la obtención de datos se realizará en base a briquetas de concreto de calidad  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>
- El agregado a utilizarse será: Agregado grueso de Vicho con un tamaño máximo de 3/4" y un tamaño máximo nominal de 1/2" y Agregado Fino de Córdova.
- Los ensayos de contenido de Humedad y Porcentaje de absorción de nuestros agregados finos y gruesos de las canteras de Vicho y Córdova se realizaron a temperatura ambiente y se tomaron los valores obtenidos para el diseño de mezcla correspondiente.
- Los instrumentos y maquinaria utilizada fueron limitados a la calidad de estos, debido a la falta de disponibilidad de instrumentos de laboratorio y maquinaria para la realización de los ensayos.
- El tipo de cemento a utilizarse será el cemento portland IP.
- El diseño de mezcla se realizará en base al método ACI (American Concrete Institute) para un concreto de calidad  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Los métodos de curado que serán materia de estudio en el presente trabajo de tesis serán la siguientes:
  - Sin curado.
  - Totalmente Sumergido.
  - Curado por aspersión.
  - Curado con aditivo aditivos Sika Cem Curador (1 capa)
  - Curado con aditivo Chema Menbranil (1 capa)
  - Curado con Aceite de Linaza (1 capa)
- El proceso de curado se llevará acabo según indican las fichas técnicas de los Aditivos Comerciales (CHEMA y SIKA).
- El tiempo de curado y evaluación de la resistencia a la compresión se dará a los 7, 14 y 28 días.
- Se llevará a cabo el proceso de curado dentro de los rangos de temperatura establecidos en la norma E060 (5°C – 35°C).



- El Análisis de costos se limitará a los métodos comerciales de curado.

## 1.4 Objetivos de la investigación

### 1.4.1 Objetivo General

Comparar el desarrollo y la influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza con respecto a los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

- **Objetivo Específico N°1:** Determinar la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza y curado mediante los métodos tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días, evaluados a temperatura ambiente.
- **Objetivo Específico N°2:** Comparar la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza con respecto a un concreto curado totalmente sumergido en agua en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días.
- **Objetivo Específico N°3:** Comparar la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza con respecto a un concreto curado por el método de aspersión en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días.
- **Objetivo Específico N°4:** Comparar la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza con respecto a un concreto curado con aditivo Chema en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días.
- **Objetivo Específico N°5:** Comparar la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza con respecto a un concreto curado con aditivo SIKA en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días.
- **Objetivo Específico N°6:** Comparar la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza con respecto a un concreto sin curar en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días.
- **Objetivo Específico N°7:** Determinar que método de curado presenta mayor influencia en la resistencia a la compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días.
- **Objetivo Específico N°8:** Determinar el Método de curado que presenta la mejor relación costo-beneficio para poder aplicarlo en un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  en la ciudad del Cusco.



## CAPITULO 2 Marco Teórico de la Tesis

### 2.1 Antecedentes de la tesis.

#### 2.1.1 Antecedentes a Nivel Internacional

##### Primer antecedente

**Título del Tema:** ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS EMPLEADAS PARA EL CURADO DE CILINDROS DE CONCRETO HIDRÁULICO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

**Autor:** ZARETH LAIZ AMÍN JIMÉNEZ JESUS, DAVID ORDOÑEZ DEART

**Institución:** UNIVERSIDAD DE LA COSTA DEPARTAMENTO DE CIVIL Y AMBIENTAL BARRANQUILLA, ATLÁNTICO

**Lugar:** Barranquilla, Colombia

**Año:** 2021

##### RESUMEN:

En este trabajo se realizó una investigación en donde se analizó la influencia sobre la resistencia a la compresión que tienen las técnicas empleadas para el curado de cilindros de concreto hidráulico, para así identificar las técnicas de curado que garantizan o contribuyen a mejores valores de resistencia a la compresión y que a su vez sea útil como recomendación para la mejor elección favoreciendo la conservación de la calidad en la construcción de las obras. Se utilizaron los siguientes métodos:

- Inmersión total en agua potable
- inmersión total en agua con solución química
- inmersión total en agua de mar
- agentes de curado
- recubrimiento con láminas de polietileno
- rociado de agua manual
- sin curado

##### CONCLUSION:



La presente tesis obtuvo resultados positivos, donde se demuestra que los cilindros que se mantuvieron hidratados durante toda su proceso de fraguado por medio de las técnicas de inundación en agua de grifo, inundación en agua de mar, Inundación en agua con cal y control de temperatura y forrado en polietileno lograron un aumento de su resistencia a la compresión después de los 7 días, en comparación con las muestras que quedaron expuestas al medio ambiente (agentes de curado comerciales, rociado manual con agua dos veces al día y sin curado)

Concluyeron también que las técnicas de curado son de suma importancia debido a que estas tienen influencia directa en los parámetros de calidad del concreto tales como la resistencia a la compresión, durabilidad, absorción entre otros.

### **2.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional**

**Título del Tema:** ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE CURADO EN ESPECÍMENES DE LOSAS DE CONCRETO SIMPLE, SIMULANDO CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DE OBRA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

**Autores:**

Contreras Usedo, Stefany Rosario

Velazco Chavez, Cristian Antonio

**Institución:** Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

**Lugar:** Arequipa, Perú

**Año:** 2018

### **RESUMEN**

En la presente investigación se nos dio a conocer que el concreto durante las primeras semanas de edad debe mantenerse húmedo debido a que en este periodo de tiempo la mayor parte del cemento se transforma en productos hidratados lo que a la larga brindan poder aglutinante al material. Se tuvo por objetivo poder comparar diferentes métodos de curado que se utilizaban en la ciudad de Arequipa en losas de concreto, métodos como:

- Curado químico
- Curado con cobertura húmeda de geotextil





- Curado con agua mediante inundación por riego continuo
- Curado con agua mediante inundación por riego discontinuo en diferentes periodos de 3 y 7 días considerando las condiciones constructivas de obra en la ciudad de Arequipa.

## CONCLUSION

La presente tesis tuvo resultados positivos al curar la losa de concreto con agua mediante inundación por riego discontinuo por 7 días debido a que los resultados de resistencia a la compresión fueron muy positivos; en cambio al curar por un periodo de 3 días se obtuvieron resultados negativos que a la larga generarían la disminución en el tiempo de vida útil del elemento estructural.

También se concluyó en la presente tesis que al no curar un concreto, este al ser sometido a ensayos de resistencia a la compresión tenemos como resultado una baja resistencia con valores entre el 15 y 50 por ciento en comparación a un curado óptimo.

### 2.1.3 Antecedentes a Nivel Local

**Título del Tema:** EVALUACIÓN DE LA VARIACIÓN Y DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE CALIDAD  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> CURADO CON ALOE VERA CON RESPECTO A CURADOS USUALES, USANDO AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE VICHO Y CUNYAC.

#### **Autores:**

Br. Alicia Mujica Luque

Br. Karla Ivonne Trujillo Ricalde

**Institución:** Universidad Andina del Cusco

**Lugar:** Cusco

**Año:** 2017

#### **RESUMEN:**

Durante la etapa de curado del concreto, se busca mantenerlo en condiciones húmedas para causar que las reacciones químicas entre el cemento y el agua continúen por el tiempo suficiente y así poder aprovechar el potencial glutinante del cemento. En este sentido, el trabajo de investigación ha experimentado el curado del concreto con el fin de ampliar los conocimientos





acerca de los efectos que producen varias condiciones de curado en el desarrollo de la resistencia a compresión del concreto. Para ello, se realizó el curado con los métodos usuales como son: curado al ambiente (sin curado), curado sumergido en agua, curado con aditivos comerciales (Sika y Chema) y curado con aloe vera siendo el principal método y material en estudio.

## **CONCLUSIÓN:**

Se realizó el análisis comparativo de todos los métodos de curado en la resistencia a compresión, desarrollo de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días; teniendo, así como resultados importantes y cumpliendo con la hipótesis general, la resistencia a compresión con 3 capas de aloe vera mayor a la resistencia a compresión del curado con aditivos comerciales (Sika y Chema). Cabe resaltar que el método del curado sumergido en agua tiene un mayor aporte y desempeño en cuanto a la resistencia a compresión.

Siento  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  la resistencia de diseño a los 28 años, el concreto curado con el aditivo natural de aloe vera a tres capas alcanza una resistencia de  $228.12 \text{ kg/cm}^2$ , siendo superior al concreto sin curado con una resistencia alcanzada de  $195 \text{ kg/cm}^2$  e inferior a un concreto curado por sumergido con una resistencia alcanzada de  $291.37 \text{ kg/cm}^2$ .

## **2.2 Bases Teórico – Científicas**

### **2.2.1 Concreto**

#### **2.2.1.1 Definición del Concreto**

La norma técnica peruana E.060 nos indica que el concreto es la “Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos” (NORMA E.060 CONCRETO ARMADO , 2009).

Según (Sanchez de Guzman, 2001). “El concreto u hormigón puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (Cemento Portland Hidráulico), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un todo compacto (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión”.

“El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia” (Sanchez de Guzman, 2001).

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



“El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto” (Abanto Castillo, 2009).

## 2.2.2 Características del Concreto

Según (Abanto Castillo, 2009) “Entre los factores que hacen del concreto un material de construcción universal tenemos”:

- La facilidad con que puede colocarse dentro de los encofrados de casi cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica.
- Su elevada resistencia a la compresión lo que le hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columna y arcos.
- Su elevada resistencia al fuego y a la penetración del agua (Abanto Castillo, 2009).

### 2.2.2.1 Componentes del Concreto

“Ya hemos establecido conceptualmente la necesidad de conocer a profundidad las propiedades de los componentes del concreto, pero debemos puntualizar que, de todos ellos, el que amerita un conocimiento especial es el cemento. Si analizamos la Fig. N° 4 en que se esquematizan las proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto, concluiremos en que el cemento es el ingrediente activo que interviene en menor cantidad, pero sin embargo es el que define las tendencias del comportamiento, por lo que es obvio que necesitamos profundizar en este aspecto que está muy ligado a las reacciones químicas que se suceden al entrar en contacto con el agua y los aditivos” (Pasquel Carbajal, 1998).

Figura 4. Proporciones típicas de concreto

Aire = 1 % a 3 %
Cemento = 7 % a 15 %
Agua = 15 % a 22 %
Agregados = 60 % a 75 %

Fuente: (Pasquel Carbajal), *Temas de Tecnología del concreto en el Perú* pág. 15



### 2.2.2.1.1 Cemento

#### Definición de Cemento

Según (NORMA E.060 CONCRETO ARMADO , 2009), el cemento es un “Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire”.

#### Cemento Portland

Para (Abanto Castillo, 2009) “El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas. Los dos materiales principales con que se fabrica el cemento Portland son: la piedra caliza y arcilla”.

Figura 5. Cemento Portland



Fuente: (Kosmatka S. H., Kerkhoff, Panarese, & Tanesi), Diseño y Control de Mezclas de Concreto pág. 25

#### Hidratación del Cemento

“La reacción mediante la cual el cemento portland se transforma en un agente de enlace, se produce en una pasta de cemento y agua. En otras palabras, en presencia del agua los silicatos y aluminatos forman productos de hidratación, que, con el paso del tiempo, producen una masa firme y dura que se conoce como pasta de cemento hidratada” (Neville, 2013).

Tabla 1. Productos de hidratación

Denominación	Exp. Abreviada	Productos de Hidratación	
Silicato Tricálcico	C3S	$3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + 3 (\text{CaO} \cdot \text{H}_2\text{O})$	Silicato de calcio hidratado (C-S-H)
Silicato Bicálcico	C2S	$3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + \text{CaO} \cdot \text{H}_2\text{O}$	Silicato de calcio hidratado (C-S-H)
Aluminato Tricálcico	C3A	$6\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$	ETRINGITA
Ferrito Aluminato Tetracálcico	C4AF	$6\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Ferroaluminato de calcio hidratado

Fuente: Elaboración Propia

### Formación de la Pasta de Cemento

Según (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010) “En términos generales, puede decirse que se realiza como consecuencia de las reacciones químicas del cemento con el agua. Dependiendo de la composición del cemento y de las condiciones de hidratación (temperatura, humedad, etc.), lo cual hace que la pasta sea un sistema dinámico que cambia con el tiempo, formando un conjunto complejo de productos de hidratación”.

“En forma resumida, un grano de cemento, que tiene un diámetro medio aproximado a las 50 micras, después de cierto tiempo de estar en contacto con el agua, empieza a dar señales de actividad química en su superficie y aparecen cristales que van creciendo lentamente para formar una sustancia gelatinosa que los envuelve, llamada gel” (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010).

Figura 6. Cristales de cemento hidratado



Fuente: (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010) pág. 32



## Mecanismo de Hidratación del Cemento

El mecanismo de hidratación según (Pasquel Carbajal, 1998) “es cuando la reacción con el agua no une las partículas de cemento, sino que cada partícula se dispersa en millos de partículas de productos de hidratación desapareciendo los constituyentes iniciales. El proceso es exotérmico generando un flujo de calor hacia el exterior denominado calor de hidratación”.

Dependiendo de la temperatura, el tiempo y la relación entre la cantidad de agua y cemento, se pueden definir las siguientes etapas de proceso de hidratación:

- **Plástico:** Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta moldeable. Cuanto menor es la relación Agua/Cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente.

El primer elemento en reaccionar es el C3A, y posteriormente los silicatos y el C4AF, caracterizándose el proceso por la dispersión de cada grano de cemento en millones de partículas. La acción del yeso contrarresta la velocidad de las reacciones y en este estado se produce lo que se denomina el período latente o de reposo en que las reacciones se atenúan, y dura entre 40 y 120 minutos dependiendo de la temperatura ambiente y el cemento en partícula.

- **Fraguado Inicial:** Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad. Se forma una estructura porosa llamada gel de Hidratos de Silicatos de Calcio (CHS o Torbemorita), con consistencia coloidal intermedia entre sólido y líquido que va rigidizándose cada vez más en la medida que se siguen hidratando los silicatos. Este período dura alrededor de tres horas y se producen una serie de reacciones químicas que van haciendo al gel CHS más estable con el tiempo.
- **Fraguado Final:** Se obtiene al término de la etapa de fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo y deformaciones permanentes. La estructura del gel está constituida por el ensamble definitivo de sus partículas endurecidas.
- **Endurecimiento:** Se produce a partir del fraguado final y es el estado en que se mantienen se incrementan con el tiempo las características resistentes. La reacción



predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continúa de manera indefinida (Pasquel Carbajal, 1998).

### **Calor de Hidratación**

Según, (Sanchez de Guzman, 2001) “El proceso de hidratación es un proceso exotérmico, lo cual hace que los concretos al fraguar y endurecer aumenten de temperatura, este incremento es importante en concretos masivos, debido a que cuando ha ocurrido el fraguado y se inicia el descanso térmico, se origina la tracción del material, que puede conducir a graves agrietamientos”.

“De acuerdo con las reacciones químicas, la hidratación de compuestos del cemento es exotérmica, y pueden liberar hasta 500 joules por gramo (120 calorías/gramo). Puesto que la conductividad del concreto es relativamente baja, actúa como aislante, y en el interior de una masa grande de concreto, la hidratación puede producir un fuerte aumento en temperatura” (Neville, 2013).

El calor de hidratación depende de la composición química del cemento, y el calor de hidratación del cemento es aproximadamente igual a la suma de los calores de hidratación de los compuestos individuales, hidratados por separado.

### **Tipos de Cemento**

“La totalidad de los cementos empleados en el Perú son cementos portland tal como los especifica la Norma ASTM C 150, o cementos combinados, de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM C 595” (Rivva López, 2000).

- **Cemento Portland Sin Adición**

- |          |   |
|----------|---|
| TIPO I   | De uso general, donde no se requieren propiedades especiales.   |
| TIPO II  | De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.                          |
| TIPO III | Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Para uso en clima frío ó en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras. |



- TIPO IV De bajo calor de hidratación. Para concreto masivo. Valores típicos de los compuestos de los diferentes tipos de cemento Pórtland
- TIPO V Alta resistencia a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos (Pasquel Carbajal, 1998).

### **Cemento Multipropósito de Alta Durabilidad – Yura Ip**

“Para el desarrollo del presente trabajo de tesis optamos por utilizar un CEMENTO MULTIPROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP. Es un producto a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO MULTIPROPÓSITO YURA TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácido, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión u otros tipos de deterioro” (YURA, 2019).

Figura 7. Presentación de Cemento YURA IP - 42.5 kg



Fuente: Ficha Técnica - YURA IP

Cabe hacer mención, que este tipo de cemento cumple con la norma ASTM C-595 (Especificación normalizada para cementos adicionados Hidráulicos), así también estos concretos tendrán un menor calor de hidratación y una mayor estabilidad volumétrica.



Tabla 2. Características Técnicas del Cemento Yura IP

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS						
REQUISITOS	CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595			
<b>REQUISITOS QUÍMICOS</b>						
MgO (%)	1.5 a 2.4		6.00 Máx.			
SO <sub>3</sub> (%)	1.5 a 2.3		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 3.8		5.00 Máx.			
<b>REQUISITOS FÍSICOS</b>						
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.77 a 2.85		-			
Expansión en autoclave (%)	-0.05 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx			
<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>Kgf/cm<sup>2</sup></b>	<b>MPa</b>	<b>Kgf/cm<sup>2</sup></b>	<b>MPa</b>	<b>REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)</b>	
1 día	80 a 104	7.8 a 10.2	-	-	<b>Kgf/cm<sup>2</sup></b>	<b>MPa</b>
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Mín.	13	122 Mín.	12
7 días	225 a 260	22.0 a 25.4	204 Mín.	20	194 Mín.	19
28 días	306 a 350	30.0 a 34.3	255 Mín.	25	-	-
<b>Resistencia a los sulfatos</b>	<b>%</b>		<b>%</b>			
% Expansión a los 6 meses	< 0.021%		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.023%		0.10 Máx			

Fuente: Ficha Técnica - YURA IP

### 2.2.2.1.2 Agua

Para (Sanchez de Guzman, 2001) “El agua se puede definir como aquel componente del concreto en virtud del cual, el cemento experimenta reacciones químicas que le dan la propiedad de fraguar y endurecer para formar un sólido único con los agregados”.

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo,
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto
- Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse. Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

“El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de éstas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento” (Pasquel Carbajal, 1998).

Según (Rivva López, 2000) “Como requisito de carácter general y sin que ello implique la realización de ensayos que permitan verificar su calidad, se podrá emplear como aguas de mezclado aquellas que se consideren potables, o las que por experiencia se conozca que pueden ser utilizadas en la preparación del concreto”.





### 2.2.2.1.3 Agregado

#### **Definición De Agregado**

Para (Sanchez de Guzman, 2001). “Los agregados, también llamados áridos, son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento portland en presencia de agua conforman un todo compacto (piedra artificial) conocido como concreto u hormigón”.

Para (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010). “Los agregados son cualquier sustancia sólida o partículas añadidas intencionalmente al concreto que ocupan un espacio rodeado por pasta de cemento, de tal forma, que en combinación con esta proporcionan resistencia mecánica, al mortero o concreto en estado endurecido y controlan los cambios volumétricos que normalmente tienen lugar durante el fraguado del cemento, así como los que se producen por las variaciones en el contenido de humedad de las estructuras”.

#### **Funciones del Agregado**

Las tres principales funciones del agregado en el concreto son:

1. “Proporcionar un relleno adecuado a la pasta, reduciendo el contenido de esta por unidad de volumen y, por lo tanto, reduciendo el costo de la unidad cubica de concreto” (Rivva López, 2000).
2. “Proporcionar una masa de partículas capaces de resistir las acciones mecánicas, de desgaste, o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto” (Rivva López, 2000).
3. “Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado, o de calentamiento de la pasta” (Rivva López, 2000).

#### **Clasificación del Agregado**

Por su Procedencia:

1. Agregados Naturales: Son todos aquellos que provienen de la explotación de fuentes naturales tales como depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de rio) o de glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Se pueden aprovechar en su granulación natural o triturándolos mecánicamente, según sea el caso, de acuerdo con las especificaciones requeridas.



2. Agregados Artificiales: Estos agregados se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como arcillas expandidas, escorias de alto horno, Clinker, limaduras de hierro y otros. Por lo general estos agregados son más ligeros o pesados que los ordinarios (Sanchez de Guzman, 2001).

Por su tamaño:

1. Agregado Grueso: “Es aquel que queda retenido en el Tamiz N° 4 y es proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas. El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada. La grava es el agregado grueso que proviene de la desintegración y abrasión natural de materiales pétreos, se le encuentra generalmente en canteras y lechos de ríos depositado en forma natural. La piedra chancada o triturada, es el agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas y gravas” (Rivva López, 2000).
2. Agregado Fino: “Es aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el Tamiz 3/8” y queda retenido en el tamiz N° 200. El más usual de los agregados finos es la arena, definida como el producto resultante de la desintegración natural de las rocas” (Rivva López, 2000).

“El agregado fino podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes. Deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas” (NORMA E.060 CONCRETO ARMADO , 2009).

3. Agregado muy Fino: “Es aquel que pasa el tamiz N° 200 y queda retenido en el fondo, normalmente está conformado por limos y arcillas. El contenido de arcilla y limo en una mezcla de concreto, es un factor que se debe limitar porque cuando hay un exceso de las mismas, hace que sean mayores los requerimientos de agua y pueden restar adherencia entre el agregado grueso y la pasta de cemento” (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010).



Tabla 3. Clasificación general del agregado según su tamaño.

Tamaño de las partículas en mm (pulg.)	Denominación más corriente	Clasificación	Clasificación como agregado para concreto
Inferior a 0,002	Arcilla	Fración muy fina	No recomendable
Entre 0,002 - 0,074 (No. 200)	Limo		
Entre 0,074 - 4,76 (No. 200) - (No. 4)	Arena	Agregado fino	
Entre 4,76 - 19.1 (No. 4) - (3/4")	Gravilla	Agregado grueso	Material apto para producir concreto
Entre 19.1 - 50.8 (3/4") - (2")	Grava		
Entre 50.8 - 152.4 (92") - (6")	Piedra		
Supertor a 152.4 (6")	Rajón, piedra bola		

Fuente: Sánchez de Guzmán, Tecnología del Concreto y Mortero pág. 70

### Forma y Textura de los Agregados

“La forma de las partículas del agregado juega un papel muy importante en la fabricación de concreto, debido a que la aptitud de compactación de la mezcla no solo depende de la granulometría del agregado sino también del grado de acomodamiento de las partículas. En cuanto a la textura también incide notablemente en las propiedades del concreto, especialmente en la adherencia entre las partículas del agregado y la pasta de cemento fraguado, y gobierna las condiciones de fluidez mientras la mezcla se encuentra en un estado plástico” (Sanchez de Guzman, 2001).

“Como parte de las características externas de los agregados se tiene la forma y textura superficial de las partículas, debido a la dificultad de describir las diversas formas tridimensionales de los cuerpos es conveniente clasificarlos de acuerdo a la siguiente tabla”.



Tabla 4. Clasificación de forma de partículas

Clasificación	Descripción	Ejemplos
Redondeada	Completamente desgastadas por el agua o totalmente formadas por fricción	Grava de río o de playa; arena del desierto, de playa o acarreada por el viento
Irregular	Irregulares por naturaleza, parcialmente formadas por fricción o con bordes redondeados	Otras gravas; pizarra de superficie o subterránea
Escamosa	Materiales cuyo espesor es pequeño en comparación con sus otras dos dimensiones	Roca laminada
Angular	Con bordes bien definidos, formados en las intersecciones de caras aproximadamente planas	Rocas trituradas de todos tipos, taludes de triticos y escoria triturada
Alargada	Material que suele ser angular, pero cuya longitud es bastante mayor que las otras dos dimensiones	—
Escamosa y alargada	Material cuya longitud es bastante mayor que el ancho y el ancho bastante mayor que el espesor	—

Fuente: Neville, Tecnología del concreto pág. 78

Para (Kosmatka S. H., Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004) “La forma y la textura superficial de las partículas de un agregado influyen en las propiedades del concreto fresco más que las del concreto endurecido. Las partículas con textura áspera, angulares o alongadas requieren más agua para producir un concreto trabajable que agregados lisos, redondeados y compactos. Además, las partículas de agregado angulares requieren más cemento para mantener la misma relación agua-cemento”.

### Adherencia

Según (Neville, 2013) “La adherencia entre el agregado y la pasta de cemento es un factor importante para la resistencia del concreto, especialmente la resistencia a la flexión, pero no se ha comprendido la naturaleza de la adherencia. La adherencia se debe en parte a que el agregado y la pasta se entrelazan debido a la aspereza de la superficie del primero. Una superficie áspera, como la de las partículas trituradas, da como resultado una mejor adherencia, por causa de entrelazado mecánico que también se consigue cuando se usan materiales compuestos por partículas suaves, porosas y mineralógicamente heterogéneas”.



## Propiedades Físicas del Agregado

- **Granulometría**

“La granulometría está definida como la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados. Se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra de agregado en fracciones de igual tamaño. La medida de la cuantía de cada una de estas fracciones es lo que se conoce como granulometría” (Sanchez de Guzman, 2001).

Según (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010) “Para obtener un buen concreto, es necesario que la mezcla de la arena y de la piedra logre una granulometría que proporcione masa unitaria máxima, puesto que con esta condición el volumen de los espacios entre partículas es mínimo y por consiguiente la cantidad de pasta necesaria para pegarlas y para llenar los espacios entre ellas será mínimo, lo cual dará lugar a una mezcla de mejores condiciones técnicas y, además, económica”.

- **Tamaño Máximo**

“El tamaño máximo del agregado es otro factor que deriva del análisis granulométrico y está definido como la abertura del menor tamiz de la serie que permite el paso del 100% del material” (Sanchez de Guzman, 2001).

En ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso deberá ser mayor que:

1. Un quinto, de la menor dimensión, entre caras de encofrados.
2. Un tercio de la altura de las losas.
3. Tres cuartos del espacio libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, cables o duetos de presfuerzo (Abanto Castillo, 2009).

- **Tamaño Máximo Nominal**

“Este factor también deriva de un análisis granulométrico es el tamaño máximo nominal que está definido como la abertura del tamiz inmediatamente superior a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado sea 15 % o más” (Rivva López, 2000).

“En la práctica, lo que indica el tamaño máximo nominal es el tamaño promedio de partículas más grandes que hay dentro de la masa del agregado. La mayor utilidad de este factor con respecto al anterior, estriba en que el tamaño máximo nominal define mejor el tamaño de las



partículas más grandes de la masa de agregados en su fracción gruesa, mientras que el tamaño máximo sólo indica el tamaño de la partícula más grande que hay en la masa, la cual en algunos casos puede ser única” (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010).

- **Módulo de Finura:**

Según (Rivva López, 2000) “El módulo de fineza es un índice del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado. Se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 y dividida entre 100”.

“A medida en que se acerca a cero indica un agregado fino y en la medida que aumenta su valor indica que el agregado es más grueso. Su uso generalmente se ha centrado en la evaluación de “grados de finura” del agregado fino o arena” (Sanchez de Guzman, 2001).

Tabla 5. Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura.

MODULO DE FINURA	AGREGADO FINO
Menor que 2,00	Muy fino o extra fino
2,00 – 2,30	Fino
2,30 – 2,60	Ligeramente fino
2,60 – 2,90	Mediano
2,90 – 3,20	Ligeramente grueso
3,20 – 3,50	Grueso
Mayor que 3,50	Muy grueso o extra grueso

Fuente: Rivera, Tecnología del concreto y mortero pág.60

“Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia” (Abanto Castillo, 2009).

- **Análisis Granulométrico Agregado Grueso**

“Normalmente la granulometría del agregado grueso se expresa en términos de porcentajes retenidos en los tamices ASTM 1/4”, 3/8”, 1/2”, 3/4”, 1 1/2” y mayores” (Rivva López, 2000).

El agregado grueso deberá cumplir con los requisitos de la Tabla N.º 5 según los husos especificados.



Tabla 6. Requisitos granulométricos del agregado grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	12,5 mm (½ pulg)	9,5 mm (¾ pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37,5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	...
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	...
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	...
5	25,0 mm a 12,5mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	...
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	...
57	25,0 mm a 4,75mm (1 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	...
6	19,0 mm a 9,5 mm (¾ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	...
67	19,0 mm a 4 mm (¾ pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
7	12,5 mm a 4,75 mm (½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	...
8	9,5 mm a 2,36 mm (¾ pulg a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	...
89	12,5 mm a 9,5 mm (½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9A	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037 pág. 13

• **Análisis Granulométrico Agregado Fino**

“Normalmente la granulometría del agregado fino se expresa en términos de los porcentajes retenidos en los tamices ASTM N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 Y N° 200” (Rivva López, 2000).

El agregado fino, deberá tener la gradación según los límites de la Tabla N.º 7

Tabla 7. Requisitos granulométricos del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	05 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10

Fuente: NTP 400.037 pág. 8

“Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes” (NTP 400.037, 2014).





- **Peso Unitario y Contenido de Vacíos**

Según (Rivva López, 2000) “Se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado, ya sea suelto o compactado, el peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico del material”.

A partir del conocimiento del peso unitario del agregado se puede:

Calcular el contenido de vacíos.

Clasificar a los agregados en livianos, normales y pesados.

Tener una medida de la uniformidad del agregado (Rivva López, 2000).

- **Peso Unitario Suelto**

Se denomina masa unitaria suelta al material que se encuentra en estado normal de reposo porque el volumen que ocupa es mayor y por tanto su masa unitaria es menor.

“En este caso el valor de la masa unitaria suelta es de vital importancia cuando se van a manejar los agregados, ya que por ejemplo el transporte se hace por volumen y en estado suelto, de tal manera que el volumen de agregado a transportar y consumir será mayor que el volumen de agregado dentro del concreto a producir, colocar y compactar” (Sanchez de Guzman, 2001).

- **Peso Unitario Compactado**

“Se entiende por masa unitaria compactada el grado de acomodamiento de las partículas del agregado cuando se ha sometido a vibración, ya que esta mejora el acomodamiento y aumenta la masa unitaria. La importancia de este factor radica en que con el se determinan los volúmenes absolutos de agregados en el diseño de mezclas por cuanto las partículas del agregado van a quedar confinadas dentro de la masa del concreto” (Sanchez de Guzman, 2001).

- **Contenido de Vacíos**

Para (Pasquel Carbajal, 1998), el contenido de vacíos, “Es la medida del volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados. Depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario”.

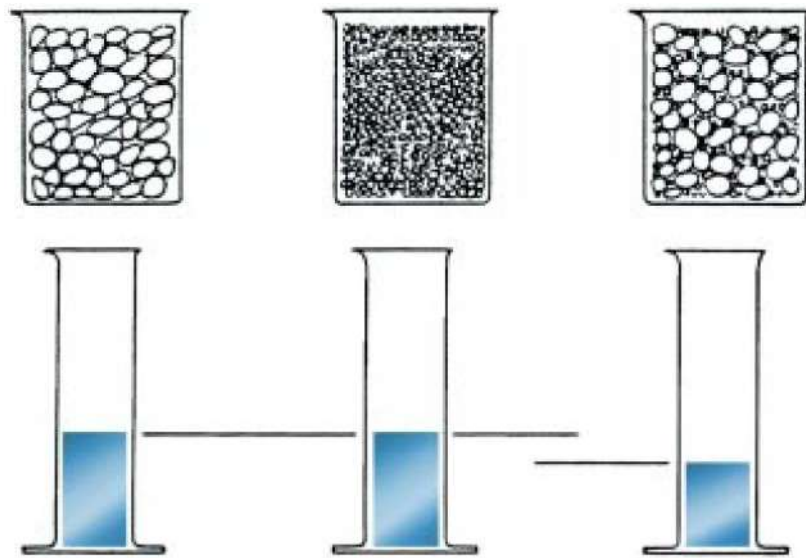
“La cantidad de vacíos entre las partículas afectan la demanda de pasta en el diseño de la mezcla. La cantidad de vacíos varía de cerca del 30% a 45% para el agregado grueso y de cerca





del 40% a 50% para el agregado fino. La angularidad aumenta la cantidad de vacíos, mientras que los tamaños mayores de un agregado bien graduado y la mejoría de la granulometría disminuyen el contenido de vacíos” (Kosmatka S. H., Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

Figura 8. El Nivel del líquido en las probetas es constante para volúmenes absolutos iguales de agregados con tamaños uniformes. Cuando se combinan tamaños diferentes, el contenido de vacíos disminuye.



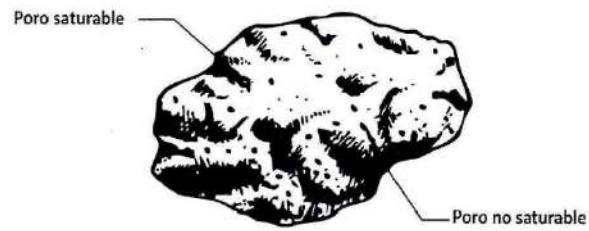
Fuente: (Kosmatka S. H., Kerkhoff, Panarese, & Tanesi), Diseño y control de mezclas de concreto pág. 107

- **Peso específico**

“Dentro de las propiedades físicas de los agregados que dependen directamente de las propiedades de la roca original de donde provienen, se encuentra la densidad, la cual está definida como la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada. Sin embargo, en el caso de los agregados para concreto hay necesidad de definir cuidadosamente el termino densidad, puesto que generalmente entre sus partículas hay cavidades o poros que pueden estar vacíos, parcialmente saturados o llenos de agua” (Sanchez de Guzman, 2001).



Figura 9. Poros del agregado



Fuente: (Sanchez de Guzman), Tecnología del concreto pág. 78

“Los pesos específicos bajos generalmente indican un material poroso, absorbente y débil. Los altos generalmente indican buena calidad, pero ello, en ambos casos, siempre no es seguro salvo que se confirme por otros medios. El valor del peso específico puede ser utilizado como una medida indirecta de la solidez o estabilidad de un agregado, siendo generalmente aceptado que éstos disminuyen conforme es menor el valor del peso específico” (Rivva López, 2000).

- **Absorción y Humedad de los Agregados**

Según (Neville, 2013) “La absorción de agua de los agregados se determina midiendo el aumento en masa de una muestra secada en horno, y sumergida después en agua durante 24 horas (habiendo quitado el agua de la superficie). La relación que existe entre el aumento en masa con respecto a la masa de la muestra seca, expresada en porcentaje, se le llama absorción”.

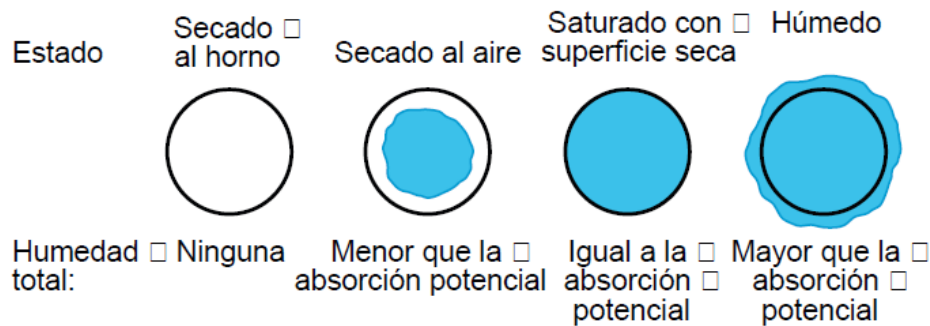
“La porosidad está relacionada con la capacidad de absorción de agua u otro líquido dentro de los agregados según el tamaño de los poros, su continuidad (permeabilidad) y su volumen total. En la práctica, lo que se mide para cuantificar la influencia de la porosidad dentro del agregado es su capacidad de absorción, ya que las partículas del agregado pueden pasar por cuatro estados” (Sanchez de Guzman, 2001).

Las condiciones de humedad se las puede definir como:

- Secado al horno: totalmente absorbente
- Secado al aire: la superficie de las partículas está seca, pero su interior contiene humedad y, por lo tanto, aún es ligeramente absorbente
- Saturado con superficie seca (SSS): no absorben ni ceden agua al concreto
- Húmedos: Contiene un exceso de humedad sobre la superficie (agua libre) (Kosmatka S. H., Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).



Figura 10. Condiciones de humedad de los agregados



Fuente: (Kosmatka S. H., Kerkhoff, Panarese, & Tanesi), Diseño y control de mezclas de concreto pág 115

- **Sustancias Perjudiciales**

- **Material más fino que pasa la malla N° 200:** “Tiene trascendencia en la adherencia entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia. Por otro lado, las mezclas requieren una mayor cantidad de agua, por lo que se acostumbra limitarlos entre el 3% al 5%, aunque valores superiores hasta del orden del 7% no necesariamente causarán un efecto pernicioso notable que no pueda contrarrestarse mejorando el diseño de mezclas, bajando la relación Agua/Cemento y/o optimizando granulometría” (Pasquel Carbajal, 1998).
- **Impurezas Orgánicas:** “Influyen primordialmente en modificar los tiempos de endurecimiento y desarrollo de resistencia, pudiendo provocar además manchas o afectar la durabilidad si se encuentran en grandes cantidades, lo cual no es usual” (Pasquel Carbajal, 1998).
- **Partículas Ligeras, Partículas blandas, Lentas de Arcilla:** “Si están presentes en cantidades apreciables, provocan la localización de zonas débiles, y pueden interferir con la durabilidad” (Pasquel Carbajal, 1998).

#### 2.2.2.1.4 Aditivos

Según (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010) “Los aditivos son ingredientes del concreto o mortero que además del agua, agregados, cemento hidráulico y en algunos casos fibra de refuerzo, son adicionados a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado”.

Los aditivos son materiales utilizados como componentes del concreto o el mortero, los cuales se añaden a estos durante el mezclado a fin de:

- Modificar una o algunas de sus propiedades, a fin de permitir que sean más adecuados al trabajo que está efectuando.



- Facilitar su colocación.
- Reducir costos de operación,

En la decisión sobre el empleo de aditivos debe considerarse en qué casos:

- Su utilización puede ser la única alternativa para lograr resultados deseados
- Los objetivos deseados pueden lograrse, con mayor economía y mejores resultados, por cambios en la composición o proporciones de la mezcla (Rivva López, Materiales para el Concreto, 2000).

### **Razones para el Empleo de Aditivos**

1. Aumentar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua o reducir la el contenido de agua, logrando la misma trabajabilidad.
2. Acelerar la velocidad de desarrollo de resistencia a edades tempranas.
3. Aumentar la resistencia.
4. Curado el concreto
5. Retardar o acelerar el fraguado inicial.
6. Modificar la velocidad o aptitud de exudación o ambos.
7. Aumentar la durabilidad o la resistencia a condiciones severas de exposición, incluyendo la aplicación de sales para quitar el hielo.
8. Reducir el flujo capilar de agua.
9. Mejorar penetración y el bombeo.
10. Aumentar adherencia del concreto y acero.
11. Reducir el costo unitario del concreto, etc.

(Sanchez de Guzman, 2001)

#### **2.2.2.2 Propiedades del Concreto**

“Las características del concreto han de ser en función del fin para el cual está destinado. Por ello la selección de las proporciones de la unidad cúbica de concreto debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran necesarias para el caso particular para el cual la mezcla está siendo diseñada” (Rivva López, 1992).



#### 2.2.2.2.1 Trabajabilidad

“Se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del concreto al estado no endurecido la cual determina su capacidad para ser manipulado, transportados, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad, así como para se acabado sin que se presente segregación” (Rivva López, 1992).

“Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa” (Pasquel Carbajal, 1998).

La trabajabilidad está representada por el grado de compacidad, cohesividad, plasticidad y la consistencia o movilidad.

- Compacidad: Es la facilidad con la que el concreto o mortero fresco es compactado o consolidado para reducir el volumen de vacíos y por lo tanto el aire atrapado.
- Cohesividad: Es la aptitud que tiene el concreto o mortero fresco para mantenerse como una masa estable y sin segregación.
- Plasticidad: Es la condición del concreto o mortero fresco que le permite deformarse continuamente sin romperse.
- Consistencia o Movilidad: Es la habilidad del mortero y concreto fresco para fluir, es decir la capacidad de adquirir la forma de los encofrados que lo contienen y de llenar espacios vacíos alrededor de los elementos que absorbe.

(Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010)

#### 2.2.2.2.2 Consistencia

“La consistencia se refiere a su estado de fluidez, es decir, que tan dura (seca) o blanda (fluida) es una mezcla de concreto cuando se encuentra en estado plástico, por lo cual se dice que es el grado de humedad de la mezcla” (Sanchez de Guzman, 2001).

Según (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992) la consistencia se puede clasificar en tres grupos:

- Concretos consistentes y secos.
- Concretos plásticos.
- Concretos fluidos.



Los concretos consistentes son definidos como aquellos que tienen el grado de humedad necesario como para que al apretarlos con la mano quede adherida a esta. Este tipo de concreto solo contiene el agua necesaria para que su superficie, después de vibrado, quede blanda y unida.

Los concretos plásticos son definidos como aquellos que contienen el agua necesaria para dar a la masa una consistencia pastosa.

“Los concretos fluidos son aquellos que has sido amasados con tanta agua que la mezcla fluye como una pasta blanda. Este tipo de concreto solo debe ser empleado en aquellas estructuras en las que la disminución de la calidad originada por el excesivo contenido de agua carece de importancia” (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992).

### **Ensayo de Consistencia del Concreto**

“El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o "slump test", es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba, desarrollada por Duft Abrams; fue adoptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978” (Abanto Castillo, 2009).

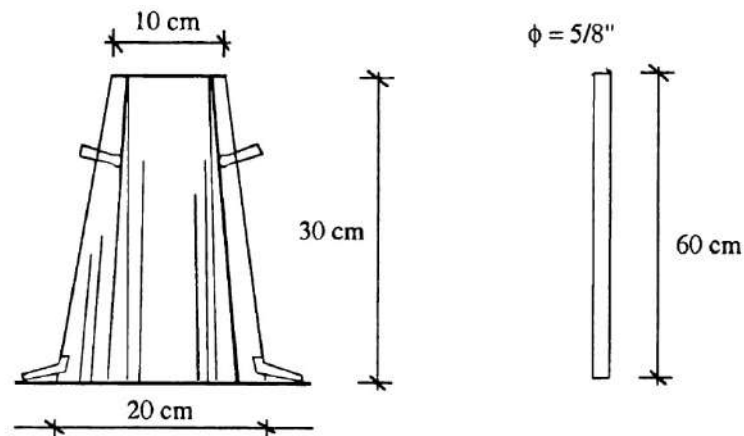
“El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento de la mezcla luego de desmoldeado. El comportamiento del concreto en la prueba indica su "consistencia" o sea su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos” (Abanto Castillo, 2009).

#### Equipos y Materiales

- El equipo necesario consiste en un tronco de cono. Los dos círculos de las bases son paralelos entre sí midiendo 20 cm y 10 cm los diámetros respectivos la altura del molde es de 30 cm.
- Para compactar el concreto se utiliza una barra de acero liso de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica.



Figura 11. Equipo para la Prueba de Consistencia



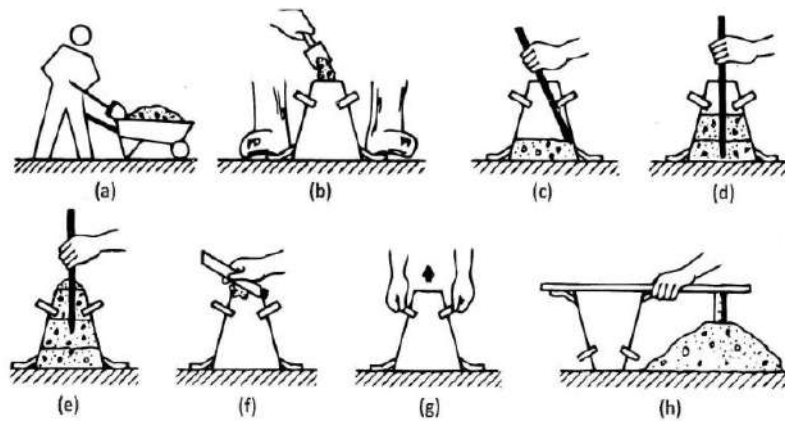
Fuente: Flavio Abanto, Tecnología del Concreto pág. 48

### Procedimiento

1. Se coloca el molde sobre una superficie horizontal, plana y no absorbente, presionando con los pies las agarraderas para que el concreto no se salga por la parte inferior del molde.
2. En seguida, se llena el cono en tres capas cada una de aproximadamente igual volumen, apisonándose cada capa con 25 golpes dados con el extremo redondeado de una varilla de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud.
3. La introducción de la varilla se debe hacer en diferentes sitios de la superficie y hasta una profundidad tal, que penetre ligeramente en la capa inferior con el objeto de que la compactación se distribuya uniformemente sobre la sección transversal.
4. Al final de la tercera capa, se nivela la superficie, bien sea con la varilla. Se retira la mezcla que haya caído al suelo en la zona adyacente a la base del molde, el cono se levanta cuidadosamente en dirección vertical, sin movimientos laterales o de torsión y sin tocar la mezcla con el molde cuando este se ha separado del concreto.
5. Una vez retirado el molde, la muestra sufre un asentamiento (por esto recibe el nombre del ensayo), el cual se mide inmediatamente como diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro de la base superior del espécimen.

(Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010)

Figura 12. Ensayo de Asentamiento



Fuente: Gómez Jurado, Tecnología del Concreto,  
pág. 104

### Clases de Mezclas según su Asentamiento

Tabla 8. Clases de Mezclas según su Asentamiento

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPACTACION
Seca	0" a 2"	poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	muy trabajable	Chuseado

Fuente: Flavio Abanto, Tecnología del Concreto, pág. 49

#### 2.2.2.2.3 Segregación

La segregación viene a ser la separación de los materiales que constituyen una mezcla heterogénea (como es el concreto), de manera que su distribución deje de ser uniforme por falta de cohesión.

Entre las causas, inherentes al concreto, que pueden producir segregación, se encuentran la diferencia de tamaño de las partículas y su distribución granulométrica, así como la densidad de los constituyentes y su proporción dentro de la mezcla (Sanchez de Guzman, 2001).

Según (Abanto Castillo, 2009) “La segregación es una función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuanto más húmeda es esta y menor cuanto más seca lo es”.

Para disminuir el riesgo de segregación es aconsejable seguir las siguientes recomendaciones:

- Dosificar en forma adecuada los materiales.





- Hacer una inspección visual del aspecto de la mezcla cuando se prueban los diseños.
- Reducir las distancias de acarreo del concreto dentro de las obras.
- No arrojar el concreto desde alturas mayores a 1 m'
- No transportar el concreto por conductos con cambios bruscos de dirección
- No descargar el concreto contra un obstáculo.
- No dejar fluir el concreto a lo largo de la formaleta.
- No esparcir un montón de concreto con el vibrador'
- No exceder el tiempo de vibración del concreto.
- No utilizar agregado grueso cuya densidad difiera apreciablemente del fino.

(Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010)

#### **2.2.2.2.4 Exudación o Sangrado**

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades.

“Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla No 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla” (Pasquel Carbajal, 1998).

Cuando este fenómeno se presenta en una alta tasa, se convierte en poco deseable, especialmente para bombear y dar acabado al concreto, porque la mezcla tiende a pegarse a las tuberías y herramientas con que se proporciona el acabado. Adicionalmente, trae otras consecuencias nocivas, como el debilitamiento de la parte superior de una porción de concreto que se vuelve demasiado húmeda y se traduce en disminución de las propiedades del concreto superficial, mayor porosidad, menor resistencia a la abrasión y al ataque de agentes agresivos presentes en el ambiente. Por otro lado, si la evaporación de agua en su superficie es más rápida que la velocidad de exudación, se producen fisuras de retracción (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010).

#### **2.2.2.2.5 Contracción**

Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de fisuración que acarrea con frecuencia. Ya hemos visto que la pasta de cemento necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, y a esto se le llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible. Pero además existe otro tipo de



contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en el estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla.

“Este proceso no es irreversible, ya que, si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción acaecida. Esta propiedad se tratará con mucha amplitud al tocar el tema de los cambios volumétricos en el concreto, siendo lo fundamental en este Capítulo, el tener claro que el concreto de todas maneras se contrae y si no tomamos las medidas adecuadas indefectiblemente se fisura, y en muchos casos esta fisuración es inevitable por lo que sólo resta preverla y orientarla” (Pasquel Carbajal, 1998).

#### **2.2.2.2.6 Resistencia**

“La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado a principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad” (Rivva López, 1992).

Según (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010) “Es una habilidad para resistir esfuerzos y de allí que se pueda considerar de cuatro maneras: compresión, tracción, flexión y corte. El concreto presenta una alta resistencia a los esfuerzos de compresión y muy poca a los de tracción, razón por la cual, la resistencia a la compresión simple es la propiedad a la que se le da mayor importancia”.

Para (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010) “Desde el punto de vista de la resistencia a compresión se considera que un concreto es de resistencia normal cuando no supera los 42 MPa. Por otra parte, actualmente se considera que un concreto es de alta resistencia cuando esta es superior a 42 MPa e inferior a 1,00 MPa, a 28 días. Cuando Tienen resistencias superiores a 100 MPa se consideran como de ultra alta resistencia. Por su naturaleza, el concreto es una masa endurecida y heterogénea cuya resistencia depende únicamente de los siguientes factores”:

- La resistencia de la pasta endurecida
- La resistencia propia de las partículas del agregado
- La adherencia entre la pasta y los agregados.

(Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010)



#### **2.2.2.2.7 Durabilidad**

Según (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992) “El concreto debe ser capaz de endurecerse y mantener sus propiedades en el tiempo aún en aquellas condiciones de exposición que normalmente podrían disminuir o hacerle perder su capacidad estructural. Por tanto, se define como concreto durable a aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio a las cuales él está sometido”.

“Entre los agentes externos o internos capaces de atentar contra la durabilidad del concreto se encuentran los procesos de congelación y deshielo, los de humedecimiento y secado, los de calentamiento y enfriamiento, la acción de agentes químicos especialmente cloruros y sulfatos y la de aditivos descongelantes” (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992).

### **2.2.3 Resistencia del Concreto**

#### **2.2.3.1 Definición**

“La resistencia del concreto es una habilidad para resistir esfuerzos y de allí que se pueda considerar de cuatro maneras: compresión, tracción, flexión y corte. El concreto presenta una alta resistencia a los esfuerzos de compresión y muy poca a los de tracción, razón por la cual, la resistencia a la compresión simple es la propiedad a la que se le da mayor importancia” (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010).

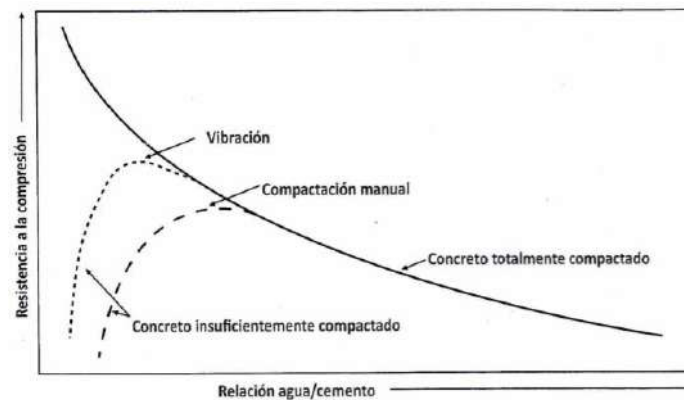
“También es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento” (Pasquel Carbajal, 1998).

### **2.2.4 Factores que inciden en la resistencia**

#### **Relación Agua – Cemento**

“Es el factor principal que influye en la resistencia del concreto. La relación a/c, afecta la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c” (Abanto Castillo, 2009).

Figura 13. Relación agua / cemento



Fuente: Flavio Abanto pág. 48

### Contenido y tipo de cemento

“Lo más importante en lo que respecta al cemento es su contenido dentro del concreto, porque en la medida que se aumenta se consiguen mayores resistencias. Esta afirmación se debe aplicar con precaución, porque sólo es válida hasta un límite, a partir del cual, la cantidad de cemento por encima de este no se hidrata totalmente y por tanto pasa a formar parte del concreto como un material inerte de relleno” (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010).

### Características de los agregados

- **Textura y forma:** “En general se puede decir que para una misma relación agua/cemento, las partículas de agregado con textura rugosa o de forma angular forman concretos más resistentes que otras redondeadas o lisas, debido a que hay mayor trabazón entre los granos gruesos y el mortero. sin embargo, con igual contenido de cemento, los primeros exigen mayor cantidad de agua para lograr una determinada manejabilidad y por ello el efecto neto sobre la resistencia no varía en forma apreciable” (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010).
- **Granulometría:** “Una masa de agregados cuya granulometría sea continua, permite elaborar mezclas de alta compacidad, mucho más densas y por lo tanto se consiguen mayores resistencias” (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010).

### Fraguado del Concreto

“Las condiciones de tiempo y temperatura durante el proceso de fraguado son otros de los factores que afectan la resistencia del concreto. En climas fríos, como ya se dijo, el proceso de hidratación del cemento es más lento debido a que el medio ambiente le “roba” parte del calor



de hidratación con el subsiguiente retardo del tiempo de fraguado y, por tanto, la adquisición de resistencia tarda” (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010).

### **Curado del concreto**

“Dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo” (Abanto Castillo, 2009).

### **Resistencia a la tracción**

“Por otra parte, el concreto posee muy baja resistencia a la tracción y por tanto esta propiedad no se tiene en cuenta en el diseño de estructuras convencionales. Sin embargo, la tracción tiene importancia en el agrietamiento del concreto debido a la restricción de la contracción por secado o por disminución de la temperatura” (Sanchez de Guzman, 2001).

### **Resistencia a la flexión**

Según (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010) “Los elementos sometidos a flexión tienen una zona sometida a compresión y otra región en que predominan los esfuerzos de tracción. Este factor es importante en estructuras de concreto simple, como las losas de pavimentos”.

### **Resistencia cortante**

“La importancia de la resistencia al corte es evidente a partir del hecho de que los cilindros estándar de hormigón probados en la compresión axial suelen fallar por corte a lo largo de un plano inclinado” (Quiroz Crespo, 2006).

### **Resistencia a la Compresión**

“La magnitud y porcentaje de incremento de la resistencia dependen de numerosos factores, algunos de los cuales son el tipo de mezcla, tipo de cemento, cantidad de microsíllice, empleo de aditivos reductores de agua, propiedades del agregado; y régimen de curado” (Riva López, 2002).

#### **2.2.5 Resistencia a la Compresión**

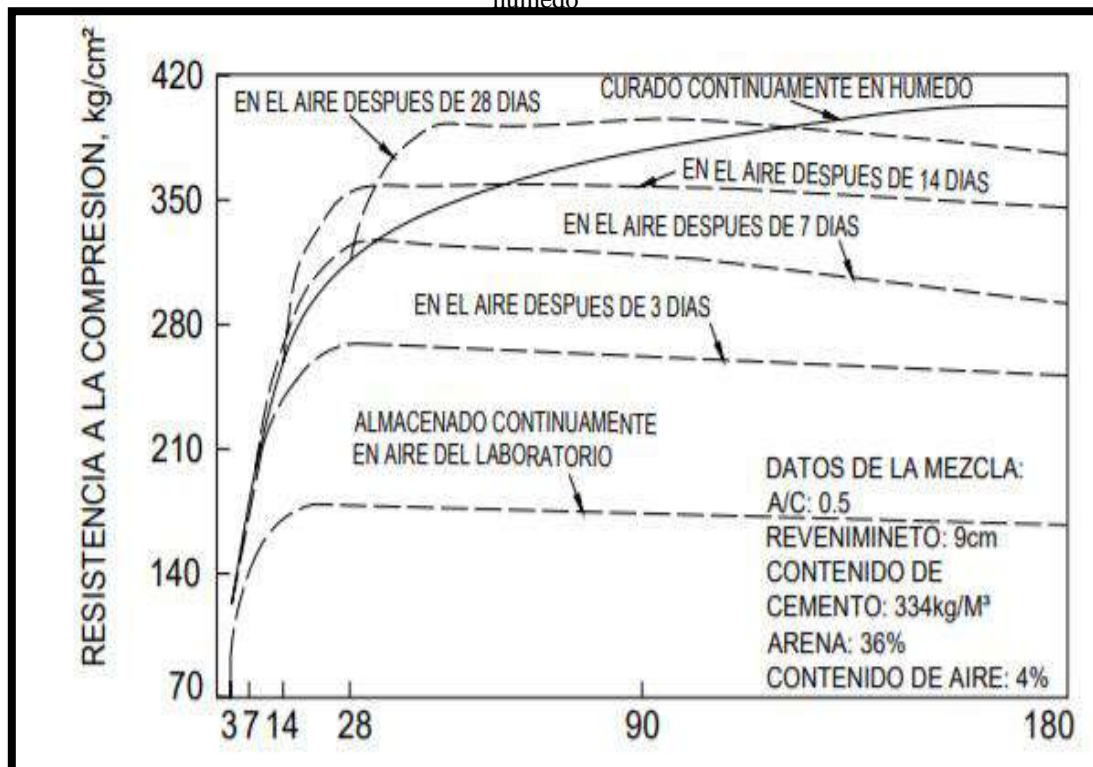
En términos generales (Abanto Castillo, 2009) nos indica que: “la gran mayoría de estructuras de concreto son diseñadas bajo la suposición de que este resiste únicamente esfuerzos de



compresión, por consiguiente, para propósitos de diseño estructural, la resistencia a la compresión es el criterio de calidad, y de allí que los esfuerzos de trabajo estén prescritos por los códigos en términos de porcentajes de la resistencia a la compresión”.

También “la resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). La resistencia a la compresión de un concreto ( $f'c$ ) debe ser alcanzado a los 28 días, después de vaciado y realizado el curado respectivo” (Abanto Castillo, 2009) .

Figura 14. Efecto del secado al aire sobre la resistencia a la compresión del hormigón curado en húmedo



Fuente: Mariela Vivan Quiroz, apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de “tecnología del hormigón”



Figura 15. Ensayo de compresión del concreto



Fuente: Jaime Gómez jurado Sarria Tecnología del concreto materiales, propiedades y diseño de mezclas.

### 2.2.5.1 Ensayo de resistencia a la compresión

“La resistencia a la compresión se mide con una prensa, que aplica carga sobre la superficie superior del cilindro a una velocidad especificada mientras ocurre la falla. La operación tarda entre 2 y 3 minutos y la carga a la que falla la probeta queda registrada en un tablero anexo a la máquina; este valor se divide por el área de la sección transversal del cilindro obteniéndose así el esfuerzo de rotura del concreto” (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010).

Se emplean moldes cilíndricos de 15 cm de diámetro por 30 cm de longitud. Para cada edad se deben ensayar como mínimo 2 cilindros y trabajar con el valor promedio. Se deben aceitar las paredes del molde; al llenar éste se debe lograr una buena compactación, la cual puede realizarse con varilla (método apisonado) si el asentamiento es mayor a 7,5 cm ó con vibrador (método vibrado) si el asentamiento es menor a 2,5 cm, para asentamientos entre 2,5 y 7,5 cm puede usarse varilla o vibrador preferiblemente el método empleado en la obra

El Manual de Ensayos de Materiales MTC E 704 establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto.





**Procedimiento:**

1. El ensayo de compresión de muestras curadas en agua se debe hacer inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de curado.
2. Las muestras se debe n mantener húmedas utilizando cualquier método conveniente, durante el período transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando son ensayadas. Se deberán ensayar en condición húmeda.
3. Colocación de la Muestra – Se coloca el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior. Se limpian con un paño las superficies de los bloques superior e inferior y se coloca el espécimen sobre el bloque inferior. Se alinea cuidadosamente el eje del espécimen con el centro de presión del bloque superior. El bloque con rótula se debe rotar inmediatamente antes de proceder al ensayo, para asegurar la libertad de movimiento requerida en la Sección 2.2. Antes de ensayar el espécimen se debe verificar que el indicador de carga esté ajustado en cero.

Tabla 9. Edad de ensayo vs tolerancia permisible

Edad del Ensayo	Edad del Ensayo
12 horas	0,25 o 2,1%
24 horas	± 0,5 horas o 2,1 %
3 días	2 horas ó 2,28%
7 días	6 horas ó 3,6%
28 días	20 horas 3,0%
56 días	40 horas ó 3,0%
90 días	2 días ó 2,2%

Fuente: MTC E 704

4. Velocidad de Carga – Se aplica la carga continuamente sin golpes bruscos. La carga se deberá aplicar a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga comprendida en el rango de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s ( $35 \pm 7$ psi/s). La velocidad escogida se debe mantener, al menos, durante la segunda mitad del ciclo de ensayo, para la fase de carga prevista. Sin embargo, no se deberá ajustar la velocidad de movimiento a medida que se está alcanzando la carga última y la tasa de aplicación de carga decrece debido al agrietamiento del cilindro. Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de carga prevista, se permite una velocidad de carga mayor, siempre que ésta se controle para evitar cargas por impacto.
5. Se aplica la carga hasta que el indicador señale que ella comienza a decrecer de manera continua y el cilindro muestra un patrón de falla bien definido (Figura 2). Si se usa una

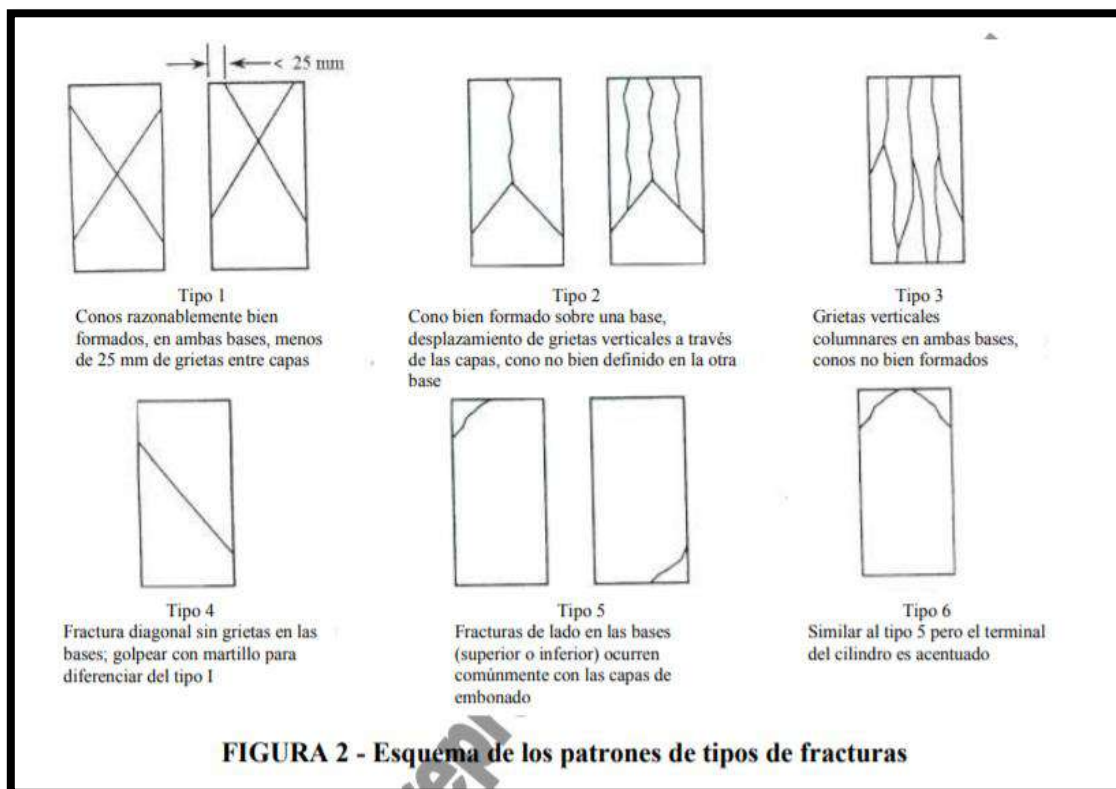


máquina equipada con un detector de rotura del espécimen no se permitirá su reconexión hasta que la carga haya caído a un valor menor de 95% de la máxima. Cuando se ensayan cilindros sin refrentar, puede ocurrir una fractura de esquina antes de alcanzar la carga última; en tal caso se debe continuar la compresión hasta que se tenga la certeza de haber alcanzado la carga última.

Se registra la carga máxima soportada por el cilindro durante el ensayo y se anota el patrón de falla de acuerdo con los modelos de la Figura “, si se ajusta a alguno de ellos. En caso contrario se harán un dibujo y una descripción del tipo de falla producido.

Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro para detectar zonas con vacíos o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del agregado grueso y se verifican, también, las condiciones del refrentado (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES MTC, 2018).

Figura 16. Esquema de los patrones de tipos de fracturas



Fuente: MTC E 704

### Cálculos:

1. Se calcula la resistencia a la compresión, dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo, por el promedio del área de la sección transversal



determinada en la forma descrita en la Sección 4.1.3, y expresando el resultado con una aproximación de 0,1 MPa (10 psi).

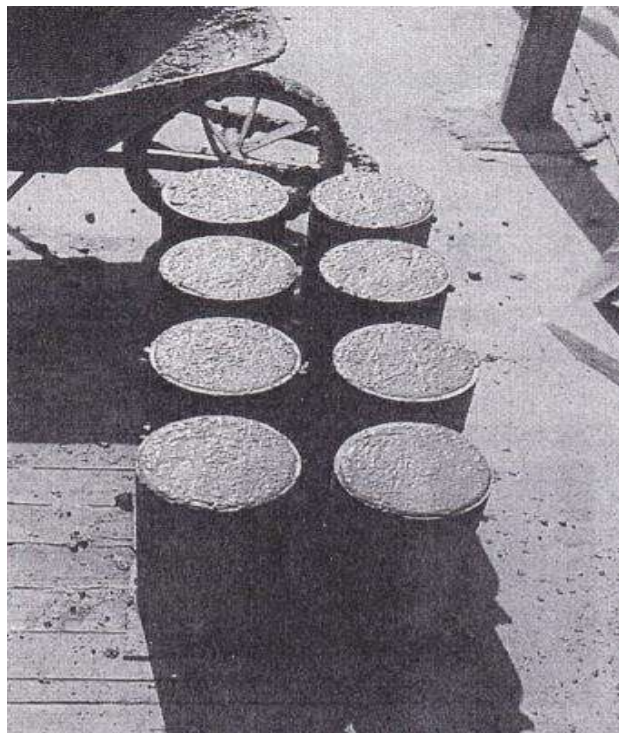
2. Si la relación entre la longitud del espécimen y su diámetro es 1,75 o menor, se corrige el resultado obtenido en la Sección 6.1, multiplicándolo por el factor apropiado de los que se indican a continuación (Nota 7):

Tabla 10. Factor de Corrección en Ensayo de Resistencia a la Compresión

L/D	1,75	1,50	1,25	1,00
Factor	0,98	0,96	0,93	0,87

Fuente: MTC E 704

Figura 17. Elaboración de cilindros de concreto



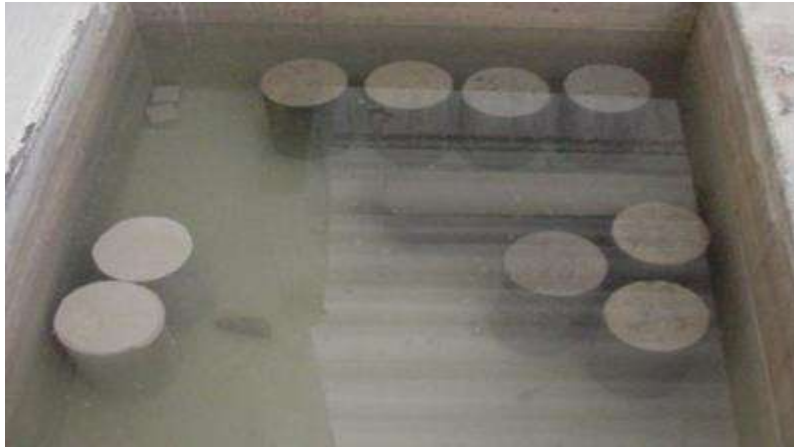
Fuente: (Jaime Gómez jurado Sarria Tecnología del concreto materiales, propiedades y diseño de mezclas)

Se toma como base la resistencia máxima a la compresión a los 28 días, el aumento promedio de la resistencia con el tiempo.

Los resultados de las muestras cúbicas tienen el inconveniente que están afectados por el rozamiento de los platos de la máquina, de tal manera que los datos reportados no corresponden a resistencia a la compresión simple.



Figura 18. Almacenamiento del concreto bajo agua



Fuente: (Gerardo A. Rivera CONCRETO SIMPLE)

### Informe:

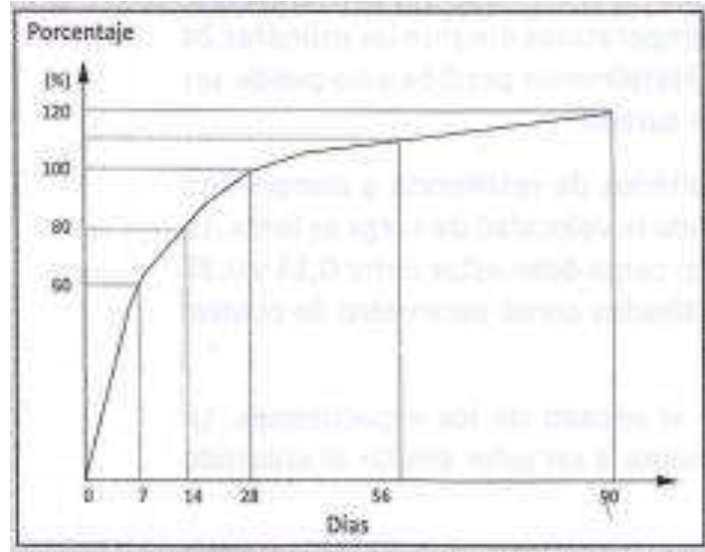
Reportaremos la siguiente información:

- Diámetro (y longitud, si está fuera del rango de 1,8D a 2,2D), mm
- Área de la sección recta, mm<sup>2</sup>
- Carga máxima
- Resistencia a la compresión
- Tipo de fractura, si es diferente al cono usual
- Defectos en el espécimen o en el refrentado.
- Edad del espécimen.

La Resistencia a la Compresión promedio en función del tiempo a los 7, 14 y 28 días deben alcanzar o superar un porcentaje de 60, 80 y 100% respectivamente. En caso de un concreto calidad  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  a los 7 días debería alcanzar una resistencia igual o mayor a  $126 \text{ kg/cm}^2$  (60%), a los 14 días una resistencia igual o mayor a  $168 \text{ kg/cm}^2$  (80%) y a los 28 días una resistencia igual o mayor a  $210 \text{ kg/cm}^2$  (100%).



Figura 19. Curva de resistencia a la compresión en función del tiempo



Fuente: tiempo (Jaime Gómez jurado Sarria Tecnología del concreto materiales, propiedades y diseño de mezclas)

## 2.2.6 Curado de Concreto

### Definición de curado

“El curado es el proceso de mantener un contenido de humedad y una temperatura satisfactorios en el concreto durante el periodo de hidratación del material cementante, de tal manera que se desarrollen las propiedades deseadas para el concreto” (Riva López, 2002).

Para (Steven H. Diseño y Control de Mezclas de Concreto) “El curado es la manutención de la temperatura y del contenido de humedad satisfactorios, por un periodo de tiempo que empieza inmediatamente después de la colocación (colado) y del acabado, para que se puedan desarrollar las propiedades deseadas en el concreto”.



Figura 20. El curado debe empezar en cuanto el concreto se endurezca suficientemente para prevenir la erosión de la superficie



Fuente: Steven H. Diseño y Control de Mezclas de Concreto

El curado también, según él (Comite del concreto ACI, 308-92, 1994), nos indica que “es esencial en la producción de concreto con propiedades deseables. Sin embargo, cuando las condiciones de humedad y temperatura son bastante favorables para el curado, no se requiere ninguna acción adicional”.

#### **2.2.6.1 Normativa de Curado:**

La norma que se emplea para el curado del concreto es la E060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones (NTP 339.033, 2015), en la cual se dan pautas para curar el concreto sin especificar el tipo de estructura, las cuales son:

- “El curado por vía húmeda podrá ser sustituido por cualquier otro medio de curado, siempre que se demuestre que la resistencia a la compresión del concreto, en la etapa de carga considerada, sea por lo menos igual a la resistencia de diseño requerida en dicha etapa de carga. Así mismo, el procedimiento de curado debe ser tal que produzca un concreto con una durabilidad equivalente al menos a la que se obtendría efectuando el curado húmedo“ (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, 2009).
- Consideramos también la Norma Técnica Peruana (NTP 339.033, 2015) que nos dice: “establece los procedimientos para preparar y curar especímenes de forma cilíndrica y de viga, de muestras representativas de concreto fresco para un proyecto de construcción”.



(NTP 339.033, 2015)

### **Curado**

La Norma Técnica Peruana (NTP 339.033, 2015) detalla:

- Almacenamiento: Si los especímenes no pueden ser elaborados en el lugar donde recibirán el curado inicial, inmediatamente después del terminado, se deben mover al lugar donde recibirán el curado inicial, para su almacenamiento.
- Curado Inicial: Inmediatamente después de moldeados y acabados, los especímenes deben ser almacenados. Se pueden emplear varios procedimientos que sean capaces de mantener, durante el periodo de curado inicial, las condiciones de humedad y temperatura especificadas.
- Nota: Un ambiente con humedad satisfactoria puede ser creado durante el curado inicial de los especímenes, por uno o más de los siguientes procedimientos: Sumergir inmediatamente los especímenes moldeados, colocar arena húmeda, cubrir con tapas de plástico removibles, colocar dentro de bolsas de plástico, cubrir con láminas de plástico o placas no absorbentes. Otros métodos adecuados también pueden ser usados.
- Curado final: Luego de completar el curado inicial los especímenes se deben curar manteniendo agua libre sobre sus superficies permanentemente (NTP 339.033, 2015).

### **Informe:**

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.033, 2015):

- Ubicación del concreto presentado por las muestras
- Fecha de ejecución del espécimen
- Resultado de cualquier otro ensayo sobre el concreto fresco y cualquier desviación de los métodos de ensayos normalizados
- Método de curado. Para el método de curado estándar de curado informar el método de curado inicial y el método de curado final (NTP 339.033, 2015).

#### **2.2.6.2 Evaluación y Aceptación del Concreto**

Según la norma (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, 2009) “los ensayos de concreto fresco realizados en la obra, la preparación de probetas que requieran de un curado bajo condiciones de obra, la preparación de probetas que se vayan a ensayar en laboratorio y el registro de temperaturas del concreto fresco mientras se





preparan las probetas para los ensayos de resistencia debe ser realizado por técnicos calificados en ensayos de campo. Todos los ensayos de laboratorio deben ser realizados por técnicos de laboratorio calificados”.

### **Probetas curadas en laboratorio**

Las probetas cilíndricas para los ensayos de resistencia deben ser fabricadas y curadas en laboratorio

### **Probetas curadas en obra**

Si lo requiere la Supervisión, deben realizarse ensayos de resistencia de probetas cilíndricas curadas en condiciones de obra.

El curado de las probetas bajo condiciones de obra deberá realizarse en condiciones similares a las del elemento estructural al cual ellas representan, y éstas deben moldearse al mismo tiempo y de la misma muestra de concreto que las probetas a ser curadas en laboratorio.

(Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, 2009)

### **2.2.6.3 Retracción**

“Las variaciones de volumen debido a la hidratación del cemento y a las variaciones de humedad se conocen con el nombre de retracción y puede presentarse mientras el hormigón está plástico y también cuando está endurecido” (Quiroz Crespo, 2006).

#### **2.2.6.3.1 Retracción Plástica**

(Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010) describe que “Los cambios de volumen producidos durante el fraguado, se manifiestan por la aparición de fisuras y son debidos a una reducción en el volumen del sistema mezclado por evaporación. Este fenómeno se conoce como retracción plástica y ocurre con más frecuencia en superficies horizontales en donde la relación volumen/área es baja, también en condiciones climáticas no favorables (alta velocidad del viento, alta temperatura y baja humedad del medio ambiente), al igual que por exceso en la manipulación del concreto durante su colocación, compactación y acabado”.

“El concreto fresco deberá ser protegido de la retracción plástica para permitir que, al evitarse una excesiva evaporación de humedad, alcance una hidratación adecuada” (Rivva López, Control del CONCRETO en OBRA, 2010).



“La evaporación del agua de mezcla puede ser controlada mediante protección y curado adecuados; los efectos secantes de la absorción pueden ser reducidos mediante el uso de agregados húmedos, de formaletas no absorbentes y mojando el suelo. Una señal de que la pasta está perdiendo agua es la aparición de fisuras por retracción plástica en la superficie del concreto cuando está listo para el acabado” (Rivera L., 2013).

“En días secos y ventosos o durante periodos de condiciones climáticas adversas, que podrían resultar en fisuración por retracción plástica, la aplicación del compuesto de curado, inmediatamente después del acabado final y antes de la evaporación de toda el agua libre de la superficie, va a ayudar a prevenir la formación de agrietamiento” (Kosmatka S. , Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

#### **2.2.6.3.2 Retracción por secado**

Para (Pasquel Carbajal, 1998) “Este fenómeno se produce por la pérdida de humedad de la pasta debido a la acción de agentes externos como son la temperatura, viento, humedad relativa, etc. que propician la evaporación del agua y el secado. El mecanismo es físico, causado por la pérdida primero del agua contenida en los poros capilares, cuyo efecto es despreciable en términos prácticos y luego por la evaporación del agua de adsorción contenida en los poros del gel”.

“Para que un cemento sea estable es necesario que ninguno de sus componentes, una vez hidratados, sufra expansión perjudicial o destructiva. Los cuatro componentes principales del cemento no pueden producir inestabilidad, ya que sus volúmenes después de hidratados, aunque son mayores que los compuestos anhídridos, son inferiores a los volúmenes de estos más el volumen de agua necesaria para la hidratación; por eso la pasta de cemento al endurecer disminuye de volumen, fenómeno denominado retracción por secado. La casi totalidad de la retracción por secado ocurre en los primeros 2 ó 3 meses de hidratación del cemento. Si la evaporación de agua en su superficie es más rápida que la velocidad de exudación, se producen fisuras de retracción” (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010).

“La retracción por secado es la principal causa de fisuración y el ancho de las fisuras (grietas, rajaduras) es función del grado de desecación, espaciamiento y frecuencia de las fisuras y edad del apareamiento de las fisuras” (Kosmatka S. , Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004)

**Factores que afectan la retracción por secado:**





- **Características del cemento:** El tipo de cemento, su finura y el contenido de yeso en la composición, influyen en marcar las diferencias en contracción por secado entre los diferentes cementos.
- **Tipo de Agregado:** El tipo de cemento, su finura y el contenido de yeso en la composición, influyen en marcar las diferencias en contracción por secado entre los diferentes cementos.
- **Trascendencia del contenido de agua en la mezcla como condicionante de la contracción:** Relacionado con la cantidad de agua y la retracción lo constituye la relación Agua/Cemento, donde el factor preponderante es la concentración de la pasta. Un concreto con relación A/C alta indica una concentración pobre de la pasta de cemento y un intercambio elevado de agua de absorción en los poros del gel durante el secado, con el incremento de la contracción.
- **Influencia de la duración del curado húmedo:** La explicación está en que el curado entre 7 y 28 días propicia el desarrollo de las características resistentes del concreto y su capacidad de soportar esfuerzos generados por la contracción

#### 2.2.6.4 Agua en el concreto

Según (Rivva López, Control del CONCRETO en OBRA, 2010) “el agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 334 088 y ser, de preferencia, potable”.

“Está prohibido el empleo de aguas ácidas; calcáreas, minerales carbonatadas o naturales, aguas provenientes de minas, aguas que contengan residuos industriales o con un alto contenido de sulfatos mayor del 1%; aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües” (Rivva López, Control del CONCRETO en OBRA, 2010).

#### 2.2.6.5 Agua de Curado:

“El Agua de Curado es la más importante durante la etapa del fraguado y el primer endurecimiento. Tiene por objeto evitar la desecación, mejorar la hidratación del cemento y evitar la retracción prematura” (Quiroz Crespo, 2006).

#### 2.2.6.6 Tiempo y Temperatura de Curado

##### 2.2.6.6.1 Tiempo de Curado:

“El proceso debe iniciarse tan pronto como sea posible sin causar maltrato a la superficie del concreto” (Abanto Castillo, 2009).



“El periodo de tiempo que se debe proteger el concreto de la congelación, temperaturas elevadas anormales y contra la pérdida de humedad depende de diversos factores: el tipo del material cementante usado, las proporciones de la mezcla, resistencia requerida, tamaño y forma del miembro de concreto, clima ambiente y condiciones de exposición futura” (Kosmatka S. H., Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

Tabla 11. Momento en que se debe iniciar el curado

CLIMA	TIEMPO DESPUES DEL VACIADO		
Calurosos y secos	1	a	3 hrs.
Templados	2 1/2	a	5 hrs.
Frios	4 1/2	a	7 hrs.

Fuente: Flavio Abanto Tecnología del Concreto

“Se considera que, bajo condiciones favorables de curado, la hidratación del cemento puede continuar hasta que el grano esté totalmente hidratado. La velocidad de hidratación tiende a ser decreciente con el tiempo, dependiendo el requerido para que el concreto alcance determinada resistencia, de la temperatura de curado, la velocidad de hidratación del cemento y la disponibilidad de humedad para la hidratación de éste” (Rivva López, Control del CONCRETO en OBRA, 2010).

#### 2.2.6.6.2 Temperatura de Curado

“Cuando la temperatura ambiente sea menor que 5° C o mayor que 35° C, debe llevarse un registro de las temperaturas del concreto y de la protección dada al concreto durante su colocación y curado” (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, 2009).

“Una temperatura de curado más elevada proporciona un desarrollo más temprano de la resistencia que una temperatura más baja, pero puede disminuir la resistencia a los 28 días” (Kosmatka S. H., Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

“Adicionalmente, la evaporación del agua de mezclado o de curado presente en la superficie del concreto puede producir un efecto de enfriamiento el cual puede ser beneficioso para el concreto siempre que la evaporación no sea tan grande como para causar una disminución importante de la resistencia final” (Rivva López, Control del CONCRETO en OBRA, 2010).



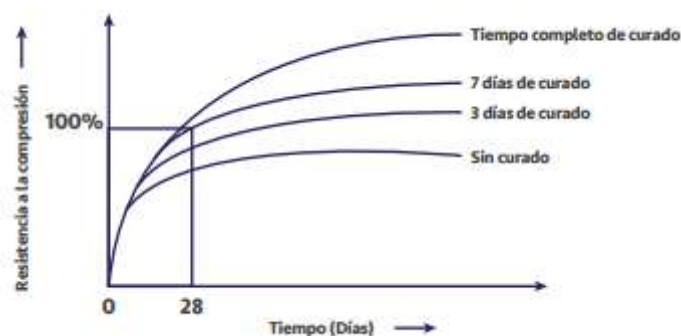
El concreto presenta dificultades cuando su temperatura es superior a  $30^{\circ}\text{C}$ , pues, aunque se pueden desarrollar altas resistencias iniciales, pero las finales son bajas debido a que se forman productos de hidratación pobres. El curado ayuda a proveer una temperatura adecuada para que el proceso de hidratación se desarrolle de manera normal (Euclid Group, 2016).

La importancia que tiene para una correcta hidratación y desarrollo de las propiedades mecánicas el calor. Para lograr la hidratación del cemento y que el concreto fragüe y endurezca, es necesario que la temperatura de la mezcla supere los  $5^{\circ}\text{C}$ , requerimiento que no es difícil de lograr en nuestro medio (Sika, Informaciones Técnicas, 2005).

Así como con bajas temperaturas los procesos de hidratación, endurecimiento y ganancia de resistencia se ven retardados, en climas cálidos estos procesos se aceleran. Mientras una mezcla curada a bajas temperaturas puede alcanzar a los 28 días una resistencia igual o mayor que la de diseño, en climas cálidos se genera un rápido desarrollo de resistencia inicial pero, si el proceso de curado es inadecuado o insuficiente, es factible que no se alcance la resistencia potencial del concreto (Sika, Informaciones Técnicas, 2005).

El agua de curado no debe estar a una temperatura tal que cree al aplicarla un choque térmico al concreto, pues puede figurarlo. Se recomienda que el agua no esté a una temperatura inferior en  $11^{\circ}\text{C}$  a la temperatura de la masa del concreto (Sika, Informaciones Técnicas, 2005).

Figura 21. Influencia del curado sobre la resistencia potencial del concreto



Fuente: (Euclid Group, 2016)

### 2.2.6.6.3 Temperatura de la Ciudad del Cusco

La región de Cusco presenta dos temporadas bien marcadas. Una lluviosa, entre noviembre y marzo, con temperaturas que han fluctuado, en el año 2000, entre  $4.8^{\circ}\text{C}$  y  $23.9^{\circ}\text{C}$ ; y la otra es la temporada seca entre Abril y Octubre, con noches frías, días soleados y temperaturas que



fluctúan entre  $-0.7^{\circ}\text{C}$  y  $22.7^{\circ}\text{C}$  (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, 2001)

El departamento de Cusco presenta 16 tipos de clima. El clima más extenso se ubica en la serranía, el cual es lluvioso con deficiencia de humedad en otoño e invierno, y es templado. Al lado oeste (frontera con Apurímac) y sobre los 4 200 m s. n. m., se tiene un clima semiseco, templado y con invierno seco. En la parte central del departamento (valle del río Urubamba), predominan los climas semisecos, templado, y frío, con deficiencia de humedad en otoño e invierno; y el clima lluvioso con otoño e invierno secos, templado. La sequedad se debe a la influencia de la cordillera Oriental de los Andes, que bloquea el ingreso de humedad proveniente de la Amazonía, y a la brisa de valle – montaña (SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ - SENAMHI, 2021).

El SENAMHI en el Anuario de Estadísticas Ambientales, donde se muestra un Estudio del Promedio Anual de Temperatura Máxima y Mínima según departamentos entre los años 1996-2017 dan como resultados los estipulados en las siguientes tablas:

Tabla 12. Temperatura Máxima Promedio Anual, según departamento 1996-2017

3. TEMPERATURA MÁXIMA PROMEDIO ANUAL, SEGÚN DEPARTAMENTO, 1996-2017 (Grados Celsius)																						
Departamento	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Amazonas	19,8	19,9	20,6	19,5	19,4	20,2	19,7	20,0	20,2	20,8	20,2	20,0	20,4	19,9	20,9	20,3	19,9	20,2	20,0	20,0	20,9	20,3
Áncash	20,9	21,0	21,1	19,9	...	20,1	20,4	21,2	20,6	21,1	21,9	20,8	20,5	20,1	21,5	20,5	...	20,9	20,9	21,7	21,8	20,8
Apurímac	21,0	21,2	22,3	20,7	20,6	20,7	20,4	21,2	20,8	22,5	21,6	22,0	22,4	22,3	22,6	21,6	21,3	20,8	21,4	21,1	22,3	20,9
Arequipa	23,1	23,7	23,7	21,8	21,5	22,3	22,5	22,6	22,2	22,4	22,4	22,4	22,0	23,0	22,9	22,1	22,5	23,2	23,1	24,1	25,0	23,5
Ayacucho	27,1	27,4	27,5	26,2	26,0	26,7	24,2	24,7	25,6	26,7	24,5	24,7	27,1	27,2	28,1	26,3	26,2	26,6	27,4	26,5	28,2	26,8
Cajamarca	21,5	22,1	22,2	20,9	21,2	21,3	21,6	22,0	21,7	21,9	21,5	21,2	21,0	21,5	22,1	21,3	21,5	21,9	22,0	22,0	22,7	21,8
Cusco	20,3	20,5	22,0	20,8	20,9	20,4	20,5	21,3	21,1	21,4	20,8	21,1	21,1	21,7	22,1	21,2	21,8	21,8	21,5	21,2	22,0	21,2
Huancavelica	17,2	17,4	17,7	16,9	17,2	16,8	17,1	17,2	17,2	17,4	17,1	17,3	17,5	17,8	17,9	16,4	16,2	17,1	16,5	16,8	18,0	16,8
Huánuco	26,2	26,6	27,3	25,7	25,7	26,5	26,6	26,9	26,4	27,1	26,4	26,9	26,3	26,5	27,1	26,1	26,2	26,5	26,5	26,8	27,6	26,9
Ica	28,7	29,7	30,2	29,4	29,5	29,7	29,7	30,0	29,8	29,4	29,7	29,4	29,2	29,6	29,4	29,7	29,4	30,0	29,9	29,8	30,6	30,0
Junín	20,2	20,2	20,7	18,0	...	19,5	19,7	20,0	20,0	20,6	19,7	20,2	19,9	20,0	21,0	19,9	20,1	20,6	20,5	20,7	21,5	20,4
La Libertad	23,1	27,7	27,0	23,8	24,4	23,8	25,0	24,4	...	23,2	24,0	22,4	23,9	23,8	23,3	23,6	24,8	22,8	24,6	26,1	25,2	24,9
Lambayeque	24,6	29,1	27,4	25,3	25,5	25,1	26,5	25,5	26,7	27,8	28,8	23,9	...	25,1	24,5	25,1	26,5	24,7	26,2	27,1	27,0	26,3
Lima	24,8	24,4	22,8	25,1	...	21,0	21,5	21,3	21,6	20,9	21,7	20,4	21,6	21,9	21,3	21,6	22,3	21,3	22,1	23,4	23,3	23,1
Loreto	31,5	32,4	32,6	31,5	31,6	31,7	31,9	32,1	32,3	32,5	32,0	32,4	32,2	32,3	32,4	31,8	31,8	32,1	31,8	32,2	32,2	32,0
Madre de Dios	...	...	...	32,3	31,6	31,4	32,8	32,6	32,8	31,5	32,9	33,2	33,8	32,7	...	32,2	31,7	31,3	31,2	31,6	31,7	31,6
Moquegua	27,0	27,2	26,5	25,6	26,2	27,1	26,9	27,3	27,0	26,9	27,1	26,8	26,6	27,0	26,8	26,8	27,4	27,2	27,6	27,9	27,3	27,3
Pasco	...	11,6	11,6	10,1	11,2	10,1	10,1	10,6	10,3	11,5	10,8	10,8	10,8	10,6	11,7	10,7	10,7	10,7	10,7	11,2	12,1	11,0
Piura	30,4	32,8	30,5	29,9	30,4	29,7	30,7	30,8	31,1	30,5	30,8	30,3	30,0	30,6	30,3	30,8	31,0	30,0	31,3	31,7	32,3	30,6
Puno	16,4	15,3	18,0	16,4	16,1	15,3	15,4	15,8	15,6	16,3	16,0	16,2	16,3	16,6	17,5	16,1	15,6	15,6	16,0	16,1	16,9	16,3
San Martín	28,2	28,1	28,9	27,7	27,8	27,8	27,9	28,2	28,4	28,8	28,7	28,4	28,3	28,5	29,4	28,8	28,6	29,3	28,4	28,7	29,4	28,6
Tacna	23,2	24,6	24,1	22,7	22,9	23,2	23,3	23,6	23,5	23,2	23,9	22,4	23,5	24,1	23,2	23,3	24,0	23,7	23,6	24,4	24,8	24,3
Tumbes	28,1	31,5	30,7	28,8	28,4	28,4	29,9	29,8	29,8	29,7	30,1	29,6	30,0	28,8	29,9	29,9	29,9	29,4	30,3	32,0	31,6	30,5
Ucayali	...	...	32,1	30,9	30,9	31,1	31,2	31,5	30,2	31,9	32,1	31,8	31,5	31,8	32,3	31,3	31,8	31,6	31,3	31,9	32,0	31,7

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018)



Tabla 13. Temperatura Mínima Promedio Anual, según departamento 1996-2017

5. TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO ANUAL, SEGÚN DEPARTAMENTO, 1996-2017																						
(Grados Celsius)																						
Departamento	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Amazonas	10,5	10,2	9,2	8,3	9,0	10,4	11,9	11,6	10,4	10,4	10,5	10,4	...	10,4	10,7	10,4	10,3	10,6	10,0	9,9	10,0	10,0
Áncash	4,3	4,4	4,9	3,9	3,6	4,3	5,1	5,9	4,6	3,7	3,2	4,2	4,2	5,3	4,1	4,2	4,5	4,7	3,0	4,2	4,5	3,8
Apurímac	10,0	10,1	10,8	9,7	9,9	10,1	10,3	11,5	10,2	10,7	10,3	10,3	10,3	10,8	11,0	11,1	6,7	7,8	7,3	6,0	6,7	8,3
Arequipa	9,2	9,9	10,3	8,7	9,1	9,7	10,0	11,2	9,4	9,1	9,3	9,0	7,9	8,7	8,8	8,5	8,4	8,0	8,5	10,1	9,8	9,8
Ayacucho	6,7	5,6	5,9	6,2	5,9	5,9	7,4	...	8,2	7,5	9,4	10,2	12,0	11,8	10,5	9,9	10,8	10,8	10,1	10,6	10,7	10,1
Cajamarca	7,6	8,3	8,3	7,7	7,2	8,1	8,3	...	7,9	7,5	8,1	7,8	7,9	8,6	8,2	7,8	8,1	8,2	8,4	8,9	8,3	8,5
Cusco	3,4	4,1	4,9	3,7	3,8	3,9	4,4	7,8	3,8	3,3	3,8	3,7	3,5	3,8	4,1	3,9	3,6	3,8	4,3	4,6	4,2	4,5
Huancavelica	2,0	2,1	2,3	1,6	1,5	2,0	2,5	...	3,1	2,4	2,2	2,3	2,4	2,6	1,7	1,4	2,2	2,5	2,7	2,6	1,6	2,6
Huánuco	13,3	14,3	14,4	13,6	13,6	13,8	14,5	...	14,2	14,4	13,3	14,7	14,6	14,9	14,8	14,4	14,1	14,7	14,9	15,0	15,3	15,1
Ica	11,3	15,5	15,2	13,9	13,9	13,8	14,0	13,5	13,8	13,5	14,2	13,3	14,0	14,4	12,8	13,3	13,4	12,5	12,8	15,2	14,6	14,9
Junín	4,0	4,2	5,2	7,2	...	4,7	5,2	...	4,7	4,2	4,5	4,7	4,2	4,9	4,5	4,5	4,4	4,6	4,4	4,4	3,8	4,2
La Libertad	13,7	19,9	18,7	16,3	16,9	16,8	17,3	16,8	...	15,2	17,1	16,2	17,7	17,8	16,7	16,7	17,9	16,5	17,8	19,2	17,6	17,7
Lambayeque	16,4	20,7	19,5	17,0	17,4	17,4	18,2	19,3	17,8	18,1	18,8	16,6	18,0	18,1	17,3	17,4	18,5	17,1	18,4	19,7	18,1	18,3
Lima	17,6	20,0	18,7	17,0	17,0	16,8	17,3	17,3	17,3	17,0	17,5	16,3	17,4	17,6	16,9	17,3	18,0	16,8	17,8	19,0	18,3	18,1
Loreto	21,5	22,3	23,1	22,2	22,6	22,5	22,7	...	22,6	22,7	22,5	22,8	22,3	22,8	22,7	22,3	22,1	22,3	22,5	23,0	23,1	22,8
Madre de Dios	...	...	...	15,3	17,3	18,1	17,9	18,3	20,2	20,9	20,5	19,7	18,3	19,4	...	21,2	22,7	21,3	21,7	22,5	21,7	21,8
Moquegua	10,4	11,4	12,5	10,5	10,0	12,1	12,0	...	11,7	11,2	11,8	10,9	10,9	11,2	11,0	11,4	11,2	10,6	11,4	11,8	11,6	11,8
Pasco	-	0,8	0,6	-0,2	-0,2	...	0,5	1,9	0,2	...	0,2	0,1	-0,1	0,5	0,4	0,2	...	0,6	0,3	0,5	0,3	0,8
Piura	18,3	22,1	20,7	18,9	19,3	19,3	20,0	19,4	19,4	19,1	19,9	19,0	19,9	20,3	19,3	19,5	20,4	19,1	20,4	21,6	20,9	20,5
Puno	2,2	1,9	2,9	3,0	2,6	3,2	3,6	3,0	3,1	3,0	3,1	3,4	2,6	3,0	3,6	3,5	3,5	3,8	4,2	3,9	4,0	4,0
San Martín	18,3	18,7	19,0	18,3	18,5	18,3	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,5	18,5	18,9	19,1	18,9	18,7	19,0	19,4	19,0	19,3	19,0
Tacna	13,0	15,6	14,7	13,2	13,7	13,9	14,1	...	13,3	13,0	13,9	12,6	13,1	13,6	12,9	13,2	14,0	13,3	13,8	14,9	14,3	14,6
Tumbes	21,7	24,1	23,0	21,3	21,5	21,7	22,6	22,5	22,2	22,1	22,5	22,2	22,4	22,8	22,7	22,6	22,5	22,2	22,7	23,6	23,0	22,2
Ucayali	...	...	...	...	20,0	20,5	21,0	21,3	20,9	21,1	21,0	21,1	20,9	21,6	21,1	21,2	21,0	21,3	21,3	21,8	21,5	21,5

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018)

Tabla 14. Temperatura Máxima Promedio Mensual, según departamento 1996-2017

4. TEMPERATURA MÁXIMA PROMEDIO MENSUAL, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2016-2017																								
(Grados Celsius)																								
Departamento	2016												2017											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Amazonas	21,8	20,4	20,3	21,1	21,2	19,8	20,4	20,9	20,2	21,1	23,1	20,3	18,9	20,1	19,5	19,6	20,6	20,8	19,8	21,1	20,2	21,6	21,8	19,8
Áncash	22,2	21,3	21,2	21,5	22,1	21,8	22,1	22,6	22,1	21,7	22,9	20,4	19,4	19,0	18,9	19,7	20,4	21,3	21,8	22,6	21,8	22,4	22,0	20,3
Apurímac	23,5	21,3	22,1	21,5	22,2	21,0	21,3	21,8	23,4	23,0	24,8	21,4	20,0	19,9	19,4	19,7	19,7	20,8	20,5	21,9	21,6	23,0	22,7	21,7
Arequipa	25,8	24,6	25,2	24,7	25,8	24,4	25,1	24,9	24,8	25,2	24,9	24,3	22,6	22,0	22,1	23,7	23,9	23,2	23,9	23,8	24,3	24,7	24,3	23,4
Ayacucho	29,0	27,9	28,5	28,3	28,2	26,4	26,2	27,6	28,4	28,4	30,1	29,1	27,4	27,5	27,6	...	...	...	25,0	26,5	26,2	27,1	27,6	26,1
Cajamarca	23,7	22,3	22,5	22,2	23,3	22,0	22,3	22,7	22,8	22,9	23,8	21,8	21,2	21,8	20,9	21,3	21,4	21,9	21,7	22,0	22,1	22,5	23,2	21,7
Cusco	22,3	21,2	22,9	22,0	22,5	21,6	21,7	22,4	22,7	21,1	23,1	20,9	20,1	21,2	20,5	20,7	19,9	21,1	21,7	22,3	21,4	21,9	22,2	21,4
Huancavelica	19,1	17,0	17,5	17,5	18,2	17,7	17,8	18,5	18,2	17,3	19,7	17,3	15,1	15,7	15,4	16,0	15,7	17,2	16,9	18,2	16,9	17,7	18,9	17,8
Huánuco	28,8	27,1	27,5	28,7	27,6	26,8	27,2	27,2	27,3	27,6	28,5	26,3	25,0	26,6	26,2	26,9	27,6	27,7	26,5	27,5	27,2	28,2	27,3	26,5
Ica	31,9	33,6	34,3	32,9	31,3	27,8	26,1	27,2	28,9	29,8	31,9	32,2	32,7	34,4	34,5	32,4	29,5	26,1	24,5	25,4	27,2	31,2	31,1	31,4
Junín	22,4	20,4	21,3	21,4	21,9	20,9	21,1	21,8	21,7	21,3	22,8	20,9	18,7	18,9	19,1	20,1	19,9	20,4	20,3	21,7	21,0	21,8	22,3	20,8
La Libertad	28,2	29,5	29,7	27,2	24,3	23,1	22,6	22,8	22,6	23,6	23,8	25,7	28,4	30,5	30,5	27,4	25,9	23,7	22,6	20,9	20,7	21,0	22,4	24,7
Lambayeque	29,6	30,6	30,8	27,7	26,5	25,3	24,9	24,8	24,8	25,4	25,5	27,6	30,5	31,7	31,6	28,3	27,0	24,7	23,2	23,0	23,1	23,1	23,5	26,5
Lima	26,8	28,5	28,3	26,3	23,6	19,7	18,9	18,6	19,4	21,2	23,1	24,8	28,0	29,5	29,5	26,2	22,9	20,4	19,3	18,6	18,4	20,2	21,5	23,2
Loreto	33,5	32,2	32,2	32,0	32,0	30,5	31,1	32,3	32,7	32,9	33,2	32,0	31,1	32,0	32,2	31,3	31,8	31,8	31,6	33,5	32,9	32,3	31,9	32,1
Madre de Dios	32,6	32,0	31,4	32,1	29,3	29,0	31,9	32,7	33,1	32,4	32,0	32,6	31,9	30,9	31,9	31,0	30,1	29,3	30,9	32,3	33,0	33,7	32,3	32,2
Moquegua	28,8	28,7	29,1	27,7	28,2	27,3	27,1	27,7	27,7	27,5	28,0	27,3	27,1	27,5	27,6	27,2	26,0	26,8	27,7	27,0	27,3	28,2	27,9	27,8
Pasco	12,8	11,4	12,0	12,1	12,9	11,7	12,3	12,1	11,6	11,6	13,5	10,9	10,0	9,8	9,8	10,7	10,7	11,4	11,6	12,3	11,3	12,2	11,3	10,9
Piura	34,4	35,2	35,0	33,9	31,8	...	29,7	29,5	30,4	30,4	31,6	32,9	34,5	33,8	33,0	32,7	30,6	...	26,5	27,0	28,3	29,0	29,1	31,8
Puno	17,9	16,4	17,8	16,2	16,9	15,9	15,1	16,2	17,0	17,3	18,2	18,2	15,8	16,9	14,9	15,3	15,6	15,5	15,1	17,0	15,9	17,4	18,5	17,8
San Martín	31,2	28,3	28,8	29,1	29,0	28,1	29,1	29,9	29,6	29,6	30,9	28,9	27,4	28,0	27,8	28,7	28,8	28,3	28,6	30,0	29,0	29,3	29,3	28,4
Tacna	28,3	29,8	28,9	25,8	23,0	21,5	20,2	20,9	22,6	24,1	25,8	27,1	29,3	30,1	28,3	25,9	23,4	20,5	19,1	20,2	20,3	22,9	24,6	26,4
Tumbes	33,5	33,4	32,5	32,6	33,1	31,3	30,5	29,2	30,2	29,6	30,2	33,0	32,2	31,6	32,0	31,7	31,4	30,6	29,7	29,5	29,0	30,3	29,4	29,2
Ucayali	33,3	31,5	31,5	31,9	31,1	30,3	32,4	33,1	32,3	32,4	32,1	32,0	30,0	30,9	30,8	31,6	31,4	30,5	32,3	33,9	32,9	32,8	31,8	31,9

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018)



### 2.2.6.7 Contenido de humedad adecuado

Según (Rivva López, Control del CONCRETO en OBRA, 2010) “el método de curado seleccionado debe evitar pérdidas de humedad en el concreto, así como el mantenimiento de un contenido de humedad adecuado” el cual puede conseguirse:

- Manteniendo la superficie del concreto húmeda
- Tomando el agua necesaria de la pasta no endurecida
- Controlando o limitando la pérdida de humedad del concreto

(Rivva López, Control del CONCRETO en OBRA, 2010).

### 2.2.6.8 Métodos de curado

Según (Comite del concreto ACI, 308-92, 1994) “existen diversos materiales, métodos y procedimientos para el curado del concreto, pero los principios son los mismos; garantizar el mantenimiento de un contenido satisfactorio de humedad y temperatura para que se desarrollen las propiedades deseadas. Es por ello que los métodos de curado se pueden dividir en 3 grupos”:

#### 2.2.6.8.1 Curado con agua

“Cuando se elige una aplicación de agua se debe estudiar la economía del método particular que se usará en cada obra, puesto que la disponibilidad de agua, mano de obra, materiales de curado, y otros factores, influirán en el costo” (Comite del concreto ACI, 308-92, 1994).

##### a) Curado por Inmersión de agua.

Según (Sika, Informaciones Técnicas, 2005) “es el método que produce los mejores resultados, pero presenta inconvenientes de tipo práctico, pues implica inundar o sumergir completamente el elemento de concreto”.

“Aunque se emplea muy rara vez, es el método más completo de curado; consiste en la inmersión total en agua de la unidad de concreto ya terminada” (Comite del concreto ACI, 1994)

##### b) Curado por Rociadores Aspersiones.

“El curado del concreto por mantenimiento de su superficie permanentemente húmeda mediante rociado de la misma por aspersion, o aplicación de neblina es un procedimiento adecuado si la temperatura ambiente es superior a la de congelación” (Rivva López, Control del CONCRETO en OBRA, 2010).





Figura 22. Aplicación de un compuesto de curado por aspersión



Fuente: SIKA informaciones Técnicas curado de concreto

c) Curado por Mantas

“Los costales, mantas de algodón, alfombras y otras cubiertas de material absorbente retendrán agua sobre la superficie del concreto sea ésta horizontal o vertical” (Comite del concreto ACI, 1994).

“Si se emplea aspillera, costales, mantas o esteras de algodón, deberán ser mantenidos continuamente húmedos para retener agua sobre la superficie, horizontal o vertical del concreto. Este procedimiento se aplicará tan pronto como sea posible sin dañar la superficie” (Rivva López, Control del CONCRETO en OBRA, 2010).

### 2.2.6.8.2 Curado con materiales selladores

“Los materiales selladores son hojas o membranas que se colocan sobre el concreto para reducir la pérdida de agua por evaporación. El empleo de materiales selladores para el curado representa ventajas que hacen preferible su empleo en muchos casos” (Comite del concreto ACI, 308-92, 1994).

a) Película de Plástico

“Son livianas y se extienden fácilmente en superficies horizontales; en elementos verticales es más complicada su utilización. La película de plástico debe tener un espesor mínimo de 0.1 mm. Se usan generalmente plásticos blancos, transparentes y negros. Los primeros reflejan los rayos del sol mientras protegen, son útiles, como los transparentes, en clima cálido” (Sika, Informaciones Técnicas, 2005).



Figura 23. Losa cubierta con láminas plásticas (lonas) impermeables para curado



Fuente: NRMCA El Concreto en la Práctica ¿Qué, Por qué y cómo?

d) Papel Impermeable

Según (Sika, Informaciones Técnicas, 2005) “Su uso es similar al de las películas de plástico. Cuando se usa papel para cubrir placas debe proveerse cierta holgura para que sobresalga de las mismas; además se hace indispensable colocar en los bordes materiales pesados tales como arena, tablas, entre otros, para evitar que el viento lo desplace”.

### 2.2.6.9 Métodos que ayudan al curado

a) Barreras de viento y sol

“Se recomienda cuando la tasa de evaporación es alta y la superficie de exposición es grande, como losas de pavimentos de concreto” (Euclid Group, 2016)

Figura 24. Barreras de viento y sol



Fuente: (EUCLID GROUP Guía Básica para el Curado del Concreto).





b) Selladores o sellantes

“Son compuestos que al entrar en contacto con el concreto forman una película que endurece y sella. Ayudan a curar el concreto, minimizan la generación de polvo, brindan mayor durabilidad al concreto, protegen contra daños causados por la penetración de líquidos, y algunos mejoran la apariencia brindándole color y brillo” (Euclid Group, 2016)

Figura 25. Sellador o Sellante aplicado



Fuente: (EUCLID GROUP Guía Básica para el Curado del Concreto).

#### 2.2.6.10 Métodos de Curado Tradicionales

“Como sabemos el objeto del curado es mantener saturado el concreto, o tan cercanamente saturado como sea posible, hasta que el espacio originalmente llenado con agua de la pasta de cemento fresco se haya llenado en el grado deseado por los productos de hidratación del cemento” (Neville, 2013).

La elección del método de curado depende de múltiples factores entre los que se destacan la disponibilidad, practicidad, necesidad y el análisis de costo beneficio que realiza el profesional a cargo de la ejecución. La elección del método de curado se debe adaptar a las necesidades del proyecto, sin olvidar las consideraciones estéticas, prácticas y resistentes que debe cumplir cada uno de los elementos estructurales; es por ello que los métodos de curado tradicionales son los más utilizados en obra debido a su practicidad y simpleza, siendo los más utilizados en la ciudad del Cusco los métodos de curado por aspersión, inundación o con aditivos curadores.

#### 2.2.6.11 Curado con Aditivo CHEMA

a) Descripción:



Es un compuesto de curado acrílico líquido tipo membrana para concreto fresco. Forma una película plástica impermeable, flexible y resistente que evita que el agua de mezcla se evapore proporcionando una hidratación adecuada del concreto. Este tratamiento reemplaza al curado tradicional que se realiza durante 7 días con agua (CHEMA, 2017)

b) Características/Ventajas

- La película que forma retiene el agua de la mezcla.
- Con una sola aplicación reemplaza al curado tradicional que se realiza por 7 días con agua.
- Prolonga la hidratación del concreto evitando la formación de fisuras por un secado prematuro.
- Adecuado para todo tipo de clima.
- Permite desarrollar las resistencias a la flexión y compresión deseadas.
- No produce decoloración ni manchas en la superficie tratada.

c) Rendimiento:

Es recomendable aplicar 15m<sup>2</sup>/gal. como máximo para garantizar un espesor de película adecuado.

d) Usos

Para el curado de concreto fresco en toda clase de superficies como calzadas, veredas, techos, carreteras, diques, revestimientos de canales, losas, columnas, vigas, placas, cubiertas de puentes, estacionamientos, vías peatonales, etc.

### 2.2.6.12 Curado con Aditivo SIKA

e) Descripción:

SikaCem Curador es un compuesto de curado que al ser pulverizado sobre el concreto fresco se adhiere a la superficie de éste (concreto), formando una película impermeable al agua y al aire, evitando la evaporación del agua de la mezcla y el secado prematuro del concreto por efectos del sol y/o viento (Sika, Informaciones Técnicas, 2005).

f) Características/Ventajas

- Reducir el riesgo de fisuración por secado prematuro del agua.
- Rapidez y facilidad de aplicación, ya que se pulveriza sobre la superficie del concreto.
- Reduce los tiempos de curado con agua (7 días) y la mano de obra.

g) Rendimiento:

Dependiendo de las condiciones ambientales, especialmente de la velocidad del viento, el rendimiento es de 5 m<sup>2</sup> por litro de SikaCem Curador 0,2 L/m<sup>2</sup>.



## 2.2.7 Aceite de Linaza

### 2.2.7.1 Generalidades de la semilla de linaza:

La linaza es la semilla de la planta *Linum usitatissimum* (lino). Es usada para consumo humano, por ejemplo, en infusiones. De la semilla se extrae el aceite de linaza, el cual es rico en ácidos grasos de las series Omega 3, Omega 6, y Omega. Este aceite es usado además en la industria cosmética, en la fabricación del linóleo y en la dilución para pintura de telas. La calidad de este varía tanto con la calidad de la materia prima empleada como con los procesos de prensado empleados para su extracción (Mckeivith, 2005).

La semilla de linaza es de 4 a 6 mm de longitud, aplanada, de forma oval y con un extremo aguzado. La cubierta de la semilla es de apariencia suave y brillante, y su color puede variar entre marrón oscuro y amarillo claro (DAUN & BARTHET, 2003)

Figura 26. Semillas de linaza / lino



Fuente: Medicamentos Herbarios Tradicionales

### 2.2.7.2 Composición química de las semillas de linaza

Para (ACOFARMA, Distribución, 2003) “La composición principalmente está dada por ácidos grasos insaturados como oleico (9-27%), linoleico (8-29%), y linolénico (45-60%), y en menor proporción por ácidos grasos saturados (15-16%) como mirístico, palmítico, y esteárico”.

### 2.2.7.3 Aceite de Linaza

“El aceite de linaza es una de las mejores fuentes de aceite linoleico de alta calidad y de ácidos grasos omega 3” (Pitchford, 2007).

El aceite de linaza es uno de los principales productos de la semilla de lino con un porcentaje de aceite por semilla de entre 32% y 42%, el uso del aceite de linaza es destinado tanto para el consumo humano y para el uso industrial. Este aceite de uso industrial se extrae en caliente de



la semilla del lino, de color ambarino se oxida y polimeriza con facilidad, produciendo una película elástica con propiedades impermeabilizantes.

“El aceite de linaza endurece al aire muy lentamente y en realidad nunca llega a ser completamente rígido, por esta razón se ha usado extensamente para la preparación de masillas de relleno cuando se le agrega algún polvo para darle cuerpo. Esta misma propiedad es la que hace que sea una excelente base para las pinturas al mantener cierta flexibilidad por largo tiempo” (BAMBÚ; GUADUA).

#### **2.2.7.4 Propiedades del aceite de linaza**

- Es un producto natural y ecológico.
- Gracias a su alto contenido en yodo es un producto secante.
- Impermeabilización.
- Protección.
- Nutre la madera. Con ello se evita que se raje y curve.
- A diferencia de otros productos como el barniz, no crea una capa que se seca y endurece (cristaliza) sino que genera una película protectora.
- El precio del aceite de linaza es bajo en comparación con otras alternativas.
- Olor intenso, aunque no perjudicial.
- Ayuda a prevenir el ataque de insectos xilófagos.

(Recochem, s.f.)

#### **2.2.7.5 Usos industriales del aceite de linaza**

El aceite de linaza se utiliza en química técnica, donde se utiliza como materia prima en la fabricación de pinturas al óleo, lacas de aceite y linóleo; y, en menor escala, también en la preparación de jabones suaves, cemento, tinta de impresora y linimentos.

(KARRIERE, s.f.)

Las propiedades del aceite de linaza para la madera son muchas, pues contiene una sustancia que permite protegerla frente a agentes externos o plagas de animales que puedan dañarla. Asimismo, la hidrata y mantiene su brillo. El aceite de linaza cumple la misma función de los barnices o de las pinturas protectoras, ya que crea una película de protección que también impermeabiliza.



(George, 2020)

Otra área de aplicación para este aceite es la impermeabilización. El aceite de linaza posee características de resistencia al agua, pero al mismo tiempo también difunde la humedad, lo que lo hace adecuado para uso en exteriores en condiciones climáticas adversas. Forma un revestimiento similar a la cera y, por lo tanto, es ideal para impermeabilizar madera, yeso, mampostería y fachadas exteriores.

(KARRIERE, s.f.)

El aceite de linaza hervido de grado profesional soluble es excelente para proteger caminos y pisos de concreto, losas o piedras entrelazadas de los elementos y de la sal y el daño químico. También protege cabañas de troncos y paneles de madera.

(Recochem, s.f.)

#### **2.2.7.6 Fabricación del Aceite de Linaza**

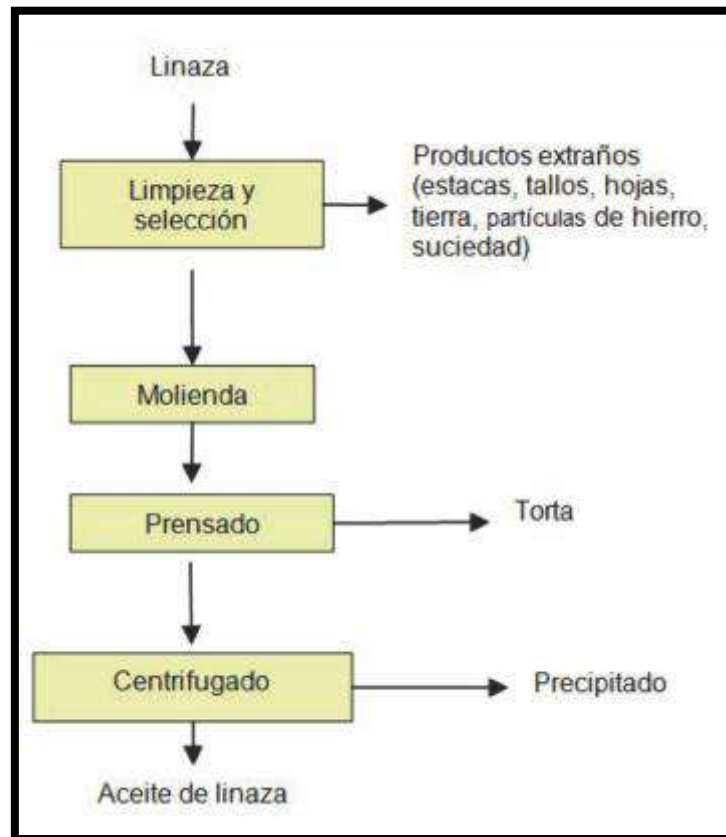
“La industrialización de la semilla de lino, se efectúa por dos procedimientos que son: el de prensado, y el de la extracción por solventes, debiendo en ambos casos someterse la semilla a una molienda previa” (Canali, 1946).

##### **2.2.7.6.1 Procedimiento por prensado:**

“Para el sistema de prensado, a su vez se emplean dos procedimientos: por prensas hidráulicas y, por prensas continuas o automáticas. El sistema de prensas hidráulicas es el más antiguo y, en él la semilla, previamente limpia y molida, se prensa en recipientes cribados, dentro de los cuales se coloca la harina entre chapas de hierro y, en la pila resultante, se aplica la fuerza producida por bombas hidráulicas” (Canali, 1946).

- En frío. Este proceso es el menos usual, en el cual la semilla libre de impureza es sometida a un doble prensado.
- En caliente. Es el más usual, sigue los siguientes pasos. La semilla entra en la máquina limpiadora, siendo llevada por medio de un transportador mecánico a los molinos para su trituración, una vez triturada pasa al cocedor, el cual va alimentando a un extractor.

Figura 27. Flujo de operaciones para la extracción de aceite de linaza.



Fuente: Caracterización físico-química del Aceite de Linaza

### Extracción por solventes:

Igualmente, según (Canali, 1946) “En el sistema de extracción por disolventes la semilla transformada en harina, es tratada en ciertas condiciones especiales, por disolventes de grasas generalmente destilados del petróleo y luego se recuperan estos últimos por destilación. Frecuentemente, antes de extraer, se somete a la harina a un pasaje por primera presión y se extrae entonces el subproducto resultante”.

#### 2.2.7.7 Modo de Empleo

- Aplicar sobre la superficie lijada, seca y limpia de polvo y grasa.
- Usar preferiblemente brocha aplicando en el sentido de las vetas de la madera en capas finas. Puede emplearse también rodillo o pistola.
- Dejar secar 24 horas antes de aproximadamente 5 horas. Es conveniente eliminar el exceso de producto con un trapo y lijar ligeramente antes de la siguiente mano para favorecer la adherencia



### 2.2.7.7.1 Tratamientos y Revestimientos con aceite de linaza para el Concreto

Según él (Consejo Superior de Investigaciones Científicas Licencia Creative Commons 3.0 España, 1960) “La siguiente información incluye los más recientes descubrimientos en protección del hormigón por tratamiento aplicado después de su fraguado”.

Dentro de todos estos tipos de tratamientos resalta el Tratamiento con aceite de linaza, donde el (Consejo Superior de Investigaciones Científicas Licencia Creative Commons 3.0 España, 1960) indica que “Al aplicar una solución diluida de silicato sódico que penetra en la superficie del hormigón, se forma en los poros de éste una capa de material vítreo duro. Los tratamientos con silicato sódico se consideran eficaces para evitar que se produzca polvo sobre los pavimentos de hormigón. Estos tratamientos reducen la permeabilidad”.

En la siguiente imagen observamos la comparación de la efectividad de estos tratamientos, donde se puede apreciar la Resistencia del Desgaste de un Hormigón tratado con aceite de linaza y silicato sódico. El (Consejo Superior de Investigaciones Científicas Licencia Creative Commons 3.0 España, 1960) .

Figura 28. Resistencia al desgaste de hormigón tratado



Fuente: Tratamientos y Revestimientos para el Hormigón

### 2.2.8 Diseño de Mezcla

“La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezcla. Puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y/o las especificaciones en obra” (Rivva López, 1992)



### 2.2.8.1 Método Tradicional del ACI

“El Método original del ACI data del año 1944, habiendo experimentado relativamente muy pocas variantes sustantivas hasta la última versión emitida por el Comité 212.1 el año 1991. Está basado en que los agregados cumplan con los requisitos físicos y granulométricos establecidos por ASTM C-33, define el agua de mezcla empíricamente en función del Tamaño Máximo del agregado y del slump como medida de trabajabilidad, establece de manera empírica el volumen de agregado grueso compactado en seco en función del Tamaño Máximo de la piedra y el Módulo de Fineza de la arena exclusivamente, y correlaciona la relación Agua/Cemento en peso con la Resistencia en compresión. Las principales deficiencias de este método residen en que no está concebido para agregados marginales ni condiciones constructivas especiales” (Pasquel Carbajal, 1998)

### 2.2.8.2 Información Requerida para el Diseño de Mezcla

Siempre que sea posible, la dosificación del concreto deberá basarse en datos obtenidos de experiencias en laboratorio, en las cuales han sido utilizadas los materiales a ser empleados en obra. Será útil la siguiente información de materiales disponibles:

- Análisis Granulométrico del Agregado fino y grueso.
- Peso unitario del agregado grueso.
- Peso específico de masa, porcentajes de absorción y humedad de los agregados a utilizarse.
- Tipo y marca del cemento Portland escogido.
- Peso específico del cemento Portland.
- Requerimientos de agua de mezclado, en base a experiencias con los agregados disponibles.
- Relaciones entre la resistencia y la relación agua cemento, para las combinaciones posibles de cemento y agregados.

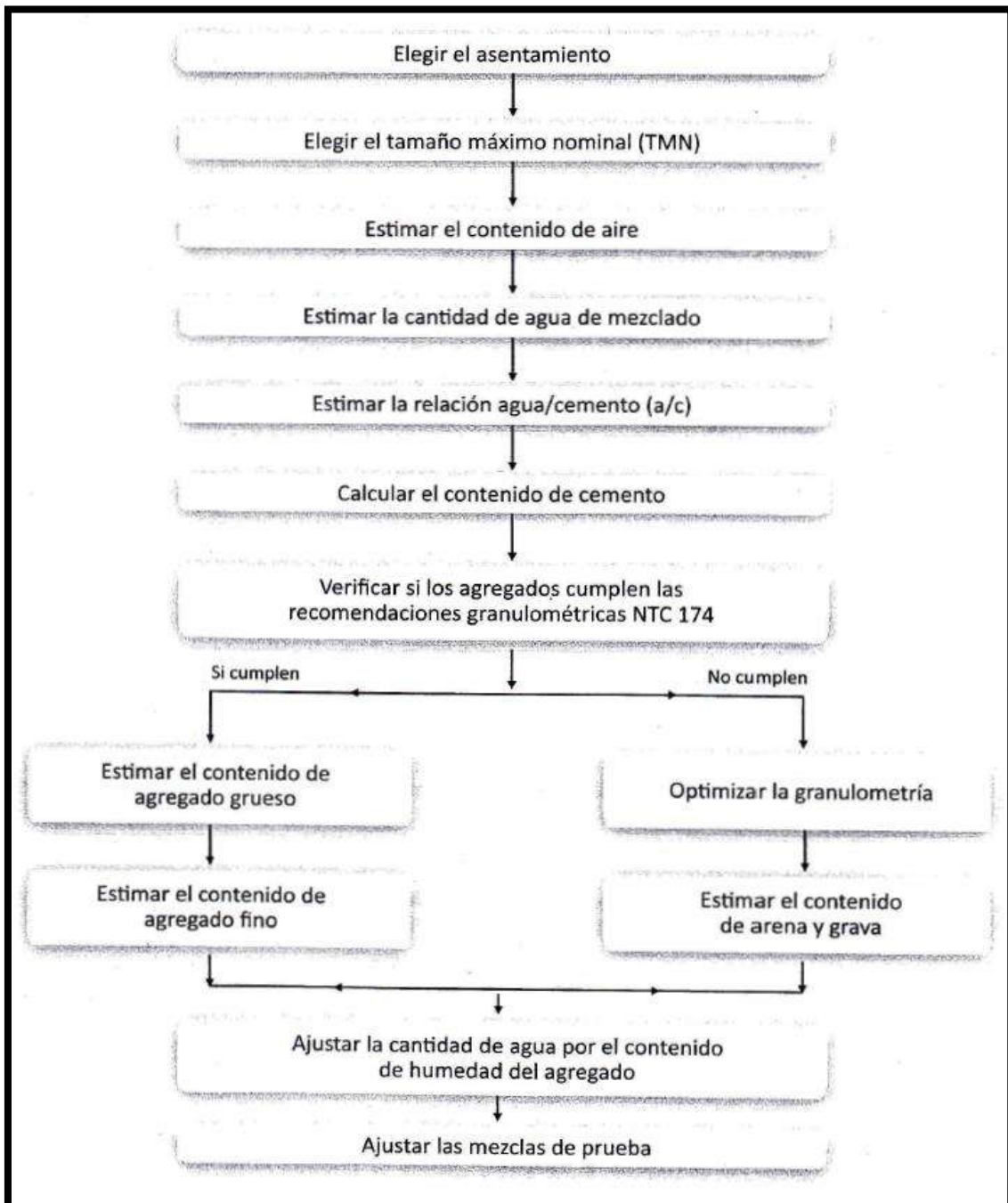
(Abanto Castillo, 2009)

### 2.2.8.3 Procedimiento

La obtención de los pesos de las mezclas de concreto especificado, se hace siguiendo una secuencia de pasos lógicos y directos, los cuales, acomodan las características de los materiales disponibles, en una mezcla adecuada para el trabajo, como se muestra en la siguiente tabla.



Figura 29. Secuencia de pasos para la dosificación ACI



Fuente: Gómez Jurado, Tecnología del Concreto pág. 186

### 2.2.8.3.1 Selección de la Resistencia Promedio

“Las mezclas de concreto deben diseñarse para una resistencia promedio cuyo valor es siempre superior al de la resistencia de diseño especificada por el ingeniero proyectista” (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992)

“El promedio de resistencia (resistencia media) debe ser igual a la resistencia especificada más una tolerancia que lleva en consideración las variaciones de los materiales, de los métodos de



mezclado, del transporte y colocación del concreto y variaciones en la producción, curado y ensayo de probetas cilíndricas de concreto. La resistencia media, que es mayor que  $f'c$ , se llama  $f'cr$  y es la resistencia requerida en el diseño de la mezcla” (Kosmatka S. H., Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

La resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la siguiente tabla considerando los valores de  $f'cr$  en unidades de  $kg/cm^2$ .

Tabla 15. Resistencia promedio requerida

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra			
Resistencia especificada a la compresión, $Kg/cm^2$	Resistencia promedio requerida a la compresión, $Kg/cm^2$	Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$	$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 84$	$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 350$	$f'cr = f'c + 98$	$f'c > 35$	$f'cr = 1.1 f'c + 5$

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas, pág. 3

### 2.2.8.3.2 Determinación del Slump

“Siempre se debe producir el concreto para que tenga trabajabilidad, consistencia y plasticidad adecuadas con las condiciones de la obra. La trabajabilidad es la medida de la facilidad o de la dificultad de colocación, consolidación y acabado del concreto. La consistencia es la habilidad del concreto de fluir. Plasticidad es la facilidad de moldeo del concreto. Si se usa más agregado en el concreto o si se adiciona menos agua, la mezcla se vuelve más rígida (menos plástica y menos trabajable) y difícil de moldearse. Ni las mezclas muy secas y desmoronables, ni las muy aguadas y fluidas se pueden considerar plásticas” (Kosmatka S. H., Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004)

Si las especificaciones de obra no indican el asentamiento que debe tener el concreto, se seguirá alguno de los criterios siguientes:

- “El concreto se dosificará para una consistencia plásticas, con un asentamiento entre tres y cuatro pulgadas (75 mm a 100 mm) si la consolidación es por vibración y de cinco pulgadas o menor (125 mm o menos) si la compactación es por varillado” (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992)



Tabla 16. Consistencia de Slump

<b>CLASIFICACION DE CONSTENCIA</b>			
Consistencia	Asentamiento	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0-2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3-4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida o Húmeda	5 a mas	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas, pág. 3

- “Se seleccionará el valor más conveniente empleando la siguiente tabla, preparada por el comité 211 del ACI. Los rangos indicados en esta tabla corresponden a concretos consolidados por vibración. Deberá emplearse mezclas de la mayor consistencia compatible con una adecuada colocación” (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992).

Tabla 17. Asentamiento por vibrado para diferentes tipos de estructuras

<b>ASENTAMIENTO PARA DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS</b>		
<b>Tipo De Estructuras</b>	<b>Asentamiento (Pulg)</b>	
	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3”	1”
Cimentaciones simples y calzaduras	3”	1”
Vigas y muros armados	4”	1”
Columnas	4”	1”
Muros, pavimentos y losas	3”	1”
Concreto ciclópeo	2”	1”

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas, pág. 4

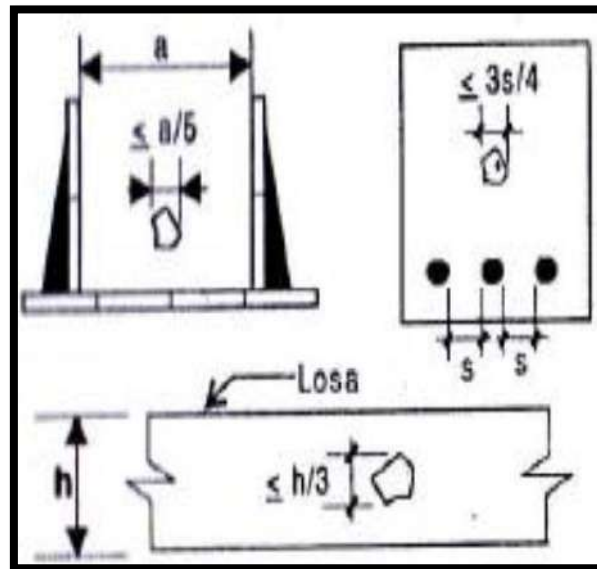
### 2.2.8.3.3 Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado

“En la selección del tamaño máximo del agregado grueso, el Ingeniero deberá tener en consideración que el concreto deberá ser colocado sin dificultad en los encofrados y que, en todos los lugares de ellos, especialmente esquinas y ángulos, espacios entre barras reforzadas, y paredes de encofrados, no deberán quedar espacios vacíos ni cangrejeras” (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992).

Las normas de diseño estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que pueda ser económicamente disponible siempre que él sea compatible con las dimensiones y características de la estructura. Se considera que, en ningún caso, el tamaño máximo nominal del agregado grueso deberá exceder de los siguientes valores.

1. Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados.
2. Un tercio del peralte de las losas.
3. Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barra o alambres individuales de refuerzos; paquetes de barras; tendones o ductos de pre esfuerzo

Figura 30. Criterio de selección del agregado



Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas, pág. 4

En el caso en que la trabajabilidad y los métodos de consolidación sean lo suficiente buenos como para que el concreto sea colocado sin cangrejeras, las 3 limitaciones anteriores pueden ser más flexibles.

#### 2.2.8.3.4 Volumen Unitario de Agua

Según (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992) “La selección del volumen unitario de agua se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debe incorporar a la mezcladora, por unidad cubica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado esta al estado seco. No presentándose generalmente el agregado al estado seco, la cantidad de agua seleccionada deberá posteriormente se corregida en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad del agregado”.

Resumiendo, para (Gomezjurado Sarria & Niño Hernández, 2010) “algunos aspectos estudiados anteriormente, se puede anotar que la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que se requiere para producir un asentamiento dado depende del tamaño máximo del



agregado, la forma y textura de las partículas, así como de la gradación de los agregados, de la cantidad de aire incluido y de los aditivos reductores de agua (cuando son utilizados)”.

Los valores de volumen unitario estarán en función de del asentamiento, tamaño máximo nominal del agregado y del contenido de aire en la mezcla.

Tabla 18. Volumen Unitario de Agua

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	Agua en 1/m <sup>3</sup> para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados.							
1"=25mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
<b>Concreto sin aire incorporado</b>								
1 a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
<b>Concreto con aire incorporado</b>								
1 a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas, pág. 5

### 2.2.8.3.5 Selección del Contenido de Aire

“Las burbujas de aire pueden estar presentes en la pasta como resultado de las operaciones propias del proceso de puesta en obra, en cuyo caso se le conoce como aire atrapado o aire natural, o pueden encontrarse en la mezcla debido a que se han sido intencionalmente incorporadas a ella, en cuyo caso se les conoce como aire incorporado. En los concretos siempre hay un pequeño porcentaje de aire atrapado, el cual depende del aporte de los materiales, las condiciones de operación y la granulometría y tamaño máximo del agregado. Las burbujas de aire atrapado se caracterizan por su diámetro cercano a 1 mm y su perfil irregular” (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992).



Tabla 19. Contenido de aire atrapado

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO		
Tamaño máximo nominal del agregado (pulg)	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Aire atrapado
3/8"	9.5	3.00%
1/2"	12.5	2.50%
3/4"	19	2.00%
1"	25	1.50%
1 1/2"	37.5	1.00%
2"	50	0.50%
3"	75	0.30%
6"	150	0.20%

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas, pág. 6

#### 2.2.8.3.6 Selección de la relación agua – cemento por factor resistencia

La relación agua-cemento requerido es determinada teniendo en consideración no solamente la resistencia sino también factores como durabilidad y propiedades de acabado del concreto.

“Desde que diferentes agregados y cementos, producen generalmente diferentes resistencias para una misma relación agua-cemento, es muy útil tener o desarrollar las interrelaciones entre la resistencia y la relación agua - cemento para los materiales a ser usados en la preparación de la mezcla” (Abanto Castillo, 2009).

“La selección de la relación de agua-cemento por resistencia se hace partiendo del criterio de que esta propiedad es la más fácilmente mensurable y que, dentro de ciertas limitaciones, esta regulada por la relación de la cantidad de agua a la cantidad de cemento en la unidad cubica de la mezcla” (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992).





Tabla 20. Relación agua cemento por resistencia

RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		
f'cr (28 días) kg/cm <sup>2</sup>	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
420	0.41	
450	0.38	

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas, pág. 7

### 2.2.8.3.7 Cálculo del Contenido de Cemento

La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto es igual al agua de mezclado dividido entre la relación agua-cemento.

$$\text{Contenido de cemento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Agua de mezclado (kg/m}^3)}{\text{Relacion } \frac{a}{c} \text{ para fcr}}$$

El contenido de bolsas requeridas por metro cubico de concreto se obtiene dividiendo el contenido de cemento entre 42.5 kg que viene a ser el peso de cada bolsa de cemento.

### 2.2.8.3.8 Estimación del Contenido de Agregado Grueso

“El comité 211 del ACI parte del criterio que agregados gruesos de tamaño máximo nominal y granulometría esencialmente similares, deberían permitir obtener concreto de trabajabilidad satisfactoria cuando un determinado volumen de agregado grueso, en condiciones de seco y compactado, es empleado por unidad de volumen del concreto” (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992).

“En la siguiente tabla se nos proporciona valores aproximados para estos volúmenes de agregado, como puede observarse, para similar trabajabilidad, el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto, depende solamente de su tamaño máximo y del modulo de finza del agregado fino” (Abanto Castillo, 2009).





Tabla 21. Peso del agregado por unidad de volumen del concreto

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO					
Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (pulg)	Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.5	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	25	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	50	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas, pág. 10

“La cantidad de agregado grueso seco por metro cubico de concreto, está en base al volumen seco y compactado del mismo (valor obtenido en la anterior tabla), multiplicado por el peso unitario seco y compactado del agregado grueso” (Abanto Castillo, 2009)

$$\text{Cantidad de A. grueso (kg)} = \left( \text{volumen de agregado grueso de la tabla} \right) * \left( \begin{array}{l} \text{Peso unitario seco} \\ \text{y compactado del} \\ \text{A. grueso } \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \end{array} \right)$$

### 2.2.8.3.9 Estimación del contenido de Agregado Fino

“El método del comité 211 del ACI determina el volumen absoluto de agregado fino por diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso seco” (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992)

$$\sum (\text{Vol cemento} + \text{Vol Agua} + \text{Vol Aire} + \text{Vol piedra})$$

Para el cálculo del volumen de agregado fino se calculará la entre 1 m<sup>3</sup> de concreto y los materiales que conforman este metro cubico del concreto, esto se logra dividiendo el peso de los materiales entre su peso específico y para el aire entre 100. Finalmente, el volumen de agregado fino se multiplica por su peso específico dando como resultado el peso de agregado fino en kg/m<sup>3</sup>.

$$\text{Vol A. Fino (m}^3\text{)} = 1\text{m}^3 - \sum (\text{Vol cemento} + \text{Vol Agua} + \text{Vol Aire} + \text{Vol piedra})$$



$$\text{Peso A. Fino} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \text{Vol A. Fino} * \text{Peso Esp. A. fino} * 1000$$

### 2.2.8.3.10 Ajustes por Humedad del Agregado

“Generalmente los agregados utilizados en la preparación de un concreto, se encuentran húmedos por lo cual sus pesos secos se incrementan en el porcentaje de agua que contengan, tanto agua absorbida como superficial. Así el agua de mezclado añadida a la colada, debe ser reducida en una cantidad igual a la humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal el contenido total de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción” (Abanto Castillo, 2009)

## 2.3 Hipótesis

### 2.3.1 Hipótesis General

El desarrollo de la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza en la ciudad del Cusco, evaluado a temperatura ambiente, genera resistencias superiores en un 10% en comparación a los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco y tendrá una influencia positiva a los 28 días.

### 2.3.2 Sub Hipótesis

- **Sub Hipótesis 1:** Los concretos de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curados con aceite de linaza y curados mediante los métodos tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28, evaluados a temperatura ambiente, tendrán un desarrollo apropiado y cumplirán con los parámetros establecidos en el manual MTC E 704.
- **Sub Hipótesis 2:** La resistencia a la compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza será menor a la resistencia de un concreto curado totalmente sumergido en agua a los 7, 14 y 28 días.
- **Sub Hipótesis 3:** La resistencia a la compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza será mayor a la resistencia de un concreto curado por el método de aspersión a los 7, 14 y 28 días.
- **Sub Hipótesis 4:** La resistencia a la compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza será mayor a la resistencia de un concreto curado con aditivo Chema a los 7, 14 y 28 días.
- **Sub Hipótesis 5:** La resistencia a la compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza será mayor a la resistencia de un concreto curado con aditivo SIKA a los 7, 14 y 28 días.



- **Sub Hipótesis 6:** La resistencia a la compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza será mayor a la resistencia de un concreto sin curar a los 7, 14 y 28 días.
- **Sub Hipótesis 7:** El método de curado con aceite de linaza presentará mayor influencia en la resistencia a la compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> alcanzando o superando la resistencia de diseño a los 7, 14 y 28 días.
- **Sub Hipótesis 8:** El método de curado con Aceite de Linaza presentará la mejor relación costo-beneficio para poder aplicarlo en un concreto de calidad  $F'C = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad del Cusco.

## 2.4 Definición de Variables

### 2.4.1 Variable Dependiente

Resistencia a la compresión: Referido a la resistencia máxima soportada a carga axial expresada en kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2.4.1.1 Indicadores de variable dependiente

- Resistencia a compresión. (kg/cm<sup>2</sup>)

### 2.4.2 Variable Independiente

Curado de concreto: Es el proceso mediante el cual se busca evitar la pérdida de humedad y mantener saturado el concreto durante 7, 14 y 28 días, para que de esta manera se pueda alcanzar resistencia de diseño

#### 2.4.2.1 Indicadores de la variable independiente

- Sumergido en agua.
- Aspersión de agua.
- 1 capa de Aditivo CHEMA.
- 1 capa de Aditivo SIKA
- Curado con Aceite de linaza.
- Sin curar



2.4.3 Cuadro de Operacionalización de Variable(s)

Tabla 22. Cuadro de Operacionalización de Variables

Variable	Identificación	Descripción	Nivel	Indicadores	Instrumentos	Fuente
Variable Dependiente	Resistencia a Compresión	Referido a la resistencia máxima soportada a carga axial expresada en kg/cm <sup>2</sup> .	Resistencia a los 7, 14 y 28 días	Fuerza (kg/cm <sup>2</sup> )	Fichas de recolección de datos y de procesamiento de cálculos.	Manual de ensayos del MTC.
Variable Independiente	Curado de Concreto	Es el proceso mediante el cual se busca evitar la pérdida de humedad y mantener saturado el concreto durante 7, 14 y 28 días, para que de esta manera se pueda alcanzar resistencia de diseño	Curado a los 7, 14 y 28 días	Sumergido en Agua	Fichas de laboratorio.	Bibliografía de Tecnología del Concreto
				Asperción de Agua		
				Aditivo curador Chema		
				Aditivo curador Sika		
				Sin Curado		
				Curado con aceite de linaza		

Fuente: Elaboración Propia



## CAPITULO 3 Metodología

### 3.1 Metodología de la investigación.

#### 3.1.1 Tipo de Investigación

Es CUANTITATIVO, “porque representa procesos, es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar o eludir” pasos, el orden es riguroso, aunque se podría redefinir alguna fase” (Hérmendez Sampieri, 2014)..

Igualmente, según (Hérmendez Sampieri, 2014) “Parte de una idea, que va acotándose y una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco teórico. De las preguntas se establecen hipótesis y se determinan variables se desarrolla un plan para probarlas (diseño), se miden las variables en un determinado contexto, se analizan las mediciones y se establece una serie de conclusiones respecto a la hipótesis”.

(Hérmendez Sampieri, 2014) nos indica también que “refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación: ¿cada cuánto ocurren y con qué magnitud?; además usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.

“Debido a que los datos son producto de mediciones, se representan mediante números (cantidades) y se deben analizar con métodos estadísticos” (Hérmendez Sampieri, 2014).

#### 3.1.2 Nivel de Investigación

Según (Hérmendez Sampieri, 2014) “El nivel de la investigación es DESCRIPTIVA – CORRELACIONAL, porque se describe fenómenos en circunstancias reales en un tiempo y en un área geográfica determinado. Con el fin de describir variables y estimar parámetros, en los que se busca entender la relación o asociación entre las variables. La utilidad de este es conocer cómo se pueden comportar otras variables conociendo el comportamiento de otras variables relacionadas”.

Se tiene por finalidad que esa clase de estudio conoce el grado de asociación que se tiene entre dos o más conceptos, variables o categorías en una muestra o contexto en particular.

“Pues se relaciona los tipos de curado tradicional y el curado con aceite de linaza en función a la resistencia a compresión del concreto” (Hérmendez Sampieri, 2014).

#### 3.1.3 Método de Investigación

Según (Hérmendez Sampieri, 2014):



“El método es HIPOTETICO DEDUCTIVO es el procedimiento o camino que sigue el investigador para hacer conocer de su actividad una práctica científica. Este método científico tiene varios procesos esenciales: Observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. Este método obliga al científico a combinar la reflexión racional o momento racional (la formación de hipótesis y deducción) con la observación de la realidad o momento empírico (la observación y la verificación)”.

“Se trata de diseños que se fundamentan en el enfoque cuantitativo y en el paradigma deductivo” (Hernández Sampieri, 2014).

### **3.2 Diseño de la investigación**

#### **3.2.1 Diseño metodológico.**

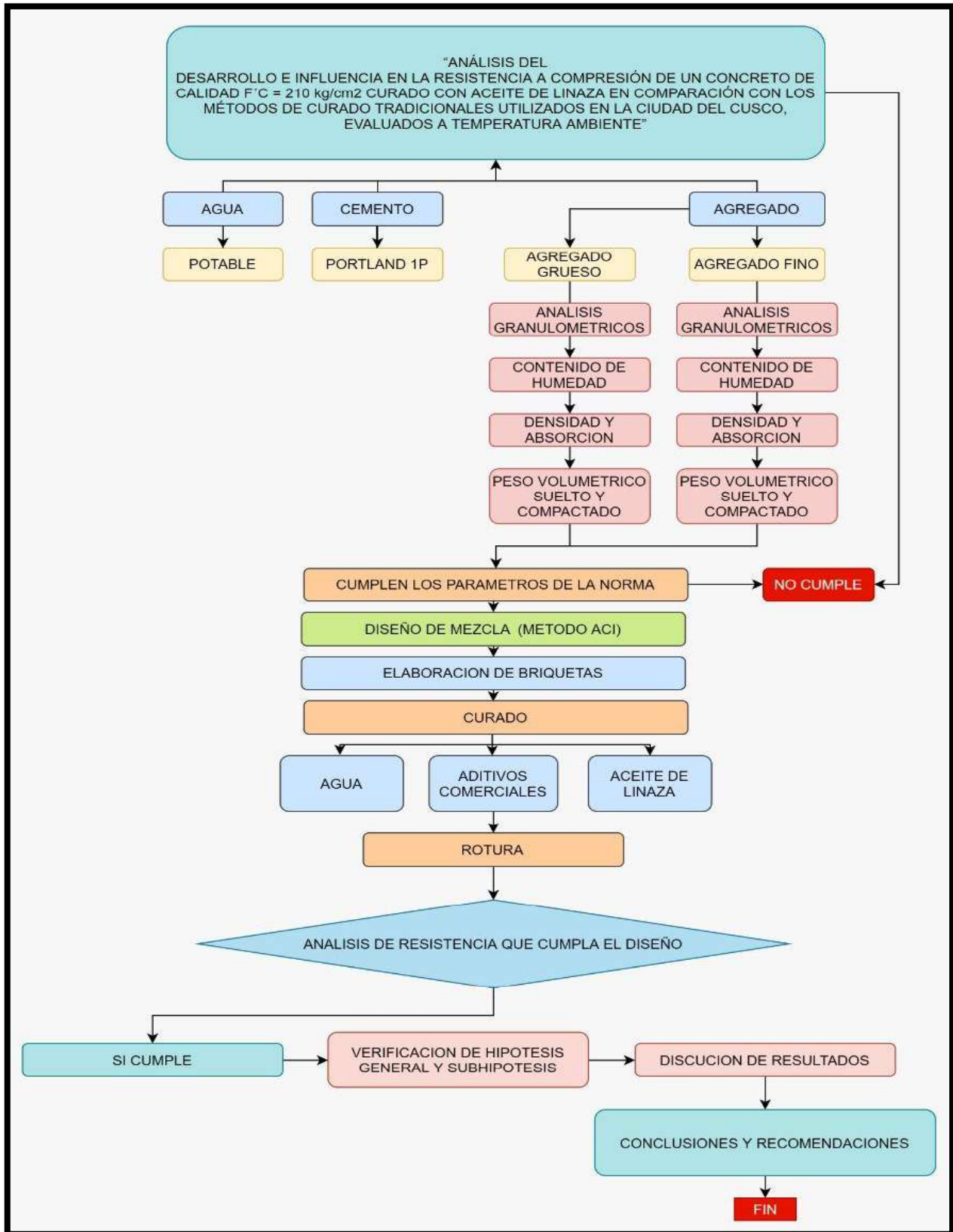
La investigación será de diseño no experimental en vista de que no se manipularán las variables, los datos a reunir se obtendrán de los ensayos realizados de Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días.

“La investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente variables; lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos” (Hernández Sampieri, 2014).



### 3.2.2 Diseño de Ingeniería.

Figura 31. Diseño de ingeniería



Fuente: Elaboración Propia





### 3.3 Población y muestra.

#### 3.3.1 Población.

##### 3.3.1.1 Descripción de la población

La población está conformada por todos los concretos  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  que tienden a elaborarse infinitamente en la ciudad del Cusco, en el año 2022.

#### 3.3.2 Muestra

##### 3.3.2.1 Descripción de la muestra

Según lo estipulado en la norma NTP.339.033 (2015), los especímenes de resistencia a la compresión o a la tracción por hendimiento deben ser cilindros colados y fraguados en una posición vertical. La longitud debe ser dos veces el diámetro. El diámetro del cilindro debe ser al menos 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Para ensayos de aceptación respecto a una resistencia a la compresión especificada, los cilindros deben ser de 6" x 12" (150mm x 300mm) o 4" x 8" (100mm x 200mm).

##### 3.3.2.2 Cuantificación de la muestra

- Valor (Z)

Tabla 23. Valores de la distribución normal estandarizada (Z)

VALORES DE LA DISTRIBUCION NORMAL ESTANDARIZADA (Z)		
NIVEL DE CONFIANZA	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	VALOR (Z)
90% = 0.90	10% = 0.10	1.64
95% = 0.95	5% = 0.05	1.96
98% = 0.98	2% = 0.02	2.33
99% = 0.99	1% = 0.01	2.58

Fuente: Propia

- Cálculo de la desviación estándar (S)

Para obtener la desviación estándar utilizaremos la siguiente ecuación, haciendo uso de los valores de resistencia a compresión del antecedente antes mencionado:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - X')^2}{N - 1}}$$

Donde: S = Desviación estándar.



$X'$  = Promedio de valores de resistencia a compresión.

$N$  = Número de muestras.

Tabla 24. Valores de resistencia a la compresión de probetas curadas con Aloe Vera a 28 días

CURADOR	RESISTENCIA A COMPRESION A LOS 28 DIAS (kg/cm <sup>2</sup> )
Aloe Vera a 3 capas	228.3
	225.9
	230.4
	227.9

Fuente: Propia

Tabla 25. Resistencias a la compresión menos el promedio de éstas, al cuadrado

Fuente: Propia

X	X'	X-X'	(X-X') <sup>2</sup>
228.3	228.125	0.175	0.030625
225.9		-2.225	4.950625
230.4		2.275	5.175625
227.9		-0.225	0.050625
			10.2075

De tal manera, la desviación estándar será:

$$S = \sqrt{\frac{10.21}{4 - 1}} = 1.84 \text{ kg/cm}^2$$

- **Cálculo del error (E)**

Este valor se calculará multiplicando el porcentaje de error elegido por el investigador, en este caso 1%, con el promedio de los valores de resistencia a compresión del antecedente antes mencionado

$$X' = \frac{228.3 + 225.9 + 230.4 + 227.9}{4} = 228.125 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 1\%(X') = 0.01(228.125) = 2.28$$

Finalmente, se obtiene:

$$N = \left( \frac{1.96^2 \times 1.84^2}{2.28^2} \right) = 2.512$$

**N = 3 PROBETAS**



### 3.3.2.3 Método de muestreo

El muestreo es de tipo probabilístico, porque permite determinar matemáticamente el tamaño de la muestra, con cierto nivel de exactitud; asimismo, permite estimar objetivamente el error de muestreo. El procedimiento de muestreo se denomina Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S), el cual es un procedimiento de muestreo probabilístico que da a cada elemento de la población objetivo y a cada posible muestra de un tamaño determinado, la misma probabilidad de ser seleccionado. (Questionpro, 2021); para lo cual se emplea la siguiente ecuación:

$$N = \left( \frac{Z^2 \times S^2}{E^2} \right)$$

Donde: N: Tamaño de muestra

Z: Es el valor de la distribución normal estandarizada para un nivel de confianza fijado por el investigador. En este caso, usaremos confianza al 95%, teniendo un valor bilateral  $Z=1.960$ .

S: Desviación estándar de la variable fundamental del estudio o de interés para el investigador, obtenida de un antecedente. Para la presente investigación usaremos los datos del antecedente “Evaluación de la variación y desarrollo de la resistencia a compresión del concreto de calidad  $f'c$  210 (kg/cm<sup>2</sup>) curado con aloe vera con respecto a curados usuales, usando agregados de la cantera de Vicho y Cunyac”. (Mujica Luque, Trujillo Ricalde; 2017)

E: % de error fijada por el investigador.

### 3.3.2.4 Criterios de evaluación de la muestra.

En base a los cálculos probabilísticos anteriores se determinó la elaboración de 3 probetas de concreto de calidad  $f'c$ 210 (kg/cm<sup>2</sup>) para cada edad y método de curado correspondiente, obteniendo la siguiente distribución:



Tabla 26. Especímenes de concreto a elaborar

<b>ESPECÍMENES TOTALMENTE SUMERGIDOS</b>	
<b>Ensayos de laboratorio</b>	<b>N° de especímenes</b>
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días	3
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días	3
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días	3
<b>Total de especímenes a ensayar</b>	<b>9</b>
<b>ESPECÍMENES CURADOS MEDIANTE ASPERSIÓN</b>	
<b>Ensayos de laboratorio</b>	<b>N° de especímenes</b>
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días	3
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días	3
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días	3
<b>Total de especímenes a ensayar</b>	<b>9</b>
<b>ESPECÍMENES CURADOS CON ADITIVO CHEMA</b>	
<b>Ensayos de laboratorio</b>	<b>N° de especímenes</b>
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días	3
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días	3
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días	3
<b>Total de especímenes a ensayar</b>	<b>9</b>
<b>ESPECÍMENES CURADOS CON ADITIVO SIKA</b>	
<b>Ensayos de laboratorio</b>	<b>N° de especímenes</b>



Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días	3
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días	3
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días	3
<b>Total de especímenes a ensayar</b>	<b>9</b>
<b>ESPECÍMENES CURADOS CON ACEITE DE LINAZA</b>	
<b>Ensayos de laboratorio</b>	<b>N° de especímenes</b>
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días	3
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días	3
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días	3
<b>Total de especímenes a ensayar</b>	<b>9</b>
<b>ESPECÍMENES SIN CURAR</b>	
<b>Ensayos de laboratorio</b>	<b>N° de especímenes</b>
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días	3
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días	3
Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días	3
<b>Total de especímenes a ensayar</b>	<b>9</b>
<b>Total de especímenes a ensayar</b>	<b>54</b>

Fuente: Elaboración Propia



### 3.1 Instrumentos.

#### 3.1.1 Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos.

##### 3.1.1.1 Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 por lavado de agregado grueso



Tabla 27. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 por lavado de agregado grueso

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC	
TESISTAS: Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca	
ASESOR: Ing. Jorge Alvarez Espinoza	
CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 $\mu$ m (N° 200) POR LAVADO AGREGADO GRUESO	
B - P. SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL (gr.)	
C - P. SECO DE LA MUESTRA LAVADA (gr.)	
A - % DE MATERIAL FINO QUE PASA 75 $\mu$ m	

Fuente: Elaboración Propia

##### 3.1.1.2 Análisis granulométrico del agregado grueso

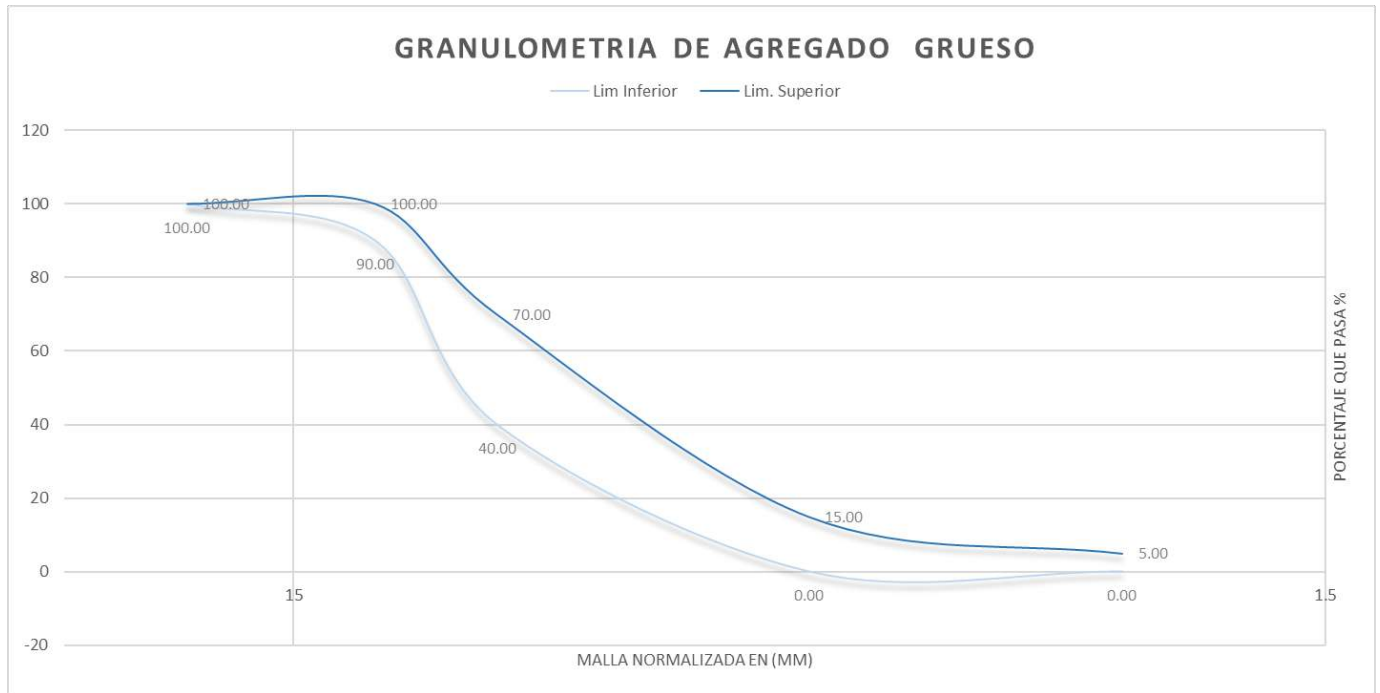
Tabla 28. Análisis granulométrico del agregado grueso

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 						
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC						
TESISTAS: Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
ASESOR: Ing. Jorge Alvarez Espinoza						
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO (CANTERA DE VICHO)						
Peso Inicial (gr):	Peso Despues de Lavado (gr):					
	Peso Perdido por Lavado (gr):					
MALLA pulg.	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO kg.	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.100					
1/2"	12.700					
3/8"	9.530					
N°4	4.750					
N°8	2.360					
N°16	1.180					
N°50	0.300					
FONDO	0.000					
TOTAL						

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 29. Análisis granulométrico del agregado grueso



Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.1.3 Contenido de humedad del agregado grueso

Tabla 30. Contenido de humedad del agregado grueso

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>			
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC			
TESISTAS: Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca			
ASESOR: Ing. Jorge Alvarez Espinonza			
CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO			
P. DEL RECIPIENTE			
P. DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA			
P. DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA			
PESO HUMEDO (W)			
PESO SECO (D)			
CONTENIDO DE HUMEDAD % (P)			
PROMEDIO			

Fuente: Elaboración Propia





### 3.1.1.4 Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso

Tabla 31. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC		
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca	
ASESOR:	Ing. Jorge Alvarez Espinonza	
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO		
		RESULTADOS
Peso específico de la masa (Pem) (gr/cm <sup>3</sup> )		A <input type="text"/> gr
Peso específico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS) (gr/cm <sup>3</sup> )		B <input type="text"/> gr
Peso específico aparente (Pea) (gr/cm <sup>3</sup> )		C <input type="text"/> gr
Absorción (Abs) (%)		
<p>A = Peso de la muestra seca en el aire, (gr).                      B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, (gr).                      C = Peso en el agua de la muestra saturada, (gr)</p>		

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.1.5 Peso volumétrico suelto y compactado del agregado grueso

Tabla 32. Peso volumétrico suelto y compactado del agregado grueso

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC		
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca	
ASESOR:	Ing. Jorge Alvarez Espinonza	
PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO		
PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO		
T - PESO DEL RECIPIENTE METALICO (kg)		
G - PESO DEL RECIPIENTE + LA MUESTRA (kg)		
V - VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m <sup>3</sup> )		
M - PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m <sup>3</sup> )		
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO		
T - PESO DEL RECIPIENTE METALICO (kg)		
G - PESO DEL RECIPIENTE + LA MUESTRA (kg)		
V - VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m <sup>3</sup> )		
M - PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m <sup>3</sup> )		

Fuente: Elaboración Propia



### 3.1.1.6 Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 por lavado de agregado fino


Tabla 33. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 por lavado de agregado fino

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC	
TESISTAS: Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca	
ASESOR: Ing. Jorge Alvarez Espinonza	
<b>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 Um (N° 200) POR LAVADO AGREGADO FINO</b>	
B - P. SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL (gr.)	
C - P. SECO DE LA MUESTRA LAVADA (gr.)	
A - % DE MATERIAL FINO QUE PASA 75 Um	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.1.7 Análisis granulométrico del agregado fino

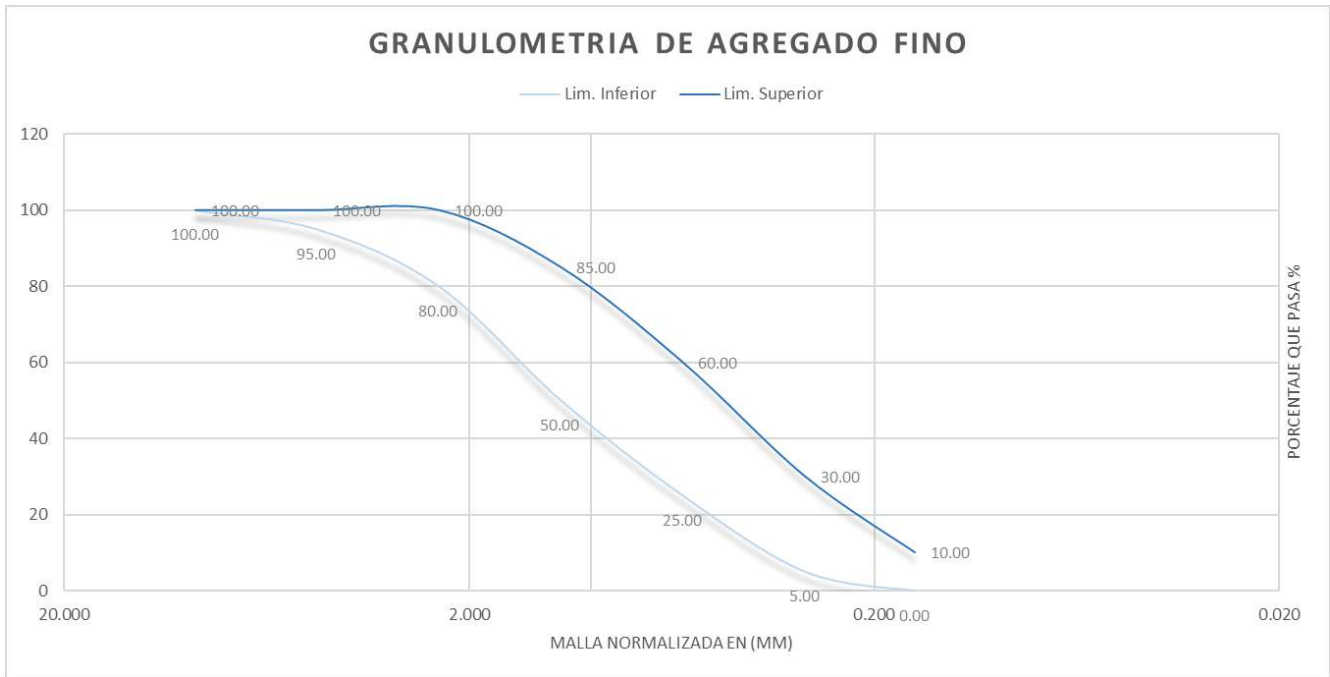
Tabla 34. Análisis granulométrico del agregado fino

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 						
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC						
TESISTAS: Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
ASESOR: Ing. Jorge Alvarez Espinonza						
<b>ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO (CANTERA DE CÓRDOBA)</b>						
Peso Inicial (gr):		Peso Despues de Lavado (gr):			Peso Perdido por Lavado (gr):	
MALLA pulg.	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO gr	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.510					
#4	4.760					
#8	2.380					
#16	1.190					
#30	0.595					
#50	0.297					
#100	0.159					
#200	0.074					
FONDO						
TOTAL						
<b>MODULO DE FINEZA</b>						

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 35. Análisis granulométrico del agregado fino



Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.1.8 Contenido de humedad del agregado fino

Tabla 36. Contenido de humedad del agregado fino

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>	
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC	
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca
ASESOR:	Ing. Jorge Alvarez Espinonza
CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO	
P. DEL RECIPIENTE	
P. DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	
P. DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA	
PESO HUMEDO (W)	
PESO SECO (D)	
CONTENIDO DE HUMEDAD % (P)	
PROMEDIO	

Fuente: Elaboración Propia



### 3.1.1.9 Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino

Tabla 37. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC		
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca	
ASESOR:	Ing. Jorge Alvarez Espinonza	
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADO FINO		
		RESULTADOS
Gravedad especifica de la masa (GE) (gr/cm <sup>3</sup> )		A <input type="text"/> gr
Gravedad especifica de la masa saturado con superficie seca (GESs) (gr/cm <sup>3</sup> )		B <input type="text"/> gr
Gravedad especifica aparente (GEa) (gr/cm <sup>3</sup> )		C <input type="text"/> gr
Absorcion (Abs %)		S <input type="text"/> gr
<p>A = Masa de la muestra seca al horno (gr)            B = Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr)            C = Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr)            S = Masa de la muestra de saturado superficialmente seca (gr)</p>		

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.1.10 Peso volumétrico suelto y compactado del agregado fino

Tabla 38. Peso volumétrico suelto y compactado del agregado fino

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC		
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca	
ASESOR:	Ing. Jorge Alvarez Espinonza	
PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO		
PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO		
T - PESO DEL RECIPIENTE METALICO (kg)		
G - PESO DEL RECIPIENTE + LA MUESTRA (kg)		
V - VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m <sup>3</sup> )		
M - PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m <sup>3</sup> )		
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO		
T - PESO DEL RECIPIENTE METALICO (kg)		
G - PESO DEL RECIPIENTE + LA MUESTRA (kg)		
V - VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m <sup>3</sup> )		
M - PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m <sup>3</sup> )		

Fuente: Elaboración Propia



### 3.1.1.11 Diseño de mezcla de concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ método ACI

#### 1. Datos de resistencia requerida según ACI – 318 - 05:

Resistencia requerida  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 39. Cuadro de Resistencia a Compresión Promedio

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra			
Resistencia especificada a la compresión, $\text{Kg/cm}^2$	Resistencia promedio requerida a la compresión, $\text{Kg/cm}^2$	Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$	$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 84$	$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 350$	$f'cr = f'c + 98$	$f'c > 35$	$f'cr = 1.1 f'c + 5$

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas

$F'cr =$

#### 2. Determinación del Slump

Tabla 40. Cuadro de asentamientos para diversos tipos de estructuras

ASENTAMIENTO PARA DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS		
Tipo De Estructuras	Asentamiento (Pulg)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	1"
Muros, pavimentos y losas	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas

Tabla 41. Cuadro de clasificación de consistencia

CLASIFICACION DE CONSTENCIA			
Consistencia	Asentamiento	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0-2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3-4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida o Húmeda	5 a mas	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas



### 3. Propiedades del Cemento:

Tabla 42. Propiedades del Cemento

Propiedades del Cemento	
Marca de cemento	
Tipo de cemento	
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	
Peso Especifico (gr/cm <sup>2</sup> )	
Slump	
Contenido de Aire	

Fuente: Elaboración Propia

### 4. Propiedades del Agua:

Tabla 43. Propiedades del Agua

Propiedades del Agua	
Peso Especifico (kg/cm <sup>3</sup> )	

Fuente: Elaboración Propia

### 5. Propiedades del Agregado:

Tabla 44. Propiedades del Agregado

Descripcion	Fino	Grueso
Peso Especifico de la Masa (gr/cm <sup>3</sup> )		
% de Absorcion		
Contenido de Humedad (%)		
Modulo de Fineza		
Tamaño Maximo Nominal (Pulg)		
Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )		
Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )		

Fuente: Elaboración Propia

### 6. Cálculo del Volumen de Agua:

Slump:

Tamaño Máximo Nominal:

Tabla 45. Volumen Unitario del Agua

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	Agua en 1/m <sup>3</sup> para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados.							
1"=25mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
<b>Concreto sin aire incorporado</b>								
1 a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7"	243	228	216	202	190	178	160	

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas



Litros de Agua:

7. Contenido de Aire Total:

Tamaño Máximo Nominal:

Tabla 46. Volumen Unitario del Agua

<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>		
<b>Tamaño máximo nominal del agregado (pulg)</b>	<b>Tamaño máximo nominal del agregado (mm)</b>	<b>Aire atrapado</b>
3/8"	9.5	3.00%
1/2"	12.5	2.50%
3/4"	19	2.00%
1"	25	1.50%
1 1/2"	37.5	1.00%
2"	50	0.50%
3"	75	0.30%
6"	150	0.20%

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas

Aire Atrapado:

8. Selección de relación Agua/Cemento

$f'_{cr}$  (28 días) =

Tabla 47. Relación Agua Cemento por Resistencia

<b><math>f'_{cr}</math> (28 días) kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA</b>	
	<b>Relación agua cemento de diseño por peso</b>	
	<b>Concreto sin aire incorporado</b>	<b>Concreto con aire incorporado</b>
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
420	0.41	
450	0.38	

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas





Relación Agua Cemento  $F'c$  294 kg/cm<sup>2</sup>:

9. Cálculo de Contenido de Cemento

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{Agua de mezclado ( kg/m}^3\text{)}}{\text{relacion } \frac{a}{c} \text{ para fcr}}$$

Agua de mezclado:

Relación Agua/Cemento:

Contenido de Cemento:

Peso por bolsa de cemento:

N° de bolsas por 1 m<sup>3</sup>:

10. Contenido del Agregado Grueso

Tamaño Máximo Nominal:

Módulo de Fineza:

Tabla 48. Peso del Agregado por Unidad de Volumen del Concreto

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO					
Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (pulg)	Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.5	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	25	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	50	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Tablas Utilizadas Para El Diseño De Mezclas

Factor Volumen de agregado grueso, seco y compactado:

Formula Cantidad de Agregado Grueso en kg



$$\text{Cantidad de A.grueso en kg} = \left[ \frac{\text{Volumen de agregado grueso de la tabla}}{\text{grueso de la tabla}} \right] * \left[ \frac{\text{Peso unitario seco y compactado del agregado grueso en kg/m}^3}{\text{grueso de la tabla}} \right]$$

Peso Unitario Seco Compactado de Agregado Grueso:

Factor Volumen de agregado grueso, seco y compactado:

Cantidad de Agregado Grueso:

### 11. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

Tabla 49. Cálculo de Volúmenes Absolutos

Calculo de Volúmenes Absolutos			
	PESO CALCULADO (kg)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	VOLUMEN ABSOLUTO
Aire (%)			
Agua (lt)			
Cemento (kg)			
Agregado Grueso (kg)			
Sumatoria			

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{Vol arena} * (\text{peso específico de la arena g/cm}^3 * 1000) = \text{peso de la arena kg/m}^3$$

### 12. Contenido de Agregado Fino

Formula Volumen de Agregado Fino

$$1\text{m}^3 - \sum \text{Vol Cemento} + \text{Vol Agua} + \text{Vol Aire} + \text{Vol Piedra} = \text{Vol arena}$$

Volumen de Agregado Fino =

Formula Peso de Agregado Fino

Peso Específico de Agregado Fino:

Peso de Agregado Fino en 1 m3:

### 13. Valores de Diseño sin Corregir:

- Cemento:
- Agua:



- Aire:
- Agregado Fino:
- Agregado Grueso:

#### 14. Ajustes por Humedad del Agregado

Formula Ajuste por humedad

- a) **Agregado fino corregido** = Arena (de Paso 11)  $\cdot (1 + \text{Humedad del agregado fino}/100)$
- b) **Agregado grueso corregido** = Piedra (de Paso 9)  $\cdot (1 + \text{Humedad del agregado grueso}/100)$

Agregado Fino Corregido:

Agregado Grueso Corregido:

#### 15. Ajustes por Humedad Superficial del Agregado:

Formula Ajuste por Humedad Superficial del Agregado

- a) **Agua del Agregado Fino** = Arena (del Paso 11)  $\cdot (\text{Humedad}\% - \text{Absorción}\%) / 100$
- b) **Agua del Agregado Grueso** = Piedra (del Paso 9)  $\cdot (\text{Humedad}\% - \text{Absorción}\%) / 100$

Agua del Agregado Fino:

Agua del Agregado Grueso:

Formula Agua Neta

**Agua neta** = Agua de diseño (Paso 4) – (Agua del Agregado Fino + Agua del Agregado Grueso)

Agua Neta:

#### 16. Valores Finales

- Cemento:
- Agua Neta:
- Aire:
- Agregado Fino Húmedo:
- Agregado Grueso Húmedo:

### 3.1.1.12 Tabla de recolección de datos de Resistencia a Compresión



Tabla 50. Tabla de recolección de datos de Ensayos de Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días.

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>					
		<b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>					
		<b>ESCUEA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>					
		Lugar: Laboratorio PYMAC					
TESISTAS:		Carlos Eduardo Contreras Castilla					
		Gonzalo Arroyo Fernandez Baca					
ASESOR:		ING. JORGE ALVAREZ ESPINOZA					
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS</b>							
RESISTENCIA A LOS	RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS	% A LOS 7 DÍAS	RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS	% A LOS 14 DÍAS	RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS	% A LOS 28 DÍAS	ANÁLISIS DE COSTOS
IDEAL	126	60%	168	80%	210	100%	
SUMERIGIDO							
SIN CURAR							
ADITIVO SIKA							
ADITIVO CHEMA							
ASPERSIÓN							
ACEITE DE LINAZA							

Fuente: Elaboración Propia



### 3.1.2 Instrumentos de ingeniería.

Los instrumentos de ingeniería usados fueron los siguientes:

- Tamices (n° 3/4", 1/2", 3/8", 4, 8, 30, 50, 100, 200).
- Tamizadora.
- Horno (°C).
- Balanzas (kg).
- Bomba de vacíos.
- Cono de Abrams.
- Briquetera.
- Mezcladora (p3).
- Máquina de compresión axial (kPa)
- Cámara fotográfica
- Aditivo SIKA
- Aditivo CHEMA
- Aceite de Linaza

### 3.2 Procedimiento de recolección de datos

#### 3.2.1 Cantidad de material fino que pasa por el Tamiz N°200 de Agregado Grueso

Equipos y Materiales:

- Balanza con sensibilidad a 0.1% del peso de la muestra estándar.
- Estufa: de tamaño suficiente y capaz de mantener una temperatura constante y uniforme de  $110 \pm 5$  °C.
- Tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200).
- Recipiente metálico.

Muestra

Mezclamos la muestra de agregado grueso destinada para el presente ensayo, luego redujimos la cantidad de muestra por el método de cuarteo, luego seleccionamos la cantidad de agregado grueso a ensayar en conformidad con el siguiente cuadro:



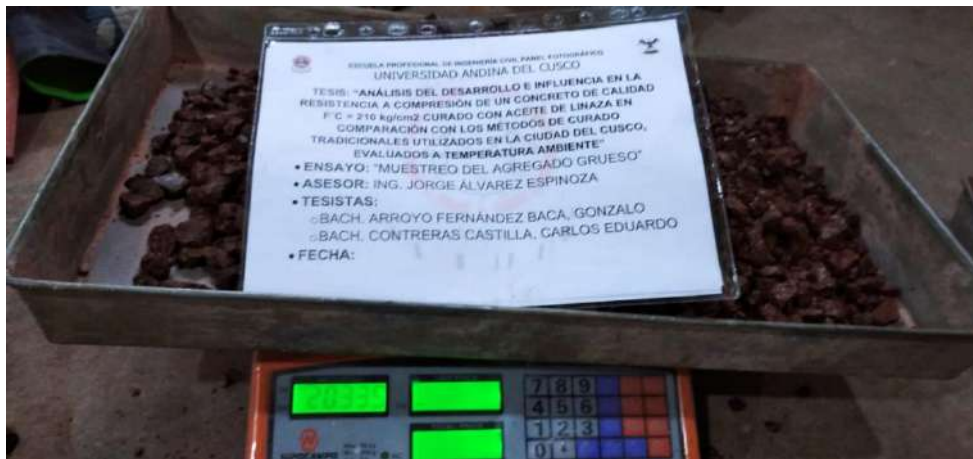
Tabla 51. Cantidad mínima de muestra

Tamaño máximo nominal del agregado <sup>A</sup>	Cantidad mínima, g
4,75 mm (N° 4) o más pequeño	300
Mayor que 4,75 mm (No.4) a 9,5 mm (3/8 pulg)	1 000
Mayor que 9,5 mm (3/8 pulg) a 19 mm (3/4 pulg)	2 500
Mayor a 19 mm (3/4 pulg)	5 000

Fuente: NTP 400.018 pág. 5

Para el presente ensayo seleccionamos una muestra de 2003 gr. debido a que nuestro agregado tiene un tamaño máximo nominal de 1/2". Misma muestra que usamos para el ensayo de granulometría del agregado grueso.

Figura 32. Selección de la muestra del agregado grueso



Fuente: Elaboración Propia

Figura 33. Selección de la muestra tras el cuarteo



Fuente: Elaboración Propia



Procedimiento:

- Secamos la muestra de ensayo Agregado Grueso en la estufa, hasta una temperatura constante para posteriormente pesar la muestra en una balanza con aproximación de 0.1% de la masa de la muestra de ensayo.
- Posteriormente procedimos a verter las muestras a un recipiente medianamente profundo, dichos recipientes con la muestra introducida fueron rellenos con agua hasta su límite superior.
- Una vez que los recipientes con la muestra estén rellenos de agua proseguimos a batir el recipiente con el propósito de separar las partículas más finas y llevarlas a suspensión para posteriormente decantarlas cuidadosamente por el tamiz N° 200. Repetimos el mismo procedimiento hasta eliminar la totalidad de partículas finas y el agua este clara.

Figura 34. Lavado de la muestra de agregado grueso



Fuente: Elaboración Propia


- Finalmente retornamos la totalidad de las muestras sobrantes a recipientes metálicos con el objetivo de secarlas en una estufa a temperatura constante de 110°C y determinar su peso con una aproximación de 0.1% del peso original de la muestra.

Toma de Datos





Tabla 52. Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado del agregado grueso

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC	
TESISISTAS: Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca	04/03/2021
ASESOR: Ing. Jorge Alvarez Espinoza	
<b>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 Um (N° 200) POR LAVADO AGREGADO GRUESO</b>	
B - P. SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL (gr.)	2003
C - P. SECO DE LA MUESTRA LAVADA (gr.)	1976
A - % DE MATERIAL FINO QUE PASA 75 Um	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2 Granulometría de Agregado Grueso

#### Equipos y Materiales

- Balanzas: las balanzas usadas en el ensayo de agregados fino y grueso deben tener las siguientes características:
  - Para agregado grueso, con aproximación a 0,5 g y exactitud a 0,1% del peso de la muestra a ser ensayada.
- Estufa: de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.
- Bandejas metálicas
- Cucharon
- Tamices: tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va ser ensayado.
  - Agregado Grueso  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N°4 y FONDO

#### Muestra

Agregado grueso. La cantidad de muestra de agregado grueso, debe ser de acuerdo a lo establecido en la siguiente tabla:

Tabla 53. Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: NTP 400.012 pág. 5

Criterio el cual fue tomando en cuenta en el ensayo de Cantidad de material fino que pasa por el Tamiz N°200 de Agregado Grueso.

#### Procedimiento

- Secamos la muestra obtenida del ensayo anterior (Cantidad de material fino que pasa por el Tamiz N°200 de Agregado Grueso) a peso constante a una temperatura de  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
- Luego seleccionamos la muestra representativa para someterla a proceso de tamizado, el cual lo hicimos manualmente a una velocidad de cerca de 150 veces por min, girando el tamiz un sexto de una revolución por cada 25 golpes.

Figura 35. Selección de tamices del agregado grueso



Fuente: Elaboración Propia



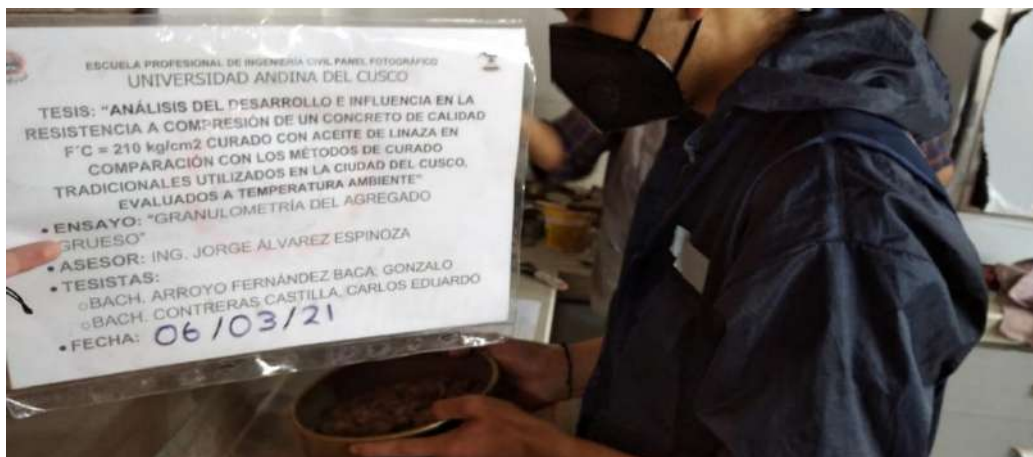
Figura 36. Zarandeo del Agregado grueso por los tamices correspondientes



Fuente: Elaboración Propia

- Finalmente pesamos el peso retenido de cada tamiz.

Figura 37. Selección del agregado grueso tras el pesado de los agregados retenidos en cada tamiz




Fuente: Elaboración Propia



Toma de Datos

Tabla 54. Tabla de recolección de datos de Granulometría del Agregado Grueso

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 						
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC					06/03/2021	
TESISTAS: Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
ASESOR: Ing. Jorge Alvarez Espinoza						
<b>ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO (CANTERA DE VICHO)</b>						
Peso Inicial (gr):		Peso Despues de Lavado (gr):			Peso Perdido por Lavado (gr): 0.00	
MALLA pulg.	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO kg.	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/4"	19.100	0.00				
1/2"	12.700	118.00				
3/8"	9.530	964.00				
N°4	4.750	736.00				
N°8	2.360	124.00				
N°16	1.180	19.40				
N°50	0.300	5.50				
FONDO	0.000	8.60				
TOTAL		1975.50				
<b>MODULO DE FINEZA</b>						

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.3 Contenido de Humedad de Agregado Grueso

Equipos y Materiales:

- Balanza con sensibilidad al 0.5 gr
- Recipiente metálico
- Horno
- ventilado capaz de mantener una temperatura de 110 °C

Muestra

Según la siguiente tabla, trabajamos con 2 kg de agregado grueso de la cantera de Vicho.

Tabla 55. Peso mínimo de la muestra para el ensayo de contenido de humedad de agregado grueso

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (No. 4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (1 1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2 1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3 1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
150,0 (6)	50,0

Fuente: NTP 339.185 pág. 5





Procedimiento:

- Como primer paso pesamos la masa de la muestra húmeda con ayuda de la balanza con precisión de 0.5 gr
- Consiguientemente pusimos la muestra húmeda al horno con una temperatura de 110 °C durante 24 horas
- Pasadas las 24 horas sacamos el recipiente del horno con la muestra seca para posteriormente obtener el peso de la masa seca de la muestra.
- Realizamos este procedimiento con 3 muestras para sacar el promedio.

Toma de Datos

Tabla 56. Tabla de recolección de datos del Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado Grueso

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 			
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC			09/03/2021
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca		
ASESOR:	Ing. Jorge Alvarez Espinoza		
CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO			
P. DEL RECIPIENTE	99.5	106.2	95.8
P. DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	602.7	612.8	587.3
P. DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA	594.1	604	579.3
PESO HUMEDO (W)			
PESO SECO (D)			
CONTENIDO DE HUMEDAD % (P)			
<b>PROMEDIO</b>			

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.4 Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Grueso

Equipos y Materiales

- Balanza con sensibilidad al 0.5 gr
- Recipiente metálico para compactar agregado grueso
- Varilla compactadora
- Bandeja metálica
- Cucharon
- Regla metálica



## Procedimiento

- Como primer paso medimos el diámetro y altura del recipiente metálico con el fin de calcular posteriormente su volumen en  $m^3$ .
- Calculamos el peso del molde vacío en kg,
- Calculamos el peso unitario suelto de Agregado Grueso:
  - Rellenamos con ayuda de una pala el recipiente hasta 2" por encima del límite superior
  - Luengo enrasamos con ayuda de la varilla al límite del recipiente

Figura 38. Enrasado de material al nivel del borde superior del molde, con la ayuda de la varilla.



Fuente: Elaboración Propia

- Finalmente pesamos el recipiente más la muestra sin compactar y anotamos el peso.

Figura 39. Cálculo de Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.



Fuente: Elaboración Propia



- Calculamos el peso unitario compactado de agregado grueso:
  - Rellenamos el recipiente con 3 capas de agregado grueso, cada capa a un tercio de la capacidad del recipiente y compactamos respectivamente cada capa con 25 golpes

Figura 40. Varillado de la segunda capa de agregado grueso para cálculo de peso unitario compactado.



Fuente: Elaboración Propia

- Enrasamos la capa final con la varilla al límite del recipiente
- Finalmente pesamos el recipiente más la muestra compactada y anotamos el peso.

#### Toma de Datos

Tabla 57. Tabla de recolección de datos Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>	
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC	05/03/2021
TESISTAS: Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca	
ASESOR: Ing. Jorge Alvarez Espinoza	
<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</b>	
<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO</b>	
T - PESO DEL RECIPIENTE METALICO (kg)	7.25
G - PESO DEL RECIPIENTE + LA MUESTRA (kg)	11.37
V - VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	0.00305
M - PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m3)	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</b>	
T - PESO DEL RECIPIENTE METALICO (kg)	7.25
G - PESO DEL RECIPIENTE + LA MUESTRA (kg)	12.02
V - VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	0.00305
M - PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m3)	

Fuente: Elaboración Propia





### 3.2.5 Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso

#### Equipos y Materiales

- Balanza precisión 0.5 gr con 5000 gramos de capacidad para sumergido
- Cesta de malla de alambre
- Depósito de agua
- Horno con temperatura de 110°
- Bandeja
- Tamiz N° 4

#### Muestra

Homogenizamos el material y reducimos la muestra por el método de cuarteo, posteriormente descartamos todo aquel material que pasa por el tamiz N° 4, luego lo lavamos para remover las impurezas.

El peso mínimo que seleccionamos estuvo de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 58. Peso mínimo de la muestra para el ensayo de absorción del agregado grueso

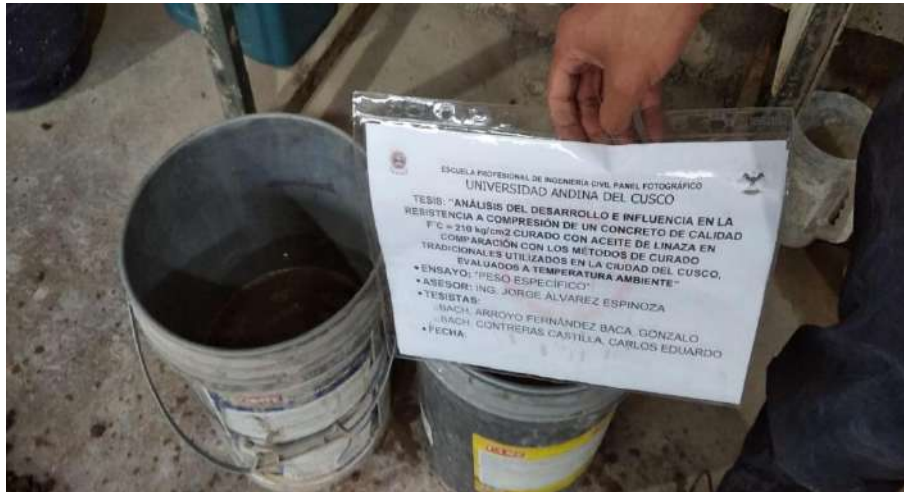
Tamaño máximo nominal mm (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 ½)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 ½)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
112(4 ½)	50 (110)
125 (5)	75 (165)
150 (6)	125 (276)

Fuente: NTP 400.021 pág. 5

#### Procedimiento

- La muestra obtenida para este ensayo la sumergimos 24 hrs en un balde de plástico con agua hasta el limite

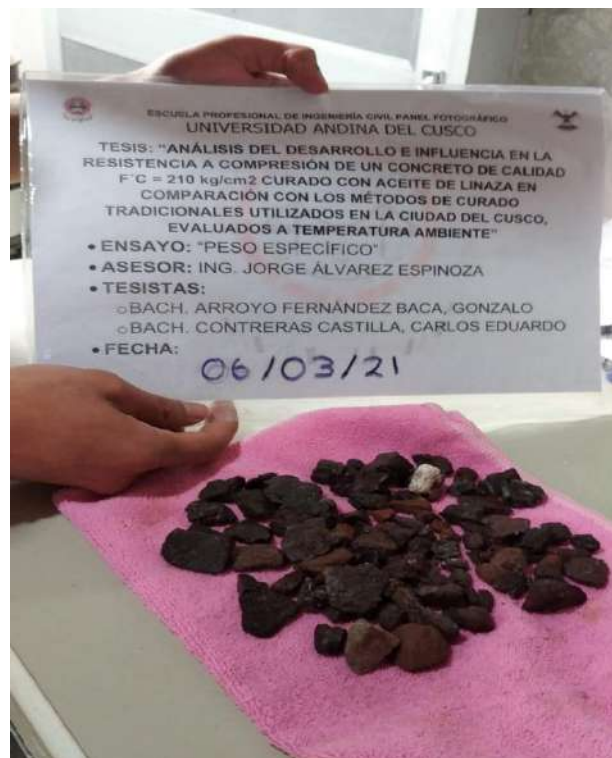
Figura 41. Sumergido de la muestra de agregado grueso para ensayo de absorción



Fuente: Elaboración Propia

- Pasadas las 24 horas extendimos el material sobre una franela y secamos cada partícula superficialmente evitando la pérdida de humedad por evaporación

Figura 42. Eliminación de humedad de la muestra de agregado grueso hasta que se encuentre superficialmente seco.

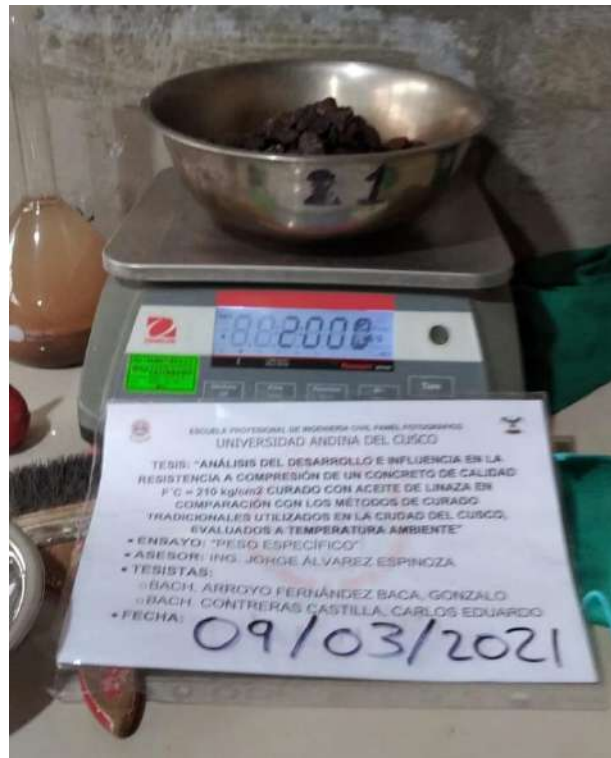


Fuente: Elaboración Propia

- Luego de ello determinamos el peso superficialmente seco



Figura 43. Peso de la muestra del agregado grueso superficialmente seco.



Fuente: Elaboración Propia

- Posteriormente determinamos el peso de la muestra SSS en condición de sumergida y registramos el peso

Figura 44. Determinación del peso de la muestra SSS de agregado sumergida



Fuente: Elaboración Propia



Figura 45. Determinación del peso de la muestra sumergida en la cestilla.



Fuente: Elaboración Propia

- Finalmente secamos el material para obtener su peso seco final

Toma de Datos

Tabla 59. Tabla de recolección de datos Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC				11/03/2021		
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca					
ASESOR:	ING. JORGE ALVAREZ ESPINOZA					
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO						
				RESULTADOS		
Peso específico de la masa (Pem) (gr/cm <sup>3</sup> )				A	1956.85	gr
Peso específico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS) (gr/cm <sup>3</sup> )				B	2000	gr
Peso específico aparente (Pea) (gr/cm <sup>3</sup> )				C	1262	gr
Absorción (Abs) (%)						
<p>A = Peso de la muestra seca en el aire, (gr).</p> <p>B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, (gr).</p> <p>C = Peso en el agua de la muestra saturada, (gr)</p>						

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.6 Cantidad de material fino que pasa por el Tamiz N°200 de agregado fino

Equipos y Materiales:

- Balanza con sensibilidad a 0.1% del peso de la muestra estándar.



- Estufa: de tamaño suficiente y capaz de mantener una temperatura constante y uniforme de  $110 \pm 5$  °C.
- Tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200).
- Recipiente metálico.

Figura 46. materiales para el ensayo de material fino que pase por el tamiz Nro. 200 por lavado



Fuente: Elaboración Propia

## Muestra

Mezclamos la muestra de agregado fino destinada para el presente ensayo, luego redujimos la cantidad de muestra por el método de cuarteo, y extrajimos 1000 gramos de agregado fino proveniente de la cantera de Córdoba. Misma muestra que usamos para el ensayo de granulometría del agregado fino.

Figura 47. Homogenización del agregado fino



Fuente: Elaboración Propia





Figura 48. Selección del agregado por el método de cuarteo



Fuente: Elaboración Propia

#### Procedimiento:

- Secamos la muestra de ensayo Agregado Fino en la estufa, a una temperatura constante para posteriormente pesar la muestra en una balanza con aproximación de 0.1% de la masa de la muestra de ensayo.
- Posteriormente procedimos a verter las muestras a un recipiente medianamente profundo, dichos recipientes con la muestra introducida fueron rellenos con agua hasta su límite superior.
- Una vez que los recipientes con la muestra estén rellenos de agua proseguimos a batir el recipiente con el propósito de separar las partículas más finas y llevarlas a suspensión para posteriormente decantarlas cuidadosamente por el tamiz N° 200. Repetimos el mismo procedimiento hasta eliminar la totalidad de partículas finas y el agua este clara.

Figura 49. Lavado de la muestra de agregado fino y posterior tamizado por la malla Nro. 200.



Fuente: Elaboración Propia



- Finalmente retornamos la totalidad de las muestras sobrantes a recipientes metálicos con el objetivo de secarlas en una estufa a temperatura constante de 110°C y determinar su peso con una aproximación de 0.1% del peso original de la muestra.

#### Toma de Datos

Tabla 60. Tabla de recolección de datos de Cantidad de Material Fino que pasa por el Tamiz N° 200 por lavado del Agregado Fino

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC	
<b>TESISTAS:</b> Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca	04/03/2021
<b>ASESOR:</b> Ing. Jorge Alvarez Espinoza	
<b>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 Um (N° 200) POR LAVADO</b> <b>AGREGADO FINO</b>	
B - P. SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL (gr.)	1103
C - P. SECO DE LA MUESTRA LAVADA (gr.)	1078
A - % DE MATERIAL FINO QUE PASA 75 Um	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.7 Granulometría de agregado fino

#### Equipos y Materiales

- **Balanzas:** las balanzas usadas en el ensayo de agregado fino deben tener las siguientes características:
  - Para agregado fino, con aproximación a 0,1 g y exactitud a 0,1% del peso de la muestra a ser ensayada.
- **Estufa:** de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.
- **Bandejas metálicas**
- **Cucharón**
- **Tamices:** tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va ser ensayado.
  - Agregado Fino: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y FONDO



## Procedimiento

- Secamos la muestra obtenida del ensayo anterior (Cantidad de material fino que pasa por el Tamiz N°200 de Agregado Grueso) a peso constante a una temperatura de  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
- Luego seleccionamos la muestra representativa para someterla a proceso de tamizado, el cual lo hicimos manualmente a una velocidad de cerca de 150 veces por min, girando el tamiz un sexto de una revolución por cada 25 golpes.

Figura 50. Selección de tamices para granulometría del agregado fino



Fuente: Elaboración Propia

Figura 51. Tamizado del agregado Fino



Fuente: Elaboración Propia



- Finalmente pesamos el peso retenido de cada tamiz

Toma de Datos

Tabla 61. Tabla de recolección de datos de Granulometría del Agregado Fino

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>						
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC					04/03/2021	
TESISTAS: Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
ASESOR: Ing. Jorge Alvarez Espinoza						
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO (CANTERA DE CÓRDOBA)						
Peso Inicial (gr): <b>1103</b>		Peso Despues de Lavado (gr):			Peso Perdido por Lavado (gr):	
MALLA pulg.	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO gr	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.510	0.00				
#4	4.760	48.00				
#8	2.380	139.30				
#16	1.190	163.80				
#30	0.595	333.10				
#50	0.297	238.00				
#100	0.159	125.20				
#200	0.074	19.60				
FONDO		11.00				
TOTAL		1078.00				
<b>MODULO DE FINEZA</b>						

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.8 Contenido de humedad de agregado fino

Equipos y Materiales:

- Balanza con sensibilidad al 0.1 gr
- Recipiente metálico
- Horno ventilado capaz de mantener una temperatura de 110 °C

Procedimiento:

- Como primer paso pesamos la masa de la muestra húmeda con ayuda de la balanza con precisión de 0.1 gr
- Consiguientemente pusimos la muestra húmeda al horno con una temperatura de 110 °C durante 24 horas
- Pasadas las 24 horas sacamos el recipiente del horno con la muestra seca para posteriormente obtener el peso de la masa seca de la muestra.
- Realizamos este procedimiento con 3 muestras para sacar el promedio.

Toma de Datos



Tabla 62. Tabla de recolección de datos del Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado Fino

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 			
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC			09/03/2021
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca		
ASESOR:	Ing. Jorge Alvarez Espinoza		
CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO			
P. DEL RECIPIENTE	103.3	94.7	102.4
P. DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	303.1	313.3	318.8
P. DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA	292.6	301.5	306.9
PESO HUMEDO (W)			
PESO SECO (D)			
CONTENIDO DE HUMEDAD % (P)			
<b>PROMEDIO</b>			

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.9 Peso unitario suelto y compactado de agregado fino

#### Equipos y Materiales

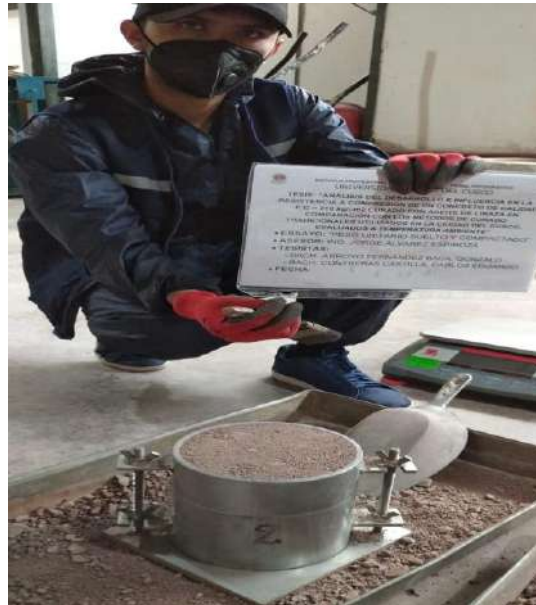
- Balanza con sensibilidad al 0.5 gr
- Recipiente metálico para compactar agregado grueso
- Varilla compactadora
- Bandeja metálica
- Cucharón
- Regla metálica

#### Procedimiento

- Como primer paso medimos el diámetro y altura del recipiente metálico con el fin de calcular posteriormente su volumen en m<sup>3</sup>.
- Calculamos el peso del molde vacío en kg
- Peso unitario suelto de agregado fino:
  - Posteriormente procedimos a rellenar el recipiente hasta el límite superior
  - Finalmente pesamos el recipiente más la muestra sin compactar y anotamos el peso.
- Peso unitario compactado de agregado fino:
  - Posteriormente procedimos a rellenar el recipiente a un tercio de su capacidad en 3 capas, cada capa la compactamos 25 veces con la carilla apisonadora

- Finalmente pesamos el recipiente más la muestra compactada y anotamos el peso.

Figura 52. Ensayo de peso unitario compactado de agregado fino



Fuente: Elaboración Propia

#### Toma de Datos

Tabla 63. Tabla de recolección de datos Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>	
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC	05/03/2021
TESISTAS: Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca	
ASESOR: Ing. Jorge Alvarez Espinoza	
<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO</b>	
<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO</b>	
T - PESO DEL RECIPIENTE METALICO (kg)	7.25
G - PESO DEL RECIPIENTE + LA MUESTRA (kg)	11.793
V - VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	0.00305
M - PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m3)	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO</b>	
T - PESO DEL RECIPIENTE METALICO (kg)	7.25
G - PESO DEL RECIPIENTE + LA MUESTRA (kg)	12.32
V - VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	0.00305
M - PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m3)	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.10 Peso específico y absorción de agregado fino.

#### Equipos y Materiales

- Balanza, con capacidad mínima de 1 000 g o más y sensibilidad de 0,1 g.
- Estufa, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.



- Bomba de Vacíos
- Frasco volumétrico de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad, calibrado hasta 0,1 cm<sup>3</sup> a 20 °C.
- Molde cónico, metálico de 40 ± 3 mm de diámetro interior en su base menor, 90 ± 3 mm de diámetro interior en una base mayor y 75 ± 3 mm de altura.
- Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de 340 ± 15 g y terminada en un extremo en una superficie circular plana para el apisonado, de 25 ± 3 mm de diámetro.
- Bandejas metálicas con superficie plana.
- Cucharon mediano
- Brocha

### Muestra

Muestreamos el agregado de acuerdo con el método de muestreo planteado y mezclamos uniformemente, luego redujimos por cuarteo hasta obtener un espécimen de ensayo de aproximadamente 1 kg.

Colocamos el agregado fino obtenido por cuarteo a un recipiente para secarlo a temperatura constante de 110 ± 5 °C

Posteriormente cubrimos con agua dejando reposar durante 24 horas.

Figura 53. Selección de la muestra para el Ensayo de Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino.



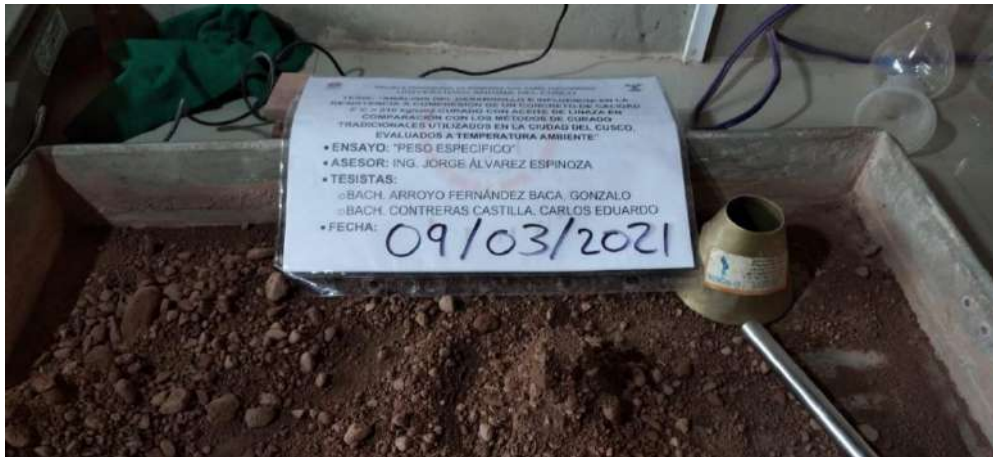
Fuente: Elaboración



## Procedimiento

- Decantamos el agua evitando pérdida de finos y extendemos el agregado sobre una superficie plana expuesta a una corriente de aire tibio y removemos frecuentemente para el secado uniforme, hasta que las partículas del agregado no se adhieran marcadamente entre sí.

Figura 54. Pérdida de humedad de la muestra de agregado fino hasta que se encuentre superficialmente seco.



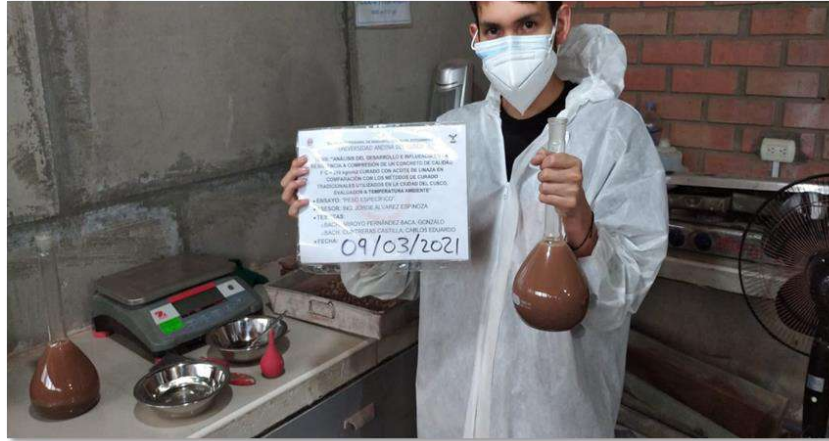
Fuente: Elaboración Propia

- Colocamos en el molde cónico y golpear la superficie suavemente 25 veces con la varilla para apisonado y levantamos luego el molde. Si vemos que existe humedad libre el cono de agregado fino mantendrá su forma. Entonces seguimos secando, revolviendo constantemente y probando hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, lo que indica que el agregado fino alcanzó una condición de superficie seca.
- A continuación, separamos 500 gramos de muestra en condición de superficie seca para luego introducirla al picnómetro de 500 cm<sup>3</sup>.
- Previamente hallamos el peso de picnómetro y el peso del picnómetro más el agua.
- Luego de que introduzcamos la muestra al picnómetro, lo llenamos con agua para luego agitamos y con la ayuda de la bomba de vacíos logramos sacar el contenido de aire en la muestra durante 15 minutos





Figura 55. Colocación de la muestra de agregado fino en el picnómetro



Fuente: Elaboración Propia

Figura 56. Eliminación de las burbujas de aire.



Fuente: Elaboración Propia

- Finalmente decantamos el agua cuidadosamente, vertimos la muestra en una una tara y la pusimos al horno para obtener el peso seco de la muestra.

Figura 57. Muestra de agregado fino para el ensayo de Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino tras la eliminación de burbujas de aire.



Fuente: Elaboración Propia





### 3.2.11 Elaboración de las probetas de concreto

#### Equipos y Materiales

- Mezcladora de concreto de 6 pies<sup>3</sup>.
- Cono de Abrahams.
- Briqueteras de 15\*30 cm.
- Varilla de 5/8”.
- Guantes de jebe.
- Balanza (g).
- Cucharones.
- Cemento.
- Agregado grueso.
- Agregado fino.
- Agua

#### Procedimiento.

- Primeramente, verificamos el estado de los materiales a usar, asegurándonos que estén completos y limpios. Asimismo, contabilizamos lo requerido para evitar percances al momento del vaciado.

Figura 58. Transporte de equipos y materiales para el vaciado de concreto



Fuente: Elaboración propia



Figura 59. Briqueteras a utilizar en el vaciado de probetas del día 16/03/21.



Fuente: Elaboración propia

Figura 60. Verificación del Estado de los equipos y materiales a utilizar para el vaciado.



Fuente: Elaboración propia

- Colocamos los moldes en una superficie plana y firme, lugar donde permanecerán hasta que se desmolden. Seguidamente pasamos a humectar todas las briqueteras con petróleo para facilitar el desmoldado.

Figura 61. Cono de Abrahms y otros materiales a utilizar en el vaciado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 62. Humectado con Petróleo en briqueteras para facilitar el posterior desmolde.



Fuente: Elaboración propia





Figura 63. Humectado con Petróleo en briquetetas



Fuente: Elaboración propia

Figura 64. Humectado con Petróleo en briquetetas.



Fuente: Elaboración propia



- Seguidamente se alistaron las proporciones calculadas en el diseño de mezclas para el cemento, agregados y agua. Dividiendo la cubicación total de 0.28 m<sup>3</sup> en 3 porciones para el vaciado.

Figura 65. Selección de la cantidad de agregado fino, grueso, cemento y agua para el vaciado del día 16/03/21.



Fuente: Elaboración propia

Figura 66. Pesado del agregado fino, grueso, cemento y agua para el posterior vaciado.



Fuente: Elaboración propia

- Una vez calculadas las porciones finales requeridas, procedimos a realizar el mezclado de los componentes del concreto (agua, cemento, agregado grueso, agregado fino)



Figura 67. Pesado del agregado fino, grueso, cemento y agua para el posterior vaciado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 68. Colocación de agua en la mezcladora.



Fuente: Elaboración propia





Figura 69. Colocación del cemento en la mezcladora.



Fuente: Elaboración propia

- Inmediatamente después del vaciado de mezcla, verificamos el slump de la mezcla para comprobar que cumpla con lo establecido en el diseño de mezcla, en nuestro caso el slump seleccionado fue de 4". Procedimiento de verificación que realizamos para cada vaciado.

Figura 70. Realización de la prueba de asentamiento con el cono de Abrahams.



Fuente: Elaboración propia





Figura 71. Determinación del Slump N° 1 (4").



Fuente: Elaboración propia

Figura 72. Varillado en el cono de Abrahams para la verificación del SLUMP



Fuente: Elaboración propia.



Figura 73. Determinación del Slump N° 2 (3.5”).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 74. Determinación del Slump N° 2 (4”).



Fuente: Elaboración propia.





- Luego de la verificación de Slump realizamos el vaciado correspondiente a las briquetetas de concreto con el siguiente procedimiento: Vaciamos el concreto en 3 capas con un mismo volumen, en cada capa se apisonamos con 25 golpes con la varilla de 5/8, después que cada capa varillada, golpeamos de 10 a 15 veces las paredes externas del molde con el martillo de goma, con el propósito acomodar la mezcla y eliminar el aire que pudo quedar atrapado. Todo este proceso lo realizamos en 3 tandas de 18 probetas cada una.

Figura 75. Vaciado de las briquetetas.



Fuente: Elaboración propia.



Figura 76. Varillado de las Briquetas cada 3 capas 25 golpes



Fuente: Elaboración propia.

Figura 77. Elaboración de las Probetas.



Fuente: Elaboración propia.





Figura 78. Golpeado con el combo de los exteriores de las briqueteras.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 79. Colocación del concreto en las briqueteras.



Fuente: Elaboración propia.



- Luego de cada tanda de vaciado, nivelamos y enrazamos la parte superior de las briquetas con ayuda de la varilla de compactación y un badilejo para alisar la superficie.

Figura 80. Enrazado de las 54 probetas de concreto  $F'_{C}=210 \text{ Kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia.

Inmediatamente después del nivelado y el enrasado de la superficie, almacenamos los especímenes por un periodo de 24 horas en un ambiente cerrado para proteger las briquetas del clima y evitar la pérdida o incremento de humedad. Pasadas las 24 horas procedimos a desmoldar las briquetas.

Figura 81. Foto final de las 54 probetas ya enrazadas.



Fuente: Elaboración propia.



### 3.5.12. CURADO DE CONCRETO

Figura 82. Desencofrado de las Probetas de concreto tras 24h de haber realizado el vaciado.



Fuente: Elaboración propia.

Luego del desmoldado procedimos a curar las briquetas por los diversos Métodos de curado y totalmente sumergidas para posteriormente ensayarlas a compresión a los 7, 14 y 28 días.

- Totalmente Sumergido: Almacenamos las 9 probetas totalmente sumergidas en una tina y unos baldes, que se encontraron expuestos a temperatura Ambiente

Figura 83. Selección de las 9 probetas que serán totalmente sumergidas.



Fuente: Elaboración propia.



Figura 84. Probetas totalmente sumergidas.



Fuente: Elaboración propia.

- Curado por Aspersión: Procedimos a curar por aspersión las 9 probetas ni bien fueron desencofradas de los moldes y posterior a ello 7 días en adelante.

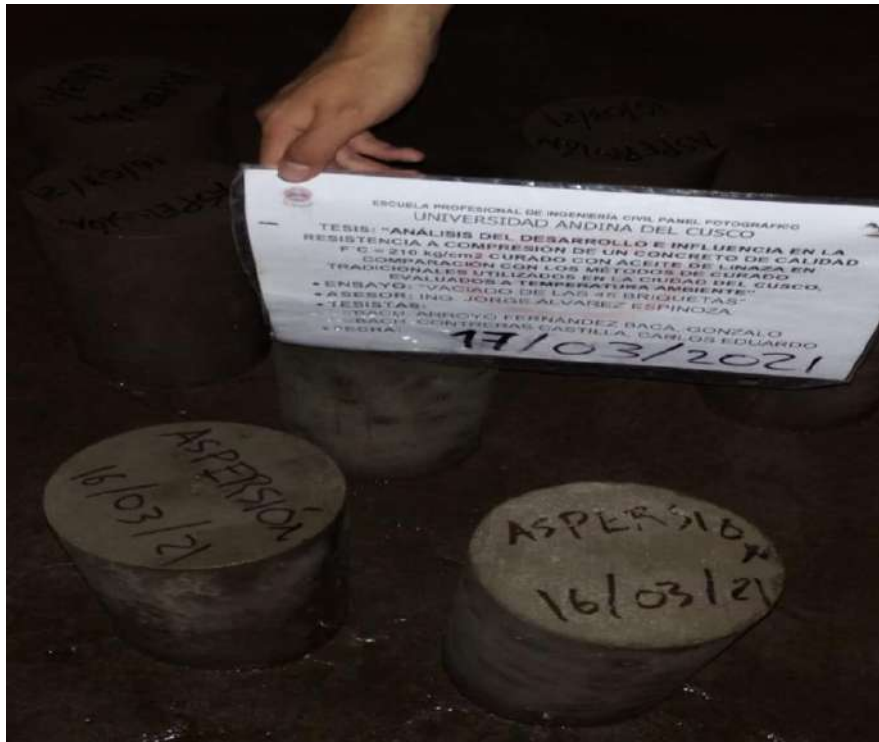
Figura 85. Selección de las 9 probetas que serán curadas por el método de Aspersión.



Fuente: Elaboración propia



Figura 86. Probetas tras haber sido curadas por Aspersión los 7 días después del desencofrado



Fuente: Elaboración propia

- Curado con Aditivo CHEMA: Curamos las 9 probetas con Aditivo CHEMA a una capa siguiendo los pasos que indicaba el manual de uso de este aditivo.

Figura 87. Selección de las 9 probetas que serán curadas con Aditivo CHEMA.



Fuente: Elaboración propia

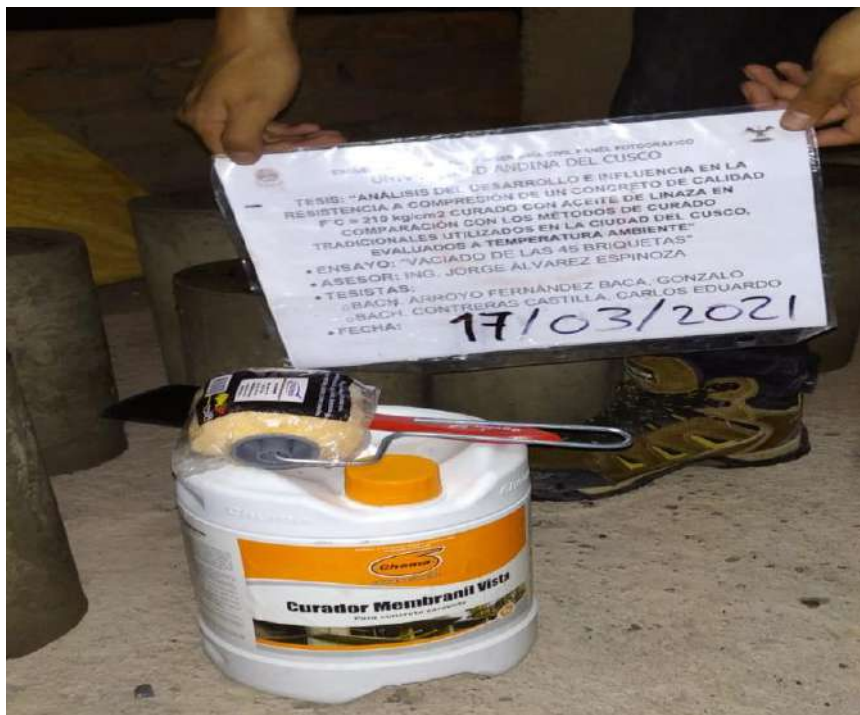


Figura 88. Probetas curadas con Aditivo CHEMA y Aditivo CHEMA.



Fuente: Elaboración propia

Figura 89. Aditivo CHEMA y rodillo.



Fuente: Elaboración propia



Figura 90. Curado de las Probetas con Aditivo CHEMA.



Fuente: Elaboración propia

- Curado con Aditivo SIKA: Curamos las 9 probetas con aditivo SIKA a una capa siguiendo los pasos que indicaba el manual de uso de este aditivo.

Figura 91. Selección de las 9 probetas que serán curadas con Aditivo SIKA.



Fuente: Elaboración propia



Figura 92. Probetas curadas con Aditivo SIKA.



Fuente: Elaboración propia

Figura 93. Aditivo SIKA y Rodillo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 94. Curado de las Probetas con Aditivo SIKA.



Fuente: Elaboración propia

- Sin curar: Expusimos las 9 probetas sin curar fueron a Temperatura ambiente sin emplear ningún método de curado

Figura 95. Selección de las 9 probetas que no se curarán mediante ningún método.



Fuente: Elaboración propia



Figura 96. Probetas sin curar.



Fuente: Elaboración propia

- Curado con Aceite de Linaza: Curamos las 9 probetas de concreto con Aceite de Linaza aplicando a una capa de Aceite de Linaza.

Figura 97. Selección de las 9 probetas que serán curadas con aceite de linaza.



Fuente: Elaboración propia



Figura 98. Probetas que serán curadas con aceite de Linaza y Aceite de Linaza.



Fuente: Elaboración propia

Figura 99. Aceite de Linaza y rodillo.



Fuente: Elaboración propia



Figura 100. Curado de probetas con Aceite de Linaza.



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.13. Ensayo de Resistencia a la Compresión

#### a) Equipos

- Máquina universal de compresión axial.
- Regla (cm).
- Wincha (m).
- Brocha
- Neopreno.
- Briquetas.

#### b) Procedimiento.

Se tomaron como testigos para el ensayo de compresión uniaxial a los especímenes cilíndricos (briquetas) elaborados con concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  totalmente sumergidas, curadas mediante aditivo SIKA, CHEMA, Aceite de Linaza y Aspersión a los 7, 14 y 28 días, dichos especímenes tuvieron dimensiones de (15x30cm).





Figura 101. Probetas a ensayar a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia

Se procedió a medir el diámetro de los especímenes cilíndricos en los extremos del mismo y pesarlos, se tomó dos anotaciones por cada lado, obteniéndose así 2 lecturas del diámetro para posteriormente promediarlas y hallar el área de contacto.

Figura 102. Medición del diámetro de las probetas a ensayar a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia



Figura 103. Medición de la altura de las probetas a ensayar a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia

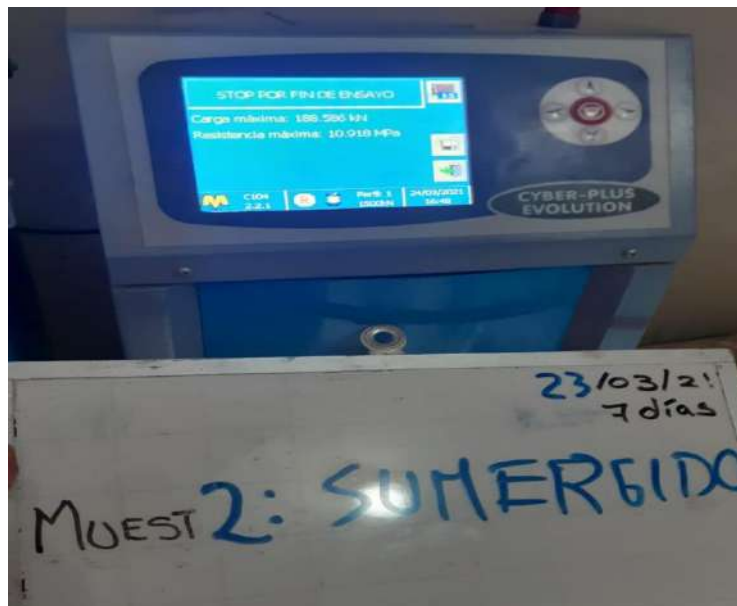
- c) Se colocó los cabezales con neopreno a cada extremo de los especímenes, esto con el fin de uniformizar la carga en las superficies de contacto de la probeta, ya que esta podría presentar irregularidades en su textura que podrían variar los resultados.
- d) Se procedió al montaje de los especímenes en la prensa de compresión del laboratorio (equipo universal), y se realizó el ensayo, que consiste en esforzar los especímenes hasta que se produzca la falla de los mismos según la norma ASTM C-39 a los 7, 14 y 28 días.
  - a. Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días

Figura 104. Rotura de las probetas totalmente sumergidas, sin curar, curadas mediante los métodos tradicionales y curada con aceite de linaza a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia

Figura 105. Resultado obtenido de Resistencia a la compresión a los 7 días de las probetas totalmente sumergidas (Muestra 2).



Fuente: Elaboración propia



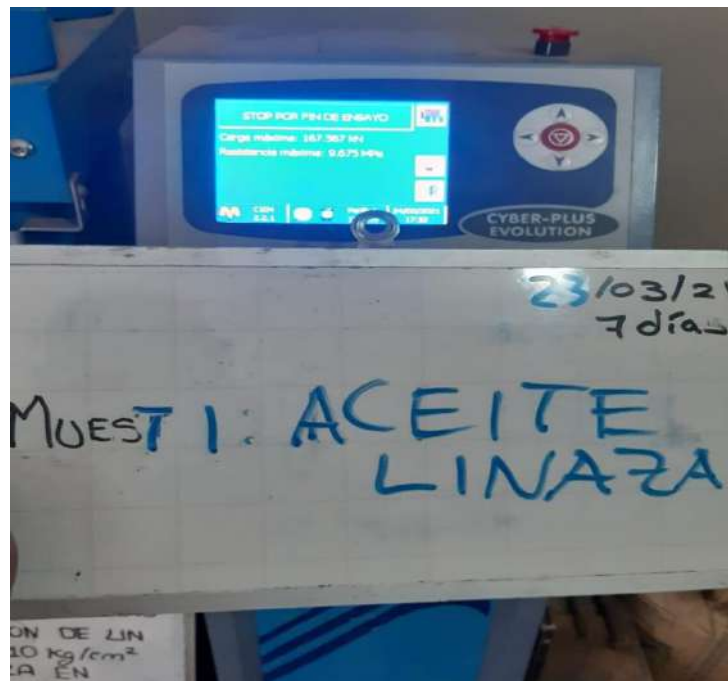


Figura 106. Rotura a los 7 días de las probetas curadas con aceite de linaza.



Fuente: Elaboración propia

Figura 107. Resultado obtenido de Resistencia a la compresión a los 7 días de las probetas curadas con aceite de linaza (Muestra 1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 108. Rotura a los 7 días de las probetas curadas con aceite de linaza (Muestra 1).



Fuente: Elaboración propia

b. Resistencia a la compresión a los 14 días

Figura 109. Rotura a los 14 días de las probetas totalmente sumergidas (Muestra 1)



Fuente: Elaboración propia.



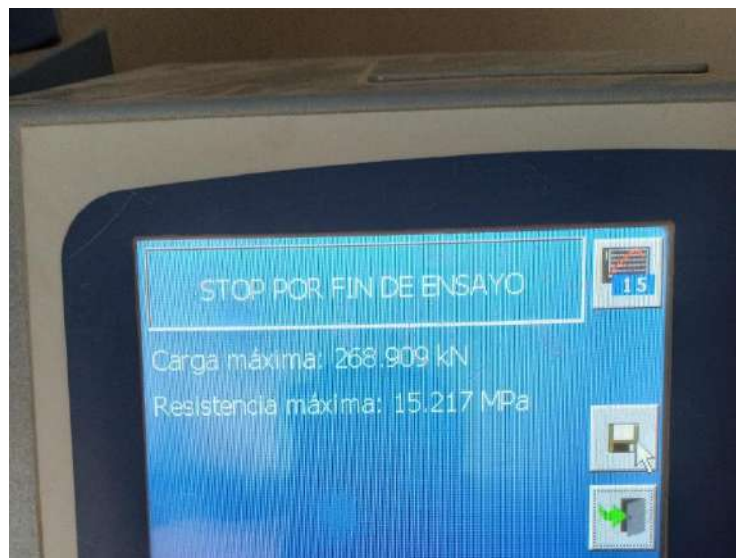
Figura 110. Rotura a los 14 días de las probetas curadas con aceite de linaza (Muestra 1)



Fuente: Elaboración propia.

c. Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días

Figura 111. Rotura a los 28 días de las probetas curadas por el método de aspersion (Muestra 2)



Fuente: Elaboración propia.



Figura 112. Rotura a los 28 días de las probetas curadas con Aditivo CHEMA (Muestra 2)



Fuente: Elaboración propia.

e) Toma de datos

- Resistencia a la Compresión a los 7 días:

Tabla 64. Tabla de recolección de datos de la Resistencia a la Compresión a los 7 días

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
Lugar: Laboratorio PYMAC							
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla	23/03/2021					
	Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
ASESOR:	ING. JORGE ALVAREZ ESPINOZA						
CANTIDAD DE BRIQUETAS A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS							
RESISTENCIA A LOS	RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS	% A LOS 7 DÍAS	RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS	% A LOS 14 DÍAS	RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS	% A LOS 28 DÍAS	ANÁLISIS DE COSTOS
IDEAL	126	60%	168	80%	210	100%	
SUMERIGIDO	124.61	57.66%					
	111.35						
	127.29						
	121.08						
SIN CURAR	73.02	35.40%					
	76.52						
	73.48						
	74.34						
ADITIVO SIKA	94.83	44.57%					
	88.43						
	97.52						
	93.59						
ADITIVO CHEMA	106.88	49.70%					
	105.94						
	100.28						
	104.36						
ASPERSIÓN	94.73	42.83%					
	82.65						
	92.45						
	89.94						
ACEITE DE LINAZA	98.69	44.90%					
	87.21						
	96.95						
	94.28						

Tabla 65. Fuente: Elaboración propia.





- Resistencia a la Compresión a los 14 días

Tabla 66. Tabla de recolección de datos de la Resistencia a la Compresión a los 14 días

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
Lugar: Laboratorio PYMAC							
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla						
ASESOR:	Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
CANTIDAD DE BRIQUETAS A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS							
RESISTENCIA A LOS	RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS (KG/CM2)	% A LOS 7 DÍAS	RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS	% A LOS 14 DÍAS	RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS	% A LOS 28 DÍAS	ANÁLISIS DE COSTOS
IDEAL	126	60%	168	80%	210	100%	
SUMERIGIDO	124.61	57.66%	161.02	78.42%			
	111.35		167.62				
	127.29		165.42				
	<b>121.08</b>		<b>164.69</b>				
SIN CURAR	73.02	35.40%	113.2	54.36%			
	76.52		110.74				
	73.48		118.55				
	<b>74.34</b>		<b>114.16</b>				
ADITIVO SIKA	94.83	44.57%	146.32	70.21%			
	88.43		145.65				
	97.52		150.36				
	<b>93.59</b>		<b>147.44</b>				
ADITIVO CHEMA	106.88	49.70%	157.74	74.84%			
	105.94		159.35				
	100.28		154.39				
	<b>104.36</b>		<b>157.16</b>				
ASPERSIÓN	94.73	42.83%	136.65	65.02%			
	82.65		134.89				
	92.45		138.06				
	<b>89.94</b>		<b>136.53</b>				
ACEITE DE LINAZA	98.69	44.90%	155.21	72.03%			
	87.21		150.32				
	96.95		148.25				
	<b>94.28</b>		<b>151.26</b>				

Fuente: Elaboración propia.

- Resistencia a la Compresión a los 28 días

Tabla 67. Tabla de recolección de datos de la Resistencia a la Compresión a los 28 días

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
Lugar: Laboratorio PYMAC							
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla						
ASESOR:	Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
CANTIDAD DE BRIQUETAS A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS							
RESISTENCIA A LOS	RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS (KG/CM2)	% A LOS 7 DÍAS	RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS	(% A LOS 14 DÍAS)	RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS (KG/CM2)	% A LOS 28 DÍAS	ANÁLISIS DE COSTOS
IDEAL	126	60%	168	80%	210	100%	
SUMERIGIDO	124.61	57.66%	161.02	78.42%	233.60	112.07%	MUY COMPLICADO
	111.35		167.62		233.50		
	127.29		165.42		238.92		
	<b>121.08</b>		<b>164.69</b>		<b>235.34</b>		
SIN CURAR	73.02	35.40%	113.2	54.36%	155.45	75.26%	NO RECOMENDADO
	76.52		110.74		144.26		
	73.48		118.55		174.43		
	<b>74.34</b>		<b>114.16</b>		<b>158.05</b>		
ADITIVO SIKA	94.83	44.57%	146.32	70.21%	203.37	97.71%	S/32.00
	88.43		145.65		209.57		
	97.52		150.36		202.65		
	<b>93.59</b>		<b>147.44</b>		<b>205.20</b>		
ADITIVO CHEMA	106.88	49.70%	157.74	74.84%	232.95	109.10%	S/22.90
	105.94		159.35		231.64		
	100.28		154.39		222.75		
	<b>104.36</b>		<b>157.16</b>		<b>229.11</b>		
ASPERSIÓN	94.73	42.83%	136.65	65.02%	177.42	85.91%	GRATIS
	82.65		134.89		179.73		
	92.45		138.06		184.06		
	<b>89.94</b>		<b>136.53</b>		<b>180.40</b>		
ACEITE DE LINAZA	98.69	44.90%	155.21	72.03%	199.79	99.36%	S/19.00
	87.21		150.32		214.15		
	96.95		148.25		212.01		
	<b>94.28</b>		<b>151.26</b>		<b>208.65</b>		

Fuente: Elaboración propia.



### 3.3 Procedimiento de análisis de datos

#### 3.3.1 Procesamiento de análisis datos del Agregado Grueso

##### 3.3.1.1 Análisis granulométrico de agregado grueso

a) Cálculos

$$\% \text{Retenido parcial} = (\text{Peso retenido} * 100) / (\text{Peso de la muestra})$$

$$\% \text{Retenido acumulado (i)} = \% \text{retenido parcial(j)}$$

$$\% \text{Retenido acumulado (i + 1)}$$

$$= \% \text{retenido acumulado (i)} + \% \text{retenido parcial (i + 1)}$$

$$\% \text{Que pasa} = 100 - \% \text{retenido acumulado (i)}$$

$$\% \text{Que pasa} = 100 - \% \text{retenido acumulado (i + 1)}$$

$$M.F. = \frac{\sum \% \text{acumulados retenidos}}{100}$$

b) Tablas

Tabla 68. Datos procesados del ensayo Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

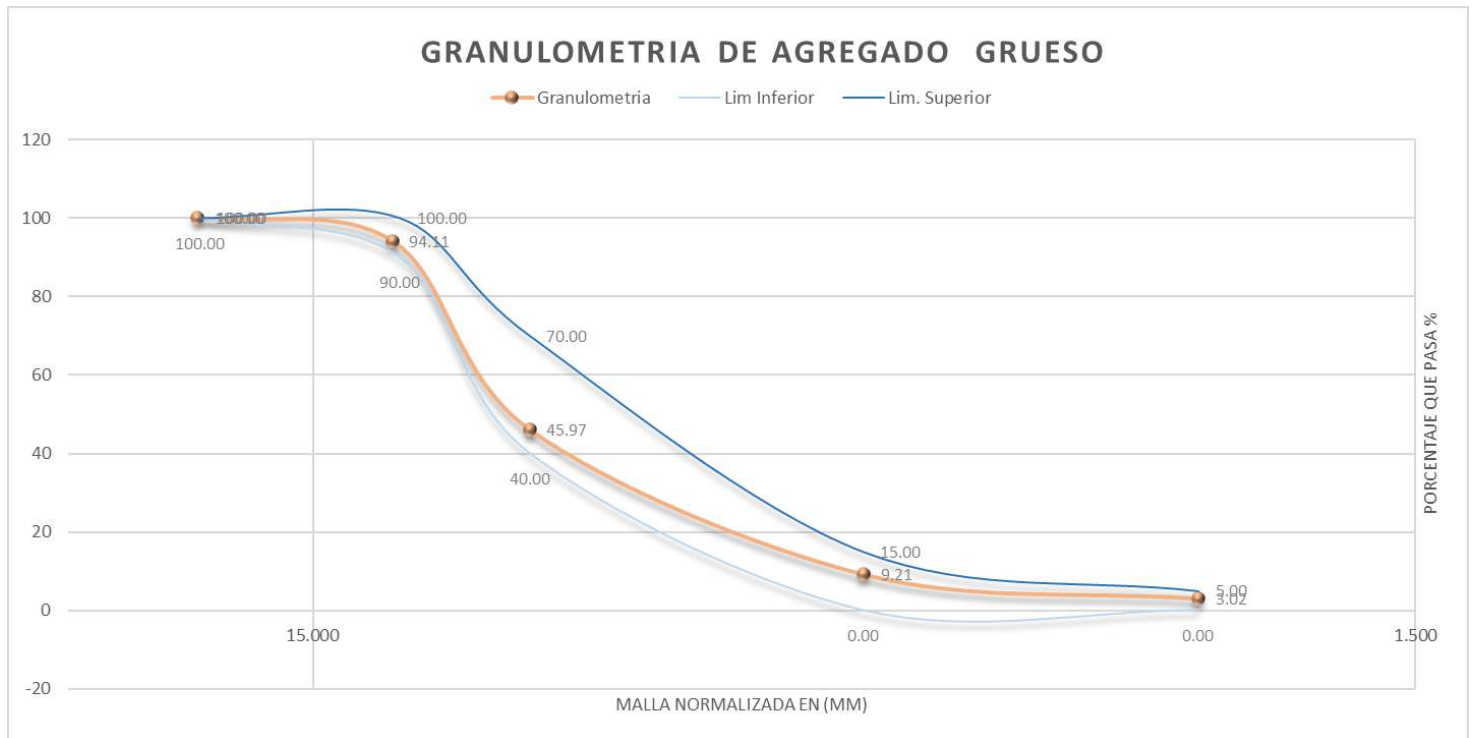
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC					06/03/2021	
TESISTAS: Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
ASESOR: Ing. Jorge Alvarez Espinoza						
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO (CANTERA DE VICHO)						
Peso Inicial (gr): 2003		Peso Despues de Lavado (gr): 1976			Peso Perdido por Lavado (gr): 27.00	
MALLA pulg.	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO kg.	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	118.00	118.00	5.89	5.89	94.11
3/8"	9.530	964.00	964.00	48.14	54.03	45.97
N°4	4.750	736.00	736.00	36.75	90.79	9.21
N°8	2.360	124.00	124.00	6.19	96.98	3.02
N°16	1.180	19.40	19.40	0.97	97.95	2.05
N°50	0.300	5.50	5.50	0.27	98.22	1.78
FONDO	0.000	8.60	35.60	1.78	100.00	0.00
TOTAL		1975.50	2003	100.00		

Fuente: Elaboración propia.





Figura 113. Gráfica de datos procesados del ensayo Análisis Granulométrico del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración propia.

#### a) Análisis de la Prueba

Los resultados obtenidos en el ensayo de granulometría del agregado grueso, se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos que indica la norma. Teniendo como tamaño máximo 3/4" y tamaño máximo nominal 1/2".

### 3.3.1.2 Contenido de humedad de agregado grueso

#### a) Cálculos

Para poder determinar el contenido de humedad del agregado grueso se utilizará los datos obtenidos anteriormente y la siguiente fórmula:

Nomenclatura

$P$  = Contenido total de humedad evaporable de la muestra, %.

$W$  = Masa de la muestra húmeda original, (gr)

$D$  = Masa de la muestra, (gr)

El cálculo del contenido de humedad total evaporable se rige a la siguiente fórmula:



$$P = \frac{(W - D)}{D} * 100$$

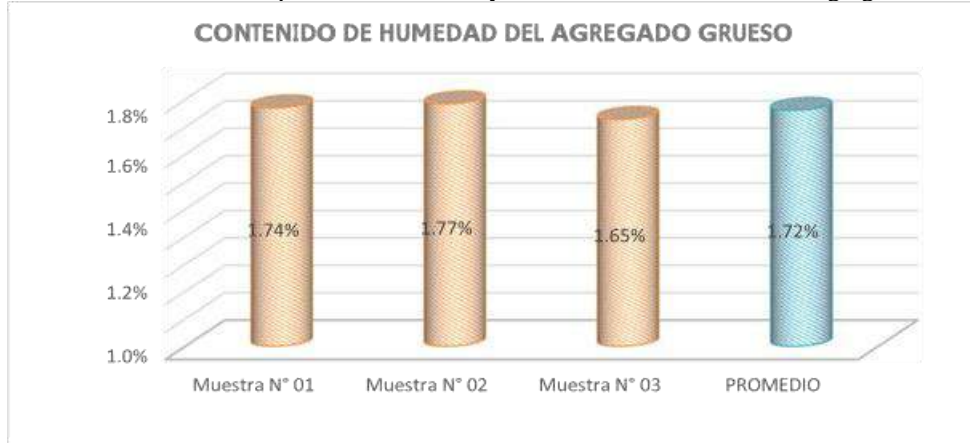
b) Tablas

Tabla 69. Datos procesados del ensayo contenido de Humedad de Agregado Grueso

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>			
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC			09/03/2021
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca		
ASESOR:	Ing. Jorge Alvarez Espinoza		
CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO			
P. DEL RECIPIENTE	99.5	106.2	95.8
P. DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	602.7	612.8	587.3
P. DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA	594.1	604	579.3
PESO HUMEDO (W)	503.2	506.6	491.5
PESO SECO (D)	494.6	497.8	483.5
CONTENIDO DE HUMEDAD % (P)	1.74	1.77	1.65
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.72</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 114. Gráfica de datos procesados del ensayo contenido de Humedad de Agregado Grueso



Fuente: Elaboración propia.

c) Análisis de la Prueba

El contenido de humedad del agregado grueso tiene un promedio de 1.72 %



### 3.3.1.3 Peso unitario suelto y compactado de agregado grueso

#### a) Cálculos

El cálculo del peso unitario corresponde a la siguiente formula:

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

M	=	Peso unitario del agregado en kg/m <sup>3</sup> .
G	=	Peso del recipiente de medida más el agregado en kg.
T	=	Peso del recipiente de medida en kg.
V	=	Volumen del recipiente de medida en m <sup>3</sup> .



El cálculo del porcentaje de vacíos corresponde a la siguiente formula:

$$\% \text{ Vacios} = \frac{(A * W) - B}{A * W}$$

A	=	Peso específico aparente.
B	=	Peso unitario de los agregados en kg/m <sup>3</sup> .
W	=	Densidad del agua, 998 kg/m <sup>3</sup> .

#### b) Tablas

Tabla 70. Datos procesados del ensayo Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Grueso

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC	05/03/2021
<b>TESISTAS:</b> Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca	
<b>ASESOR:</b> Ing. Jorge Alvarez Espinoza	
<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</b>	
<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO</b>	
T - PESO DEL RECIPIENTE METALICO (kg)	7.25
G - PESO DEL RECIPIENTE + LA MUESTRA (kg)	11.37
V - VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m <sup>3</sup> )	0.00305
M - PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m <sup>3</sup> )	1349
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</b>	
T - PESO DEL RECIPIENTE METALICO (kg)	7.25
G - PESO DEL RECIPIENTE + LA MUESTRA (kg)	12.02
V - VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m <sup>3</sup> )	0.00305
M - PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m <sup>3</sup> )	1563

Fuente: Elaboración propia.

Figura 115. Grafica de datos procesados del ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso

Fuente: Elaboración propia.



Figura 116. Grafica de datos procesados del ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración propia.

### c) Análisis de la Prueba

En el ensayo del cálculo de Peso Volumétrico Suelto del Agregado Grueso, se obtuvo el resultado de: 1349.00 Kg/m<sup>3</sup>

En el ensayo del cálculo de Peso Volumétrico Compactado del Agregado Grueso (P.V.C.A.G) se obtuvo el resultado de: 1562.6 Kg/m<sup>3</sup>

### 3.3.1.4 Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso

#### a) Cálculos



Nomenclatura

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

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire,(gr).

C = Peso en el agua de la muestra saturada, (gr)

Peso específico de la masa (Pem)

$$Pem = \frac{A}{(B - C)} * 100$$

Peso específico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{B}{(B - C)} * 100$$

Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{A}{(A - C)} * 100$$

b) Tablas

Tabla 71. Datos procesados del ensayo Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC			11/03/2021				
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
ASESOR:	ING. JORGE ALVAREZ ESPINOZA						
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO							
					<b>RESULTADOS</b>		
Peso específico de la masa (Pem) (gr/cm3)					2.82		
Peso específico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS) (gr/cm3)					2.71		
Peso específico aparente (Pea) (gr/cm3)					2.65		
Absorción (Abs) (%)					2.21%		
					A <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td style="width: 50px;">1956.85</td><td style="width: 20px;">gr</td></tr></table>	1956.85	gr
1956.85	gr						
					B <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td style="width: 50px;">2000</td><td style="width: 20px;">gr</td></tr></table>	2000	gr
2000	gr						
					C <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td style="width: 50px;">1262</td><td style="width: 20px;">gr</td></tr></table>	1262	gr
1262	gr						
<p>A = Peso de la muestra seca en el aire, (gr).                      B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, (gr).                      C = Peso en el agua de la muestra saturada, (gr)</p>							

Fuente: Elaboración propia.



Figura 117. Grafica de datos procesados del ensayo Peso Específico del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración propia.

Figura 118. Grafica de datos de la capacidad de la Capacidad de Absorción del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración propia.

### c) Análisis de la Prueba

- El peso específico del agregado grueso hallado en el ensayo es de 2.71 gr/ cm<sup>3</sup>.
- El peso específico del agregado grueso aparente, hallado en el ensayo es de: 2.65 gr/cm<sup>3</sup>
- El % de absorción, hallado en el ensayo es de 2.21%





### 3.3.2 Procesamiento de análisis datos del Agregado Fino

#### 3.3.2.1 Análisis granulométrico del agregado fino

a) Cálculos

$$\% \text{Retenido parcial} = (\text{Peso retenido} * 100) / (\text{Peso de la muestra})$$

$$\% \text{Retenido acumulado (i)} = \% \text{retenido parcial(j)}$$

$$\% \text{Retenido acumulado (i + 1)}$$

$$= \% \text{retenido acumulado (i)} + \% \text{retenido parcial (i + 1)}$$

$$\% \text{Que pasa} = 100 - \% \text{retenido acumulado (i)}$$

$$\% \text{Que pasa} = 100 - \% \text{retenido acumulado (i + 1)}$$

$$M. F. = 2.94$$

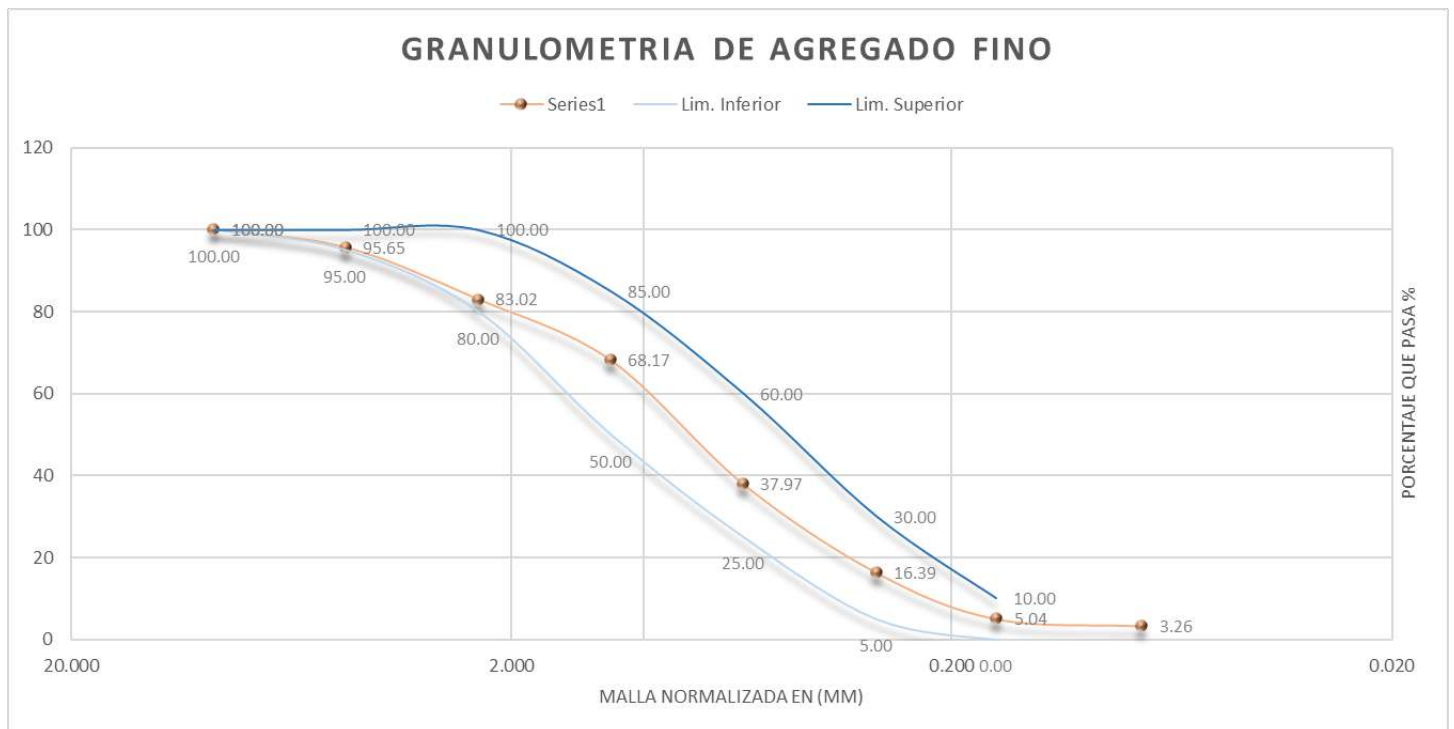
b) Tablas

Tabla 72. Datos procesados del ensayo Análisis Granulométrico del Agregado Fino

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 						
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC					04/03/2021	
TESISTAS: Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
ASESOR: Ing. Jorge Alvarez Espinoza						
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO (CANTERA DE CÓRDOBA)						
Peso Inicial (gr): <b>1103</b>		Peso Despues de Lavado (gr): 1078			Peso Perdido por Lavado (gr): 25.00	
MALLA pulg.	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO gr	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.510	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
#4	4.760	48.00	48.00	4.35	4.35	95.65
#8	2.380	139.30	139.30	12.63	16.98	83.02
#16	1.190	163.80	163.80	14.85	31.83	68.17
#30	0.595	333.10	333.10	30.20	62.03	37.97
#50	0.297	238.00	238.00	21.58	83.61	16.39
#100	0.159	125.20	125.20	11.35	94.96	5.04
#200	0.074	19.60	19.60	1.78	96.74	3.26
FONDO		11.00	36.00	3.26	100.00	0.00
TOTAL		1078.00	1103.00	100.00		
<b>MODULO DE FINEZA</b>					<b>2.94</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 119. Gráfica de datos procesados del ensayo Análisis Granulométrico del Agregado Fino



Fuente: Elaboración propia.

### c) Análisis de la Prueba

En el análisis granulométrico del agregado fino de la cantera de Córdoba se puede observar que el módulo de fineza es de 2.94, valor que se encuentra dentro de los límites establecidos de 2.35 a 3.15 según la NTP 400.037, el cual nos indica que es una arena media y es adecuado para el diseño de mezclas además se encuentra dentro de los límites granulométricos de la Norma Técnica Peruana 400.037

### 3.3.2.2 Contenido de humedad de agregado fino

#### a) Cálculos

Para poder determinar el contenido de humedad del agregado fino se utilizará los datos obtenidos anteriormente y la siguiente fórmula:

Nomenclatura

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra, %.

W = Masa de la muestra húmeda original, (gr)

D = Masa de la muestra, (gr)

El cálculo del contenido de humedad total evaporable se rige a la siguiente formula:

$$P = \frac{(W - D)}{D} * 100$$

b) Tablas

Tabla 73. Datos procesados del ensayo contenido de Humedad de Agregado Fino

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
Lugar: Laboratorio de Ingenieria Civil - UAC			09/03/2021
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca		
ASESOR:	Ing. Jorge Alvarez Espinoza		
CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO			
P. DEL RECIPIENTE	103.3	94.7	102.4
P. DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	303.1	313.3	318.8
P. DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA	292.6	301.5	306.9
PESO HUMEDO (W)	199.8	218.6	216.4
PESO SECO (D)	189.3	206.8	204.5
CONTENIDO DE HUMEDAD % (P)	5.55	5.71	5.82
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.69</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 120. Gráfica de datos procesados del ensayo contenido de Humedad de Agregado Fino



Fuente: Elaboración propia.

c) Análisis de la Prueba

El contenido de humedad del agregado fino de la cantera de Córdova tiene un promedio de 5.69 %.

### 3.3.2.3 Peso unitario suelto y compactado de agregado fino

a) Cálculos



El cálculo del peso unitario corresponde a la siguiente formula:

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

- M = Peso unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup>.  
 G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg.  
 T = Peso del recipiente de medida en kg.  
 V = Volumen del recipiente de medida en m<sup>3</sup>.



El cálculo del porcentaje de vacíos corresponde a la siguiente formula:

$$\% \text{ Vacios} = \frac{(A * W) - B}{A * W}$$

- A = Peso específico aparente.  
 B = Peso unitario de los agregados en kg/m<sup>3</sup>.  
 W = Densidad del agua, 998 kg/m<sup>3</sup>.

b) Tablas

Tabla 74. Datos procesados del ensayo Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Fino

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
Lugar: Laboratorio de Ingeniería Civil - UAC	
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca
ASESOR:	Ing. Jorge Alvarez Espinoza
<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO</b>	
<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO</b>	
T - PESO DEL RECIPIENTE METALICO (kg)	7.25
G - PESO DEL RECIPIENTE + LA MUESTRA (kg)	11.793
V - VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	0.00305
M - PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m3)	1488
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO</b>	
T - PESO DEL RECIPIENTE METALICO (kg)	7.25
G - PESO DEL RECIPIENTE + LA MUESTRA (kg)	12.32
V - VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	0.00305
M - PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m3)	1660

Fuente: Elaboración propia.



Figura 121. Grafica de datos procesados del ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Fino



Fuente: Elaboración propia.

Figura 122. Grafica de datos procesados del ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Fino

Fuente: Elaboración propia.



### c) Análisis de la Prueba

En el ensayo del cálculo de Peso Volumétrico Suelto del Agregado Fino (P.V.S.A.F), se obtuvo el resultado de: 1488 Kg/ m<sup>3</sup>

En el ensayo de cálculo de Peso Volumétrico Compactado del Agregado Fino (P.V.C.A.F), se obtuvo el resultado de: 1660 kg/m<sup>3</sup>

### 3.3.2.4 Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino

#### a) Cálculos

Nomenclatura

A = Masa de la muestra seca al horno, gr.



- B = Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración, gr.
- C = Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración, gr.
- S = Masa de la muestra de saturado superficialmente seca, gr.

Gravedad específica de la masa (GE):

$$GE = \frac{A}{(B + S - C)}$$

Gravedad específica de la masa saturado con superficie seca (GE<sub>ss</sub>):

$$GE_{ss} = \frac{S}{(B + S - C)}$$

Gravedad específica aparente (GE<sub>a</sub>):

$$GE_a = \frac{A}{(B + A - C)}$$

Absorción (Abs %):

$$Abs \% = 100 * \left(\frac{S - A}{A}\right)$$

b) Tablas





Tabla 75. Datos procesados del ensayo Peso Específico y Absorción de Agregado Fino

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
Lugar: Laboratorio de Ingenieria Civil - UAC		11/03/2021
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla Gonzalo Arroyo Fernandez Baca	
ASESOR:		
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADO FINO		
		RESULTADOS
Gravedad especifica de la masa (GE) (gr/cm3)	2.83	A 479.35 gr
Gravedad especifica de la masa saturado con superficie seca (GE <sub>ss</sub> ) (gr/cm3)	2.63	B 1275.5 gr
Gravedad especifica aparente (GE <sub>a</sub> ) (gr/cm3)	2.52	C 1585.4 gr
Absorcion (Abs %)	4.31%	S 500 gr
<p>A = Masa de la muestra seca al horno (gr)                      B = Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr)                      C = Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr)                      S = Masa de la muestra de saturado superficialmente seca (gr)</p>		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 123. Grafica de datos procesados del ensayo Peso Específico del Agregado Fino



Fuente: Elaboración propia.



Figura 124. Grafica de datos de la Capacidad de Absorción del Agregado Fino



Fuente: Elaboración propia.

### c) Análisis de la Prueba

El peso específico del agregado fino (P.E.A.F) hallado en el ensayo es de 2.83 gr/cm<sup>3</sup>

El peso específico del agregado fino saturado superficialmente seco (P.E.A.F.S.S.S), hallado en el ensayo es de: 2.63 gr/cm<sup>3</sup>

El peso específico del agregado fino aparente (P.E.A.F.A) hallado en el ensayo es de: 2.52 gr/cm<sup>3</sup>.

El % de absorción, hallado en el ensayo es de 4.31%

### 3.3.3 Análisis de costos de los métodos de curado

El análisis de costo unitario de cada método de curado comercial es fundamental para poder elaborar el presupuesto que nos ayude a ver que método de curado tiene el mejor costo – rendimiento en base a 1 m<sup>2</sup>. Se tomará como base el libro de Costos y Presupuestos en Edificación de Capeco en el cual se especifica la cuadrilla y rendimiento que la mano de obra debe tener para el curado de columnas en edificaciones, la cuadrilla y rendimiento varía según que elemento estructural que se vaya a curar, para la presente tesis trabajaremos en base a las columnas debido a que este fue el elemento estructural sobre el cual elaboramos nuestro diseño de mezcla.



Tabla 76. Cuadrilla y rendimiento para curado en columnas

	UNID.	REND. DIARIO (8 HRS.)	CUADRILLA					
			Capt.	Op.	Of.	Peón		
4,06	Columnas Curado	m <sup>3</sup>	10,00	0,2	2	2	10	1 mezcladora 1vibrador 1 winche
		m <sup>3</sup>	20,00	0,1	—	—	1	

Fuente: (CAPECO, 2003)

Como referencias de costos por jornal completo de 8 horas/día en operario, oficial y peón nos basamos en las tarifas de personal obrero comprendido en el régimen especial de construcción civil del Gobierno Regional del Cusco.

Tabla 77. Escala de jornal de operario

II. OFICIAL				COSTO	
ORDEN	CONCEPTO	DIAS	CONDICION	DIARIO	MENSUAL
1	Jornal Básico	27		52.89	1,428.03
2	Descanso Semanal Obligatorio	4			211.56
3	Bonificación Unificada de Construcción	27	30% JB	15.87	428.41
4	Bonificación por movilidad	27		4.80	129.60
5	Compensación por tiempo de servicios	27	17% JB	6.35	171.36
6	Gratificaciones por Fiestas Patrias y Navidad	30	2*40 JB	11.75	352.60
7	Bonificación a las gratificaciones	30	9% Gratific.	1.06	31.73
8	Compensación vacacional	27	10% JB	5.29	142.80
9	Asignacion Escolaridad (2 hijos)	27	30 JB*2/DL	9.79	264.33
	<b>TOTAL JORNAL</b>			<b>107.79</b>	<b>3,160.43</b>
	<b>OBLIGACIONES DEL EMPLEADOR</b>				
	ESSALUD 9% (1+2+3+4+9)			6.79	210.64
	SCTR Salud 1.7% (1+2+3+4+9)			1.28	39.79
	SCTR Pensión 0.70 % (1+2+3+4+9)			0.53	16.38
	<b>Total Obligaciones Empleador</b>			<b>8.61</b>	<b>266.81</b>
	<b>COSTO TOTAL</b>			<b>116.40</b>	<b>3,427.24</b>

Fuente: (GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO, 2020)



Tabla 78. Escala de jornal de oficial

I. OPERARIO				COSTO	
ORDEN	CONCEPTO	DIAS	CONDICION	DIARIO	MENSUAL
1	Jornal Básico	27		60.92	1,644.84
2	Descanso Semanal Obligatorio	4			243.68
3	Bonificación Unificada de Construcción (BUC)	27	32% JB	19.49	526.35
4	Bonificación por movilidad	27		4.80	129.60
5	Compensación por tiempo de servicios	27	12% JB	7.31	197.38
6	Gratificaciones por Fiestas Patrias y Navidad	30	2*40 JB	13.54	406.13
7	Bonificación a las gratificaciones	30	9% Gratif.	1.22	36.55
8	Compensación vacacional	27	10% JB	6.09	164.48
9	Asignación Escolaridad (2 hijos)	27	30 JB*2/DL	11.28	304.56
<b>TOTAL JORNAL</b>				<b>124.65</b>	<b>3,653.58</b>
<b>OBLIGACIONES DEL EMPLEADOR</b>					
ESSALUD 9% (1+2+3+4+9)				7.86	243.81
SCTR Salud 1.7% (1+2+3+4+9)				1.49	45.05
SCTR Pensión 0.70 % (1+2+3+4+9)				0.61	18.96
<b>Total Obligaciones Empleador</b>				<b>9.96</b>	<b>308.82</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>3,962.40</b>

Fuente: (GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO, 2020)

Tabla 79. Escala de jornal de peón

III. PEON				COSTO	
ORDEN	CONCEPTO	DIAS	CONDICION	DIARIO	MENSUAL
1	Jornal Básico	27		47.27	1,276.29
2	Descanso Semanal Obligatorio	4			189.08
3	Bonificación Unificada de Construcción	27	30% JB	14.18	382.89
4	Bonificación por movilidad	27		4.80	129.60
5	Compensación por tiempo de servicios	27	12% JB	5.67	153.15
6	Gratificaciones por Fiestas Patrias y Navidad	30	2*40 JB	10.50	315.13
7	Bonificación a las gratificaciones	30	9% grat	0.95	28.36
8	Compensación vacacional	27	10% JB	4.73	127.63
9	Asignación Escolaridad (2 hijos)	27	30 JB*2/DL	8.75	236.25
<b>TOTAL JORNAL</b>				<b>96.85</b>	<b>2,838.39</b>
<b>OBLIGACIONES DEL EMPLEADOR</b>					
ESSALUD 9% (1+2+3+4+9)				6.11	189.49
SCTR Salud 1.7% (1+2+3+4+9)				1.15	35.79
SCTR Pensión 0.70 % (1+2+3+4+9)				0.48	14.74
<b>Total Obligaciones Empleador</b>				<b>7.74</b>	<b>240.03</b>
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>104.59</b>	<b>3,078.41</b>

Fuente: (GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO, 2020)

### 3.3.3.1 Análisis de costo unitario del curador de concreto Sika Cem

Compuesto de curado que al ser pulverizado sobre el concreto fresco se adhiere a la superficie de éste (concreto), formando una película impermeable al agua y al aire, evitando la



evaporación del agua de la mezcla y el secado prematuro del concreto por efectos del sol y/o viento

Proveedor: Promart

Costo: S/43.90

Cantidad: 4L

Rendimiento: 1L rinde 5 m<sup>2</sup>

Rendimiento por m<sup>2</sup>: 0.2 L

Jornada	8	h/d
Rendimiento para columnas	20	m <sup>2</sup>
Desperdicio	5.00%	

Tabla 80. Análisis de costo unitario de curado de concreto con aditivo Sika Cem

CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR SIKA CEM PARA 1M2	UND	CUDRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						47.6188
Operario		0.1	0.04	144.57	5.7828	
Peon		1	0.4	104.59	41.836	
<b>MATERIALES</b>						9.219
Aditivo Curador Sika Cem	<b>m2</b>		0.2	43.9	8.78	
Desperdicio	<b>m2</b>		0.01	43.9	0.439	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						1.428564
Herramientas Manuales 3%	<b>%</b>		0.03		1.428564	
						58.266364

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3.2 Análisis de costo unitario del curador de concreto Chema Membranil

Es un compuesto de curado acrílico líquido tipo membrana para concreto fresco. Forma una película plástica impermeable, flexible y resistente que evita que el agua de mezcla se evapore proporcionando una hidratación adecuada del concreto. Este tratamiento reemplaza al curado tradicional que se realiza durante 7 días con agua.

Proveedor: Sodimac

Costo: S/33.90





Cantidad: 1 gal – 3L

Rendimiento: 1 gal = 3L rinde 15 m<sup>2</sup>

Rendimiento por m<sup>2</sup>: 0.2 L

Jornada	8	h/d
Rendimiento para columnas	20	m <sup>2</sup>
Desperdicio	5.00%	

Tabla 81. Análisis de costo unitario de curado de concreto con aditivo Chema Membranil

CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR CHEMA MEMBRANIL 1M2	UND	CUDRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						47.6188
Operario		0.1	0.04	144.57	5.7828	
Peon		1	0.4	104.59	41.836	
<b>MATERIALES</b>						7.119
Aditivo Curador CHEMA	m <sup>2</sup>		0.2	33.9	6.78	
Desperdicio	m <sup>2</sup>		0.01	33.9	0.339	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						1.428564
Herramientas Manuales 3%	%		0.03		1.428564	
						56.166364

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3.3 Análisis de costo unitario del curador de concreto con Aceite de Linaza

Proveedor: Ferreteria Local

Costo: S/21.90

Cantidad: 1 gal – 5L

Rendimiento: 1L rinde 5m<sup>2</sup>

Rendimiento por m<sup>2</sup>: 0.2 L

Jornada	8	h/d
Rendimiento para columnas	20	m <sup>2</sup>
Desperdicio	5.00%	





Tabla 82. Análisis de costo unitario de curado de concreto con Aceite de Linaza

CURADO DE CONCRETO CON ACEITE DE LINAZA 1M2	UND	CUDRILLA	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						47.6188
Operario		0.1	0.04	144.57	5.7828	
Peon		1	0.4	104.59	41.836	
<b>MATERIALES</b>						4.599
Aceite de Linaza	m2		0.2	21.9	4.38	
Desperdicio	m2		0.01	21.9	0.219	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						1.428564
Herramientas Manuales 3%	%		0.03		1.428564	
						53.646364

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3.4 Presupuesto comparativo de los métodos de curado

Tabla 83. Resumen de presupuesto comparativos de los métodos de curado para 1m2

PRESUPUESTO					
ANALISIS COMPARATIVO DE LOS METODOS DE CURADO SIKA CEM, CHEMA MEMBRANIL Y ACEITE DE LINAZA					
RENDIMIENTO PARA 1M2			FECHA 27/05/2022		
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01	CURADO DE CONCRETO				
01.01	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR SIKA CEM	m2	1	58.27	58.27
01.02	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR CHEMA MEMBRANIL	m2	1	56.17	56.17
01.03	CURADO DE CONCRETO CON ACEITE DE LINAZA	m2	1	53.65	53.65

Fuente: Elaboración propia.



### 3.3.4 Diseño de mezcla para un concreto de calidad de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> por el método del comité 211 del ACI.

#### 1. Datos de resistencia requerida según ACI – 318 - 05:

Resistencia requerida  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 84. Cuadro de Resistencia a Compresión Promedio

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra			
Resistencia especificada a la compresión, Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio requerida a la compresión, Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$	$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$210 < f'c < 350$	$f'cr = f'c + 84$	$21 < f'c < 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 350$	$f'cr = f'c + 98$	$f'c > 35$	$f'cr = 1.1 f'c + 5$

$$F'cr = 210 + 84 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

#### 2. Determinación del Slump

Tabla 85. Cuadro de asentamientos para diversos tipos de estructuras

Tipo De Estructuras	Asentamiento (Pulg)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	1"
Muros, pavimentos y losas	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992)

Tabla 86. Cuadro de clasificación de consistencia

Propiedades del Cemento	
Marca de Cemento	Yura
Tipo de Cemento	Tipo I
F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	210
Peso Especifico (gr/cm <sup>2</sup> )	2.85
Slump	3" - 4"
Contenido de Aire	No

Fuente: (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992)



### 3. Propiedades del Cemento:

Tabla 87. Propiedades del Cemento

CLASIFICACION DE CONSTENCIA			
Consistencia	Asentamiento	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0-2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3-4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida o Húmeda	5 a mas	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Elaboración Propia

### 4. Propiedades del Agua

Tabla 88. Propiedades del Agua

Propiedades del Agua	
Peso Especifico (kg/cm <sup>3</sup> )	1000

Fuente: Elaboración Propia

### 5. Propiedades del Agregado

Tabla 89. Propiedades del Agregado

Descripción	Fino	Grueso
Peso Especifico de la Masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.63	2.71
% de Absorcion	4.31	2.21
Contenido de Humedad (%)	5.69	1.72
Módulo de Fineza	2.94	---
Tamaño Maximo Nominal (Pulg)	---	1/2"
Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	---	1563
Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1488	1349

Fuente: Elaboración Propia

### 6. Cálculo del Volumen de Agua

Slump: 3" a 4" / Tamaño Máximo Nominal: 1/2"

Tabla 90. Volumen Unitario del Agua

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA									
Asentamiento	Agua en 1/m <sup>3</sup> para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados.								
1"=25mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	
<b>Concreto sin aire incorporado</b>									
1 a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	
3 a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	
6 a 7"	243	228	216	202	190	178	160		

Fuente: (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992)



Litros de Agua: 216 lts

### 7. Contenido de Aire Total:

Tamaño Máximo Nominal: 1/2"

Tabla 91. Volumen Unitario del Agua

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO		
Tamaño máximo nominal del agregado (pulg)	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Aire atrapado
3/8"	9.5	3.00%
1/2"	12.5	2.50%
3/4"	19	2.00%
1"	25	1.50%
1 1/2"	37.5	1.00%
2"	50	0.50%
3"	75	0.30%
6"	150	0.20%

Fuente: (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992)

Aire Atrapado: 2.5 %

### 8. Selección de relación Agua/Cemento

F'cr (28 días) = 294 Kg/cm<sup>2</sup>

Tabla 92.  
Relación  
Cemento

$$\text{Contenido de cemento en } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{Agua de mezclado ( kg/m}^3\text{)}}{\text{relacion } \frac{a}{c} \text{ para fcr}}$$

Agua  
por

Resistencia

RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		
f'cr (28 días) kg/cm <sup>2</sup>	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
420	0.41	
450	0.38	

Fuente: (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992)

Interpolando Resultados



280 kg/cm<sup>2</sup> – 0.57

294 kg/cm<sup>2</sup> – x

300 kg/cm<sup>2</sup> – 0.55

$$Cantidad\ de\ A.\ grueso\ en\ kg = \left[ \frac{Volumen\ de\ agregado}{grueso\ de\ la\ tabla} \right] * \left[ \begin{array}{l} \text{Peso unitario seco y} \\ \text{compactado del} \\ \text{agregado grueso en } kg/m^3 \end{array} \right]$$

Relación Agua Cemento F'c 294 kg/cm<sup>2</sup>: 0.556

## 9. Cálculo de Contenido de Cemento

Formula de Contenido de Cemento

Agua de mezclado: 216 kg/m<sup>3</sup>

Relación Agua/Cemento: 0.556

Contenido de Cemento: 388.49 kg

Peso por bolsa de cemento: 42.5 kg

Nº de bolsas por 1 m<sup>3</sup>: 9.14 bls.

## 10. Contenido del Agregado Grueso

Tamaño Máximo Nominal: 1/2"

Módulo de Fineza: 2.94

Tabla 93. Peso del Agregado por Unidad de Volumen del Concreto

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO						
Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (pulg)	Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino				
		2.40	2.60	2.80		3.00
3/8"	9.5	0.5	0.48	0.46		0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.55	2.94	0.53
3/4"	19	0.66	0.64	0.62		0.6
1"	25	0.71	0.69	0.67		0.65
1 1/2"	37.5	0.76	0.74	0.72		0.7
2"	50	0.78	0.76	0.74		0.72
3"	75	0.81	0.79	0.77		0.75
6"	150	0.87	0.85	0.83		0.81

Fuente: (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992)



Factor Volumen de agregado grueso, seco y compactado: 0.536

Formula de Cantidad de Agregado Grueso en kg

Peso Unitario Seco Compactado de Agregado Grueso: 1563

Factor Volumen de agregado grueso, seco y compactado: 0.536

Cantidad de Agregado Grueso: 837.768kg

### 11. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

Tabla 94. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

	PESO CALCULADO (kg)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	VOLUMEN ABSOLUTO
Aire (%)	2.5	100	0.03
Agua (lt)	216	999.7	0.22
Cemento (kg)	388.49	2850	0.14
Agregado Grueso (kg)	837.768	2710	0.31
		Sumatoria	0.69

Fuente: Elaboración Propia

### 12. Contenido de Agregado Fino

Formula de Volumen de Agregado Fino

Volumen de Agregado Fino =  $1\text{m}^3 - 0.69\text{ m}^3 = 0.31\text{ m}^3$

Formula de Peso de Agregado Fino

$\text{Vol arena}^* (\text{peso específico de la arena } \text{g/cm}^3 * 1000) = \text{peso de la arena } \text{kg/m}^3$

Peso Específico de Agregado Fino: 2.63

Peso de Agregado Fino en 1 m<sup>3</sup>: 815.3 kg

### 13. Valores de Diseño sin Corregir

- Cemento: 388.49 kg
- Agua: 216 kg
- Aire: 0.025
- Agregado Fino: 815.3 kg
- Agregado Grueso: 837.768 kg





#### 14. Ajustes por Humedad del Agregado

Formula de Ajuste por humedad

- a) **Agregado fino corregido** = Arena (de Paso 11) \*(1+Humedad del agregado fino/100)  
 b) **Agregado grueso corregido**= Piedra (de Paso 9) \*(1+Humedad del agregado grueso/100)

Agregado Fino Corregido: 861.691 kg

Agregado Grueso Corregido: 852.178 kg

#### 15. Ajustes por Humedad Superficial del Agregado:

Formula de Ajuste por Humedad Superficial del Agregado

- a) **Agua del Agregado Fino** = Arena (del Paso 11) \*( Humedad%- Absorción%) /100  
 b) **Agua del Agregado Grueso** = Piedra(del Paso 9) \*( Humedad%- Absorción%) /100

Agua del Agregado Fino: 11.251 lts

Agua del Agregado Grueso: -4.105 lts

Formula de Agua Neta

$$1m^3 - \sum \text{Vol Cemento} + \text{Vol Agua} + \text{Vol Aire} + \text{Vol Piedra} = \text{Vol arena}$$

**Agua neta**= Agua de diseño (Paso 4) – (Agua delAgregado Fino + Agua del Agregado Grueso)

Agua Neta: 208.854 lts

#### 16. Valores Finales

- Cemento: 388.49 kg
- Agua Neta: 208.854 lts
- Aire: 0.025
- Agregado Fino Húmedo: 861.691 kg
- Agregado Grueso Húmedo: 852.178 kg

#### 17. Dosificación en peso para 1m3

Tabla 95. Dosificaciones por volumen

DOSIFICACION PARA 1 m3				
CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA (lt)	
388.49	861.69057	852.1776096	208.8539232	2311.212103
0.17	0.37	0.37	0.09	1.00
DOSIFICACION PARA 0.2863 m3 (54 Briquetas)				
CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA (lt)	
111.2162568	246.6833115	243.9599574	59.79034608	661.6498717
0.168	0.373	0.369	0.090	1.000

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 96. *Tabla de datos de la Proporción en Volumen por tandas de una bolsa de Cemento.*

<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN POR TANDAS DE UNA BOLSA DE CEMENTO</b>			
<b>CEMENTO</b>	<b>AGR. FINO</b>	<b>AGR. GRUESO</b>	<b>AGUA (LT)</b>
1 BOLSA (m3)	0.063	0.042	23.733

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 97. *Tabla de datos de la Proporción en Volumen por tandas de un Metro Cúbico de Concreto.*

<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN POR TANDAS DE UN METRO CÚBICO DE CONCRETO</b>			
<b>CEMENTO</b>	<b>AGR. FINO</b>	<b>AGR. GRUESO</b>	<b>AGUA (LT)</b>
8.8 BOLSA (m3)	0.566	0.37	208.85

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.5 Resistencia a la compresión (MTC E 704 - 2000)

Esta norma basada en las normas ASTM C 39 y AASHTO T 22, da los lineamientos para la ejecución del ensayo, de la cual se recopila los siguientes ítems:

- a) MUESTRAS Las muestras no deben ensayarse si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro en más del 2% (Nota 5).
  - Nota 5. Esto puede ocurrir cuando uno de los moldes sea dañado o deformado durante su transporte, cuando se usen moldes flexibles y estos se deformen durante el moldeo, o cuando una muestra perforada se deflece o distorsione durante el proceso de perforación.
  - Ninguna de las muestras ensayadas a compresión debe separarse de la perpendicularidad del eje en más de 0.51 (equivalentes a 3 mm en 300 mm aproximadamente). El extremo de una muestra que no sea plana debe ser refrentado (capping) de acuerdo con lo indicado por la norma MTC E703. El diámetro usado para calcular el área de la sección transversal de la muestra debe determinarse con



una precisión de 0.25 mm (0.01") promediando los dos diámetros medidos en ángulo recto uno con respecto al otro y en la mitad del espécimen.

- El número individual de testigos medidos para la determinación del diámetro promedio puede reducirse a uno por cada diez especímenes o tres especímenes por día, lo que sea mayor, si se sabe que todos los testigos han sido hechos con un único lote de moldes reutilizables que consistentemente producen especímenes de diámetro promedio en una variación de 0.51 mm (0.02"). Cuando el diámetro promedio no cae dentro de la variación de 0.51 mm o cuando los cilindros no están hechos con un único lote de moldes, cada uno ensayado debe medirse y el valor encontrado ser usado en los cálculos de la resistencia a la compresión de cada muestra.
- La longitud debe medirse con una aproximación de 0.05 D, siendo D el diámetro del espécimen

b) Cálculos y Resultados

Calcúlese la resistencia a la compresión, dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo, por el promedio del área de la sección transversal determinada en la forma descrita en el numeral 4.3 (ítem 4), y expresando el resultado con una aproximación de 70 kPa (10 Psi) [0.7 kgf/cm<sup>2</sup>]. Si la relación entre la longitud del espécimen y el diámetro es menor de 1.8, corríjase el resultado obtenido en el numeral 6.1 multiplicando por el factor apropiado de los que se indican a continuación:

Tabla 98. Tabla de datos del Factor de Corrección de la Relación longitud/diámetro para el Ensayo de Resistencia a la Compresión.

H/D	Factor de corrección.
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

Fuente: (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992)



Tabla 99. Tabla del Factor de Corrección de la Relación longitud/diámetro para el Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
		Lugar: Laboratorio PYMAC						
TESISTAS:		Carlos Eduardo Contreras Castilla						
ASESOR:		Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
<b>CUADRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS</b>								
Método de curado	Briqueta	CARGA (KG)	Dp (cm)	Hp (cm)	F (Hp/Dp)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia última	
SUMERGIDO	Muestra 1	22020.40	15.0	30.1	2.01	176.71	<b>124.61</b>	
	Muestra 2	19233.68	14.8	30	2.02	172.73	<b>111.35</b>	
	Muestra 3	21987.02	14.8	30	2.02	172.73	<b>127.29</b>	
SIN CURAR	Muestra 1	12527.97	14.8	30	2.03	171.57	<b>73.02</b>	
	Muestra 2	13396.29	14.9	30	2.01	175.07	<b>76.52</b>	
	Muestra 3	12726.59	14.9	30.5	2.05	173.20	<b>73.48</b>	
ADITIVO SIKA	Muestra 1	16269.89	14.8	30	2.03	171.57	<b>94.83</b>	
	Muestra 2	15481.36	14.9	30	2.01	175.07	<b>88.43</b>	
	Muestra 3	16890.27	14.9	30.5	2.05	173.20	<b>97.52</b>	
ADITIVO CHEMA	Muestra 1	18089.99	14.7	30	2.04	169.26	<b>106.88</b>	
	Muestra 2	18299.20	14.8	30	2.02	172.73	<b>105.94</b>	
	Muestra 3	17368.29	14.9	30.35	2.04	173.20	<b>100.28</b>	
ASPERSIÓN	Muestra 1	16407.04	14.9	30.05	2.02	173.20	<b>94.73</b>	
	Muestra 2	14276.28	14.8	29.95	2.02	172.73	<b>82.65</b>	
	Muestra 3	15969.05	14.8	29.9	2.02	172.73	<b>92.45</b>	
ACEITE DE LINAZA	Muestra 1	17092.91	14.9	30.35	2.04	173.20	<b>98.69</b>	
	Muestra 2	14861.47	14.7	30.4	2.06	170.41	<b>87.21</b>	
	Muestra 3	16859.46	14.88	30.25	2.03	173.90	<b>96.95</b>	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 100. Tabla del Factor de Corrección de la Relación longitud/diámetro para el Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
		ESCUEA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
		Lugar: Laboratorio PYMAC						
TESISTAS:		Carlos Eduardo Contreras Castilla						
ASESOR:		Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
CUADRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS								
Método de curado	Briqueta	CARGA (KG)	Dp (cm)	Hp (cm)	F (Hp/Dp)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia última	
SUMERGIDO	Muestra 1	28454.58	15.0	30.5	2.03	176.71	<b>161.02</b>	
	Muestra 2	28953.30	14.8	29.95	2.02	172.73	<b>167.62</b>	
	Muestra 3	28573.29	14.8	30	2.02	172.73	<b>165.42</b>	
SIN CURAR	Muestra 1	19606.01	14.9	30.5	2.05	173.20	<b>113.2</b>	
	Muestra 2	19387.15	14.9	30	2.01	175.07	<b>110.74</b>	
	Muestra 3	20532.62	14.9	30	2.02	173.20	<b>118.55</b>	
ADITIVO SIKA	Muestra 1	25849.80	15.0	29.95	2.00	176.67	<b>146.32</b>	
	Muestra 2	25056.70	14.8	29.95	2.02	172.03	<b>145.65</b>	
	Muestra 3	26042.05	14.9	30.5	2.05	173.20	<b>150.36</b>	
ADITIVO CHEMA	Muestra 1	27874.96	15.0	30.1	2.01	176.71	<b>157.74</b>	
	Muestra 2	27154.85	14.7	29.95	2.03	170.41	<b>159.35</b>	
	Muestra 3	26739.17	14.9	30	2.02	173.20	<b>154.39</b>	
ASPERSIÓN	Muestra 1	24148.05	15.0	30.5	2.03	176.71	<b>136.65</b>	
	Muestra 2	23362.67	14.9	30.5	2.05	173.20	<b>134.89</b>	
	Muestra 3	23911.71	14.9	30.5	2.05	173.20	<b>138.06</b>	
ACEITE DE LINAZA	Muestra 1	27421.08	15.0	30.05	2.00	176.67	<b>155.21</b>	
	Muestra 2	26140.42	14.9	30.25	2.03	173.90	<b>150.32</b>	
	Muestra 3	25780.45	14.9	30.25	2.03	173.90	<b>148.25</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 101. Tabla del Factor de Corrección de la Relación longitud/diámetro para el Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
		ESCUEA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
		Lugar: Laboratorio PYMAC						
TESISTAS:		Carlos Eduardo Contreras Castilla						
ASESOR:		Gonzalo Arroyo Fernandez Baca						
CUADRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS								
Método de curado	Briqueta	CARGA (KG)	Dp (cm)	Hp (cm)	F (Hp/Dp)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia última	
SUMERGIDO	Muestra 1	41280.53	15.0	29.95	2.00	176.71	<b>233.6</b>	
	Muestra 2	41262.86	15.0	29.95	2.00	176.71	<b>233.5</b>	
	Muestra 3	42220.65	15.0	30.5	2.03	176.71	<b>238.92</b>	
SIN CURAR	Muestra 1	26742.63	14.8	30.5	2.06	172.03	<b>155.45</b>	
	Muestra 2	25255.47	14.9	30.1	2.02	175.07	<b>144.26</b>	
	Muestra 3	30210.92	14.9	30	2.02	173.20	<b>174.43</b>	
ADITIVO SIKA	Muestra 1	35938.45	15.0	29.95	2.00	176.71	<b>203.37</b>	
	Muestra 2	36053.08	14.8	30	2.03	172.03	<b>209.57</b>	
	Muestra 3	35811.21	15.0	30.5	2.03	176.71	<b>202.65</b>	
ADITIVO CHEMA	Muestra 1	41165.66	15.0	30.1	2.01	176.71	<b>232.95</b>	
	Muestra 2	40390.20	14.9	29.95	2.01	174.37	<b>231.64</b>	
	Muestra 3	39363.17	15.0	29.9	1.99	176.71	<b>222.75</b>	
ASPERSIÓN	Muestra 1	31352.70	15.0	30	2.00	176.71	<b>177.42</b>	
	Muestra 2	31128.87	14.9	30.1	2.03	173.20	<b>179.73</b>	
	Muestra 3	32526.09	15.0	30.5	2.03	176.71	<b>184.06</b>	
ACEITE DE LINAZA	Muestra 1	35297.07	15.0	29.95	2.00	176.67	<b>199.79</b>	
	Muestra 2	37240.36	14.9	30.25	2.03	173.90	<b>214.15</b>	
	Muestra 3	36967.39	14.9	29.95	2.01	174.37	<b>212.01</b>	

Fuente: Elaboración Propia



c) Tablas

Tabla 102. Tabla de datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
ESCUEA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
Lugar: Laboratorio PYMAC						
TESISTAS:	Carlos Eduardo Contreras Castilla					
ASESOR:	Gonzalo Arroyo Fernandez Baca					
CANTIDAD DE BRIQUETAS A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS						
RESISTENCIA A LOS	RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS (KG/CM2)	% A LOS 7 DÍAS	RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS (N)	% A LOS 14 DÍAS	RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS (N)	% A LOS 28 DÍAS
<b>IDEAL</b>	<b>126</b>	<b>60%</b>	<b>168</b>	<b>80%</b>	<b>210</b>	<b>100%</b>
<b>SUMERIGIDO</b>	124.61	57.66%	161.02	78.42%	233.60	112.07%
	111.35		167.62		233.50	
	127.29		165.42		238.92	
	<b>121.08</b>		<b>164.69</b>		<b>235.34</b>	
<b>SIN CURAR</b>	73.02	35.40%	113.2	54.36%	155.45	75.26%
	76.52		110.74		144.26	
	73.48		118.55		174.43	
	<b>74.34</b>		<b>114.16</b>		<b>158.05</b>	
<b>ADITIVO SIKA</b>	94.83	44.57%	146.32	70.21%	203.37	97.71%
	88.43		145.65		209.57	
	97.52		150.36		202.65	
	<b>93.59</b>		<b>147.44</b>		<b>205.20</b>	
<b>ADITIVO CHEMA</b>	106.88	49.70%	157.74	74.84%	232.95	109.10%
	105.94		159.35		231.64	
	100.28		154.39		222.75	
	<b>104.36</b>		<b>157.16</b>		<b>229.11</b>	
<b>ASPERSIÓN</b>	94.73	42.83%	136.65	65.02%	177.42	85.91%
	82.65		134.89		179.73	
	92.45		138.06		184.06	
	<b>89.94</b>		<b>136.53</b>		<b>180.40</b>	
<b>ACEITE DE LINAZA</b>	98.69	44.90%	155.21	72.03%	199.79	99.36%
	87.21		150.32		214.15	
	96.95		148.25		212.01	
	<b>94.28</b>		<b>151.26</b>		<b>208.65</b>	

Fuente: (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992)



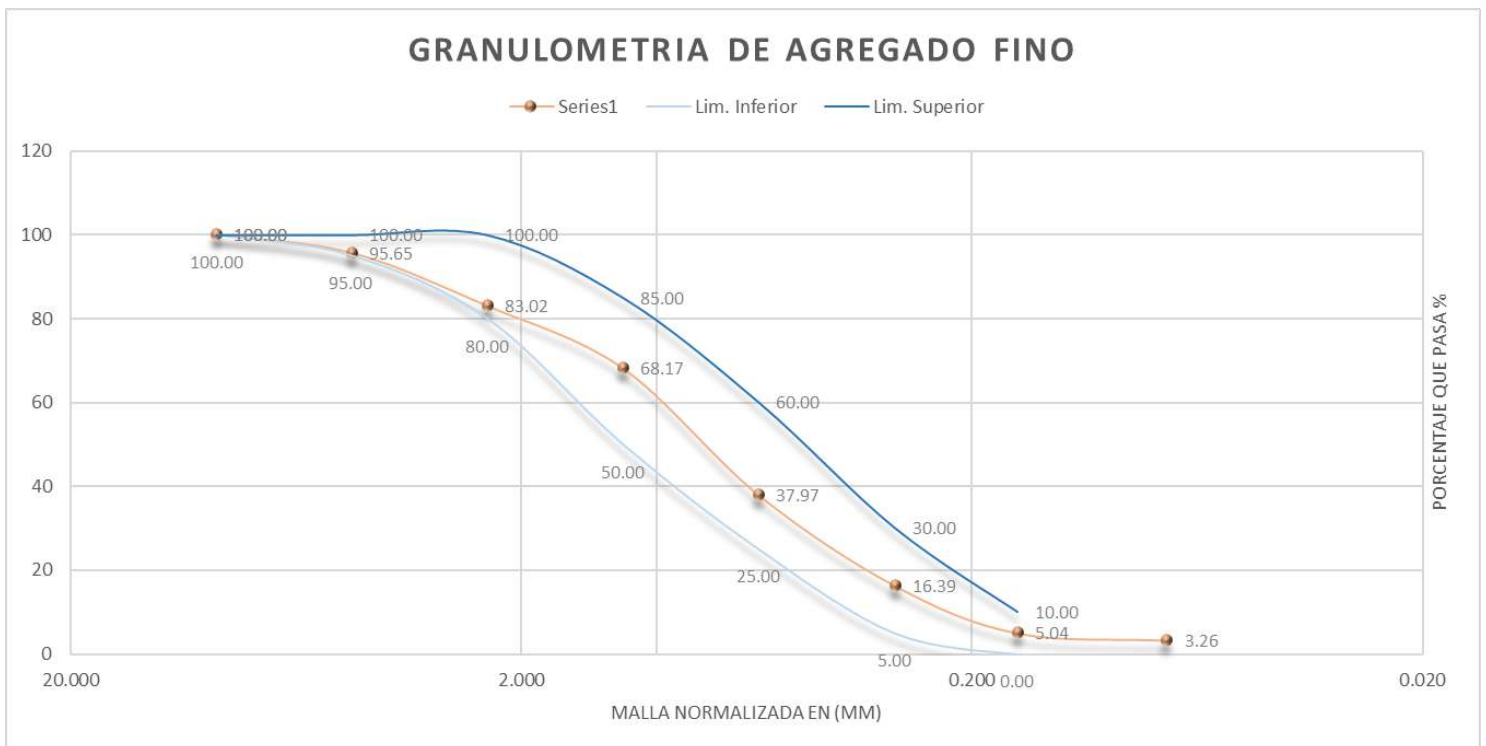


## CAPITULO 4 Resultados

### 4.1 Granulometría del agregado fino.

En el siguiente gráfico se puede apreciar que la curva granulométrica del agregado fino de la cantera de Córdova se encuentra dentro de los límites granulométricos establecidos por la norma NTP 400.037. Además, se tiene un módulo de fineza de 2.94. Por lo tanto, este agregado es el adecuado para la fabricación del concreto.

Figura 125. Gráfico de la Granulometría del Agregado Fino.



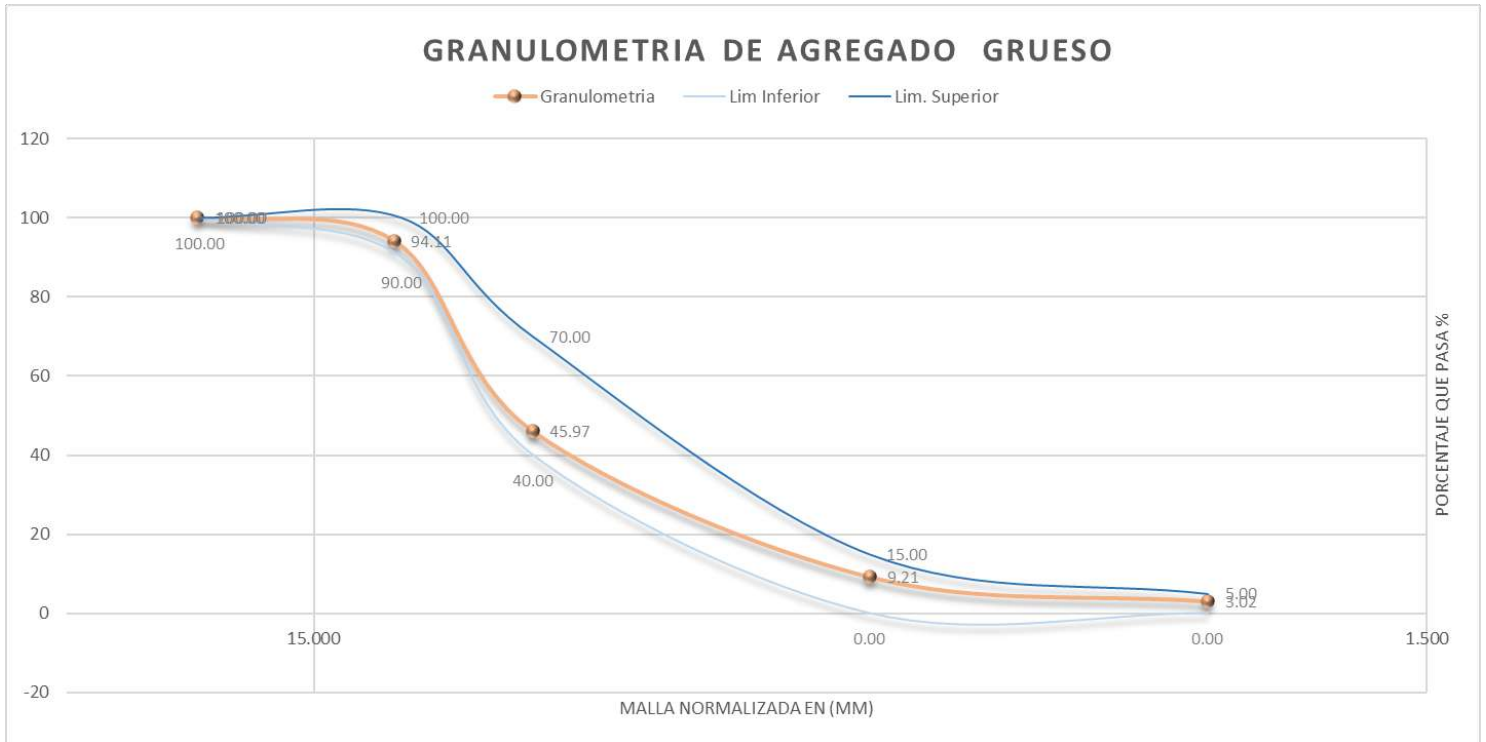
Fuente: Elaboración Propia

### 4.2 Granulometría del agregado grueso.

En el siguiente gráfico se puede apreciar que la curva granulométrica del agregado grueso de la cantera de Vicho se encuentra dentro de los límites granulométricos establecidos por la norma NTP 400.037.

- **Tamaño máximo nominal: 1/2"** (Corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido)
- **Tamaño máximo: 3/4"** (Corresponde al mayor tamiz de la serie utilizada por la que pasael 100% del material)

Figura 126. Gráfico de la Granulometría del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

### 4.3 Características de los agregados.

En la siguiente tabla se muestra las características de los agregados que se emplearon para realizar el diseño de mezclas.

Tabla 103. Tabla de datos de las Características de los Agregados utilizados

Descripción	FINO	GRUESO
Peso Específico de la Masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.63	2.71
% de Absorción	4.31%	2.21%
Contenido de Humedad (%)	5.56%	1.72%
Módulo de Fineza	2.94	---
Tamaño Máximo Nominal (Pulg)	---	1/2"
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	---	1563
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1488	1349

Fuente: (Rivva López, Diseño de Mezclas, 1992)



#### 4.4 Diseño de mezclas ACI C-211.

En las tablas 80 y 81 se muestra el resultado del diseño de mezclas (La dosificación para 1 m<sup>3</sup> de concreto y la proporción de volumen en tandas para una bolsa de cemento y un m<sup>3</sup> de concreto), este diseño fue usado para la elaboración de las briquetas.

Tabla 104. Tabla de datos de la Dosificación para 1m<sup>3</sup>.

DOSIFICACION PARA 1 m <sup>3</sup>				
CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA (lt)	
388.49	861.69057	852.1776096	208.8539232	2311.212103
0.17	0.37	0.37	0.09	1.00
DOSIFICACION PARA 0.2863 m <sup>3</sup> (54 Briquetas)				
CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA (lt)	
111.2162568	246.6833115	243.9599574	59.79034608	661.6498717
0.168	0.373	0.369	0.090	1.000

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5 Resistencia a la compresión.

Tabla 105. Tabla de datos del porcentaje alcanzado de la Resistencia a Compresión a los 7 días Totalmente Sumergido.

	RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS	% A LOS 7 DÍAS
IDEAL	<b>126</b>	<b>60%</b>
SUMERIGIDO	124.61	57.66%
	111.35	
	127.29	
	<b>121.08</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 106. Tabla de datos del porcentaje alcanzado de la Resistencia a Compresión a los 7 días Totalmente Sumergido.

	RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS	% A LOS 7 DÍAS
IDEAL	<b>126</b>	<b>60%</b>
SIN CURAR	73.02	35.40%
	76.52	
	73.48	
	<b>74.34</b>	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 107. Tabla de datos del porcentaje alcanzado de la Resistencia a Compresión a los 7 días curado con Aditivo SIKA.

	<b>RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS</b>	<b>% A LOS 7 DÍAS</b>
<b>IDEAL</b>	<b>126</b>	<b>60%</b>
<b>ADITIVO SIKA</b>	94.83	44.57%
	88.43	
	97.52	
	<b>93.59</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 108. Tabla de datos del porcentaje alcanzado de la Resistencia a Compresión a los 7 días curado con Aditivo CHEMA.

	<b>RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS</b>	<b>% A LOS 7 DÍAS</b>
<b>IDEAL</b>	<b>126</b>	<b>60%</b>
<b>ADITIVO CHEMA</b>	106.88	49.70%
	105.94	
	100.28	
	<b>104.36</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 109. Tabla de datos del porcentaje alcanzado de la Resistencia a Compresión a los 7 días curado Mediante el Método de Aspersión.

	<b>RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS</b>	<b>% A LOS 7 DÍAS</b>
<b>IDEAL</b>	<b>126</b>	<b>60%</b>
<b>ASPERSIÓN</b>	94.73	42.83%
	82.65	
	92.45	
	<b>89.94</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 110. Tabla de datos del porcentaje alcanzado de la Resistencia a Compresión a los 7 días curado con Aceite de Linaza.

	<b>RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS</b>	<b>% A LOS 7 DÍAS</b>
<b>IDEAL</b>	<b>126</b>	<b>60%</b>
<b>ACEITE DE LINAZA</b>	98.69	44.90%
	87.21	
	96.95	
	<b>94.28</b>	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 111. Tabla de datos de los valores promedio de la Resistencia a Compresión a los 7 días por los Métodos de Curado Tradicionales, totalmente sumergido, sin curar y curado con Aceite de Linaza.

RESISTENCIA A LOS	RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS	% A LOS 7 DÍAS
<b>IDEAL</b>	<b>126</b>	<b>60%</b>
<b>SUMERIGIDO</b>	124.61	57.66%
	111.35	
	127.29	
	<b>121.08</b>	
<b>SIN CURAR</b>	73.02	35.40%
	76.52	
	73.48	
	<b>74.34</b>	
<b>ADITIVO SIKA</b>	94.83	44.57%
	88.43	
	97.52	
	<b>93.59</b>	
<b>ADITIVO CHEMA</b>	106.88	49.70%
	105.94	
	100.28	
	<b>104.36</b>	
<b>ASPERSIÓN</b>	94.73	42.83%
	82.65	
	92.45	
	<b>89.94</b>	
<b>ACEITE DE LINAZA</b>	98.69	44.90%
	87.21	
	96.95	
	<b>94.28</b>	

Fuente:

Elaboración Propia



Tabla 112. Tabla de datos de los valores promedio de la Resistencia a Compresión a los 14 días por los Métodos de Curado Tradicionales, totalmente sumergido, sin curar y curado con Aceite de Linaza.

RESISTENCIA A LOS	RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS	% A LOS 14 DÍAS
<b>IDEAL</b>	<b>168</b>	<b>80%</b>
<b>SUMERIGIDO</b>	161.02	78.42%
	167.62	
	165.42	
	<b>164.69</b>	
<b>SIN CURAR</b>	113.2	54.36%
	110.74	
	118.55	
	<b>114.16</b>	
<b>ADITIVO SIKA</b>	146.32	70.21%
	145.65	
	150.36	
	<b>147.44</b>	
<b>ADITIVO CHEMA</b>	157.74	74.84%
	159.35	
	154.39	
	<b>157.16</b>	
<b>ASPERSIÓN</b>	136.65	65.02%
	134.89	
	138.06	
	<b>136.53</b>	
<b>ACEITE DE LINAZA</b>	155.21	72.03%
	150.32	
	148.25	
	<b>151.26</b>	

Fuente: Elaboración Propia





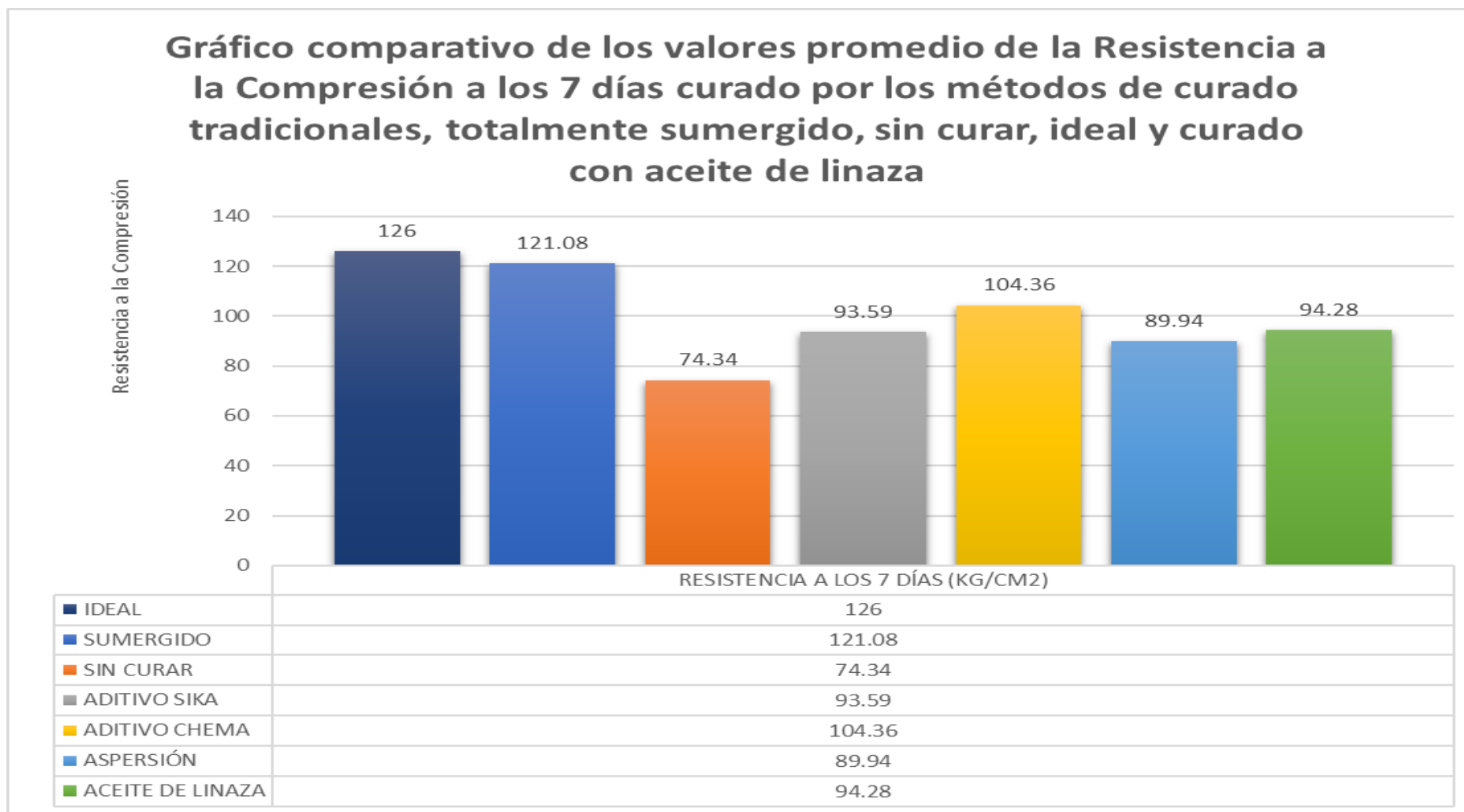
Tabla 113. Tabla de datos de los valores promedio de la Resistencia a Compresión a los 28 días por los Métodos de Curado Tradicionales, totalmente sumergido, sin curar y curado con Aceite de Linaza.

	<b>RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS (KG/CM2)</b>	<b>% A LOS 28 DÍAS</b>
<b>IDEAL</b>	<b>210</b>	<b>100%</b>
Fuente: <b>SUMERIGIDO</b>	233.60	112.07%
	233.50	
	238.92	
	<b>235.34</b>	
<b>SIN CURAR</b>	155.45	75.26%
	144.26	
	174.43	
	<b>158.05</b>	
<b>ADITIVO SIKA</b>	203.37	97.71%
	209.57	
	202.65	
	<b>205.20</b>	
<b>ADITIVO CHEMA</b>	232.95	109.10%
	231.64	
	222.75	
	<b>229.11</b>	
<b>ASPERSIÓN</b>	177.42	85.91%
	179.73	
	184.06	
	<b>180.40</b>	
<b>ACEITE DE LINAZA</b>	199.79	99.36%
	214.15	
	212.01	
	<b>208.65</b>	

Fuente: Elaboración Propia



Figura 127. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la Resistencia a la Compresión a los 7 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza.

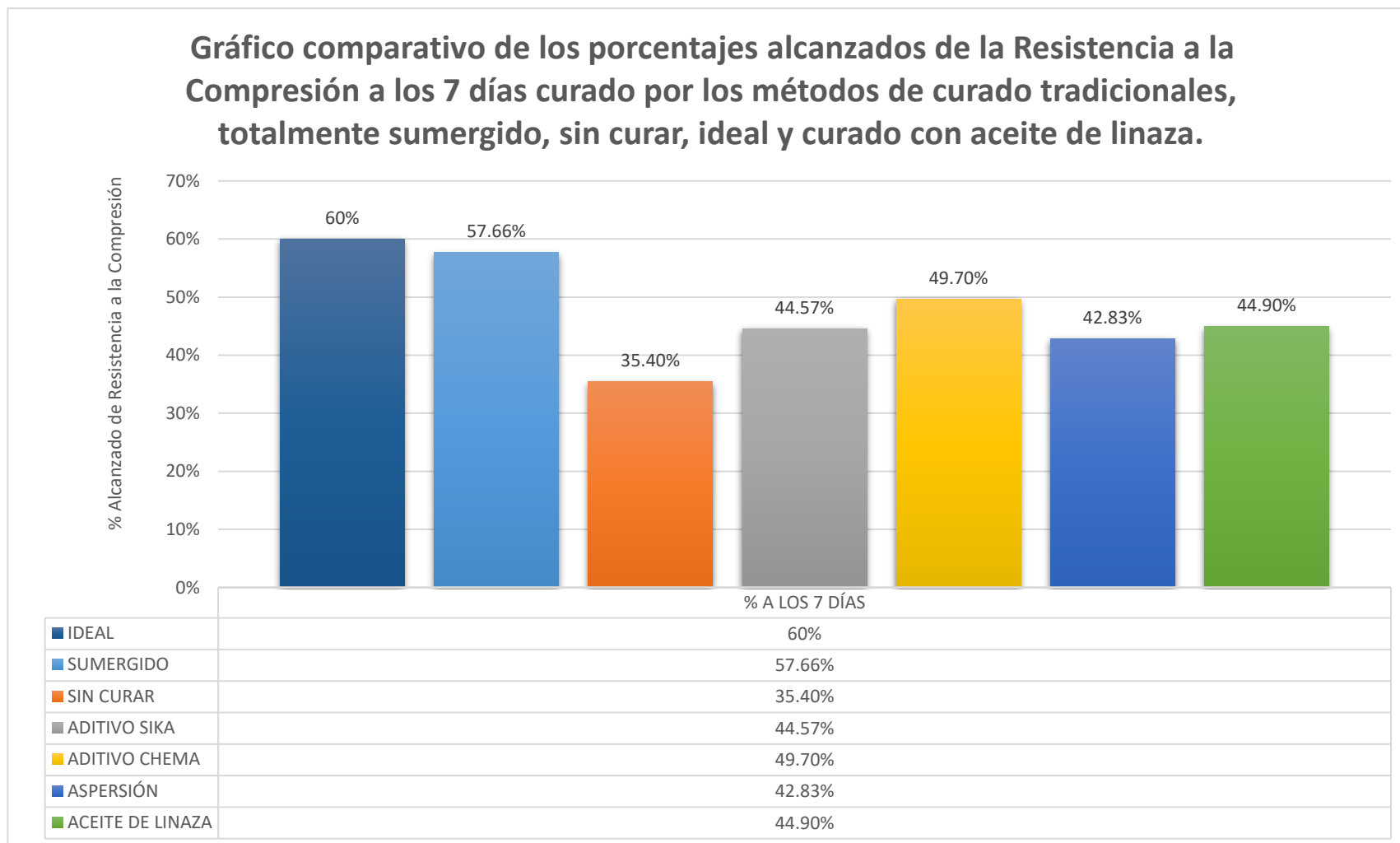


Nota: El siguiente gráfico muestra la Resistencia a compresión a los 7 días de las probetas curadas por los métodos de curado tradicionales, totalmente sumergido, sin curar, ideal y curado con aceite de Linaza para un diseño F'C= 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia



Figura 128. Gráfico comparativo porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 7 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza.

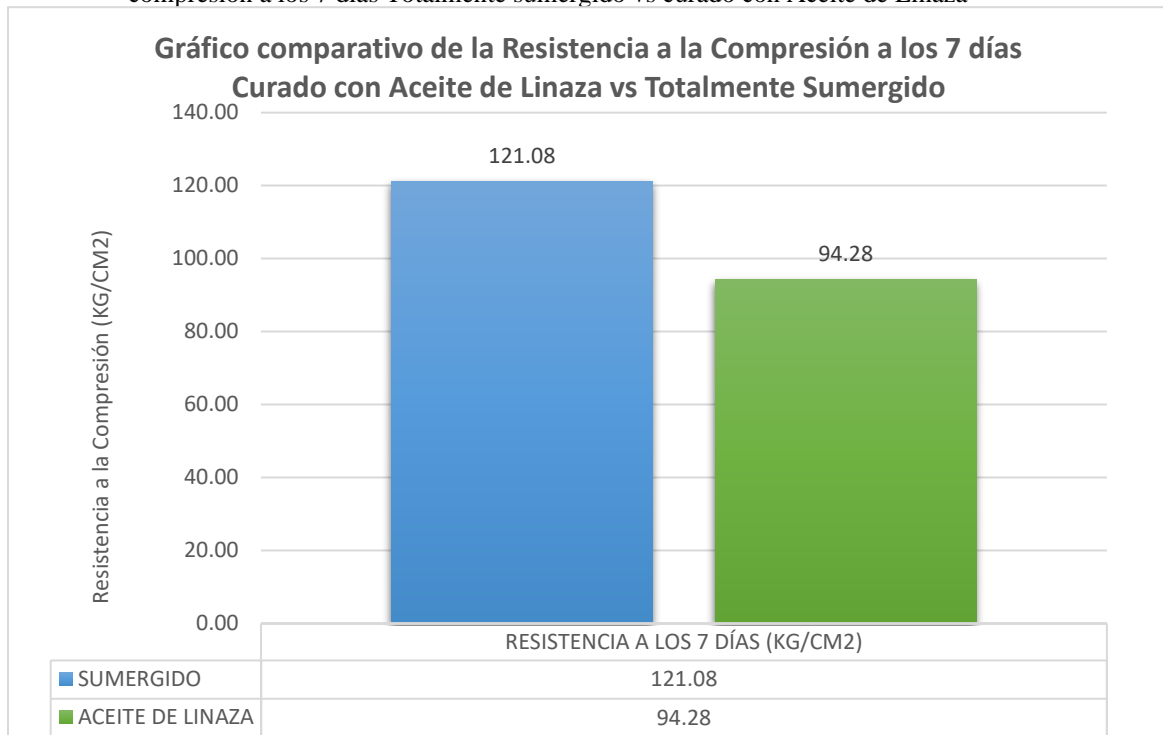


Nota: El siguiente gráfico muestra el porcentaje alcanzado de Resistencia a compresión a los 7 días de las probetas curadas por los métodos de curado tradicionales, totalmente sumergido, sin curar, ideal y curado con aceite de Linaza para un diseño  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia



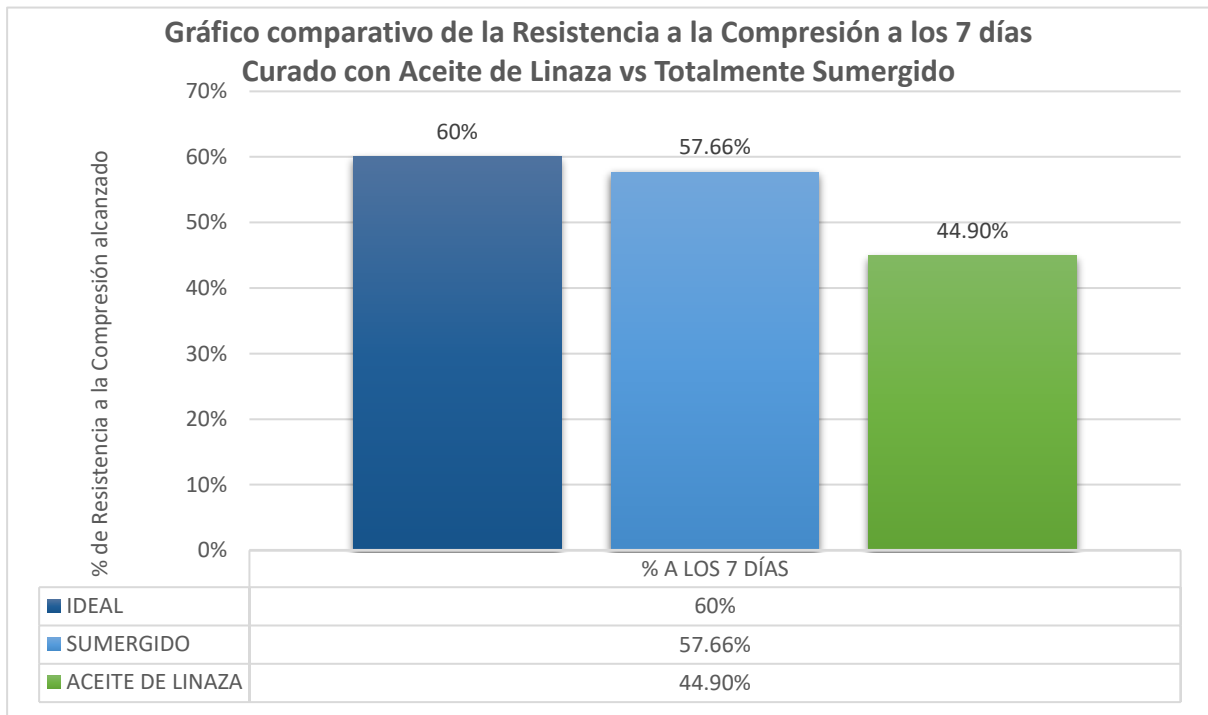
Figura 129. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 7 días Totalmente sumergido vs curado con Aceite de Linaza



Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas totalmente sumergidas vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia

Figura 130. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 7 días Totalmente sumergido vs curado con Aceite de Linaza.

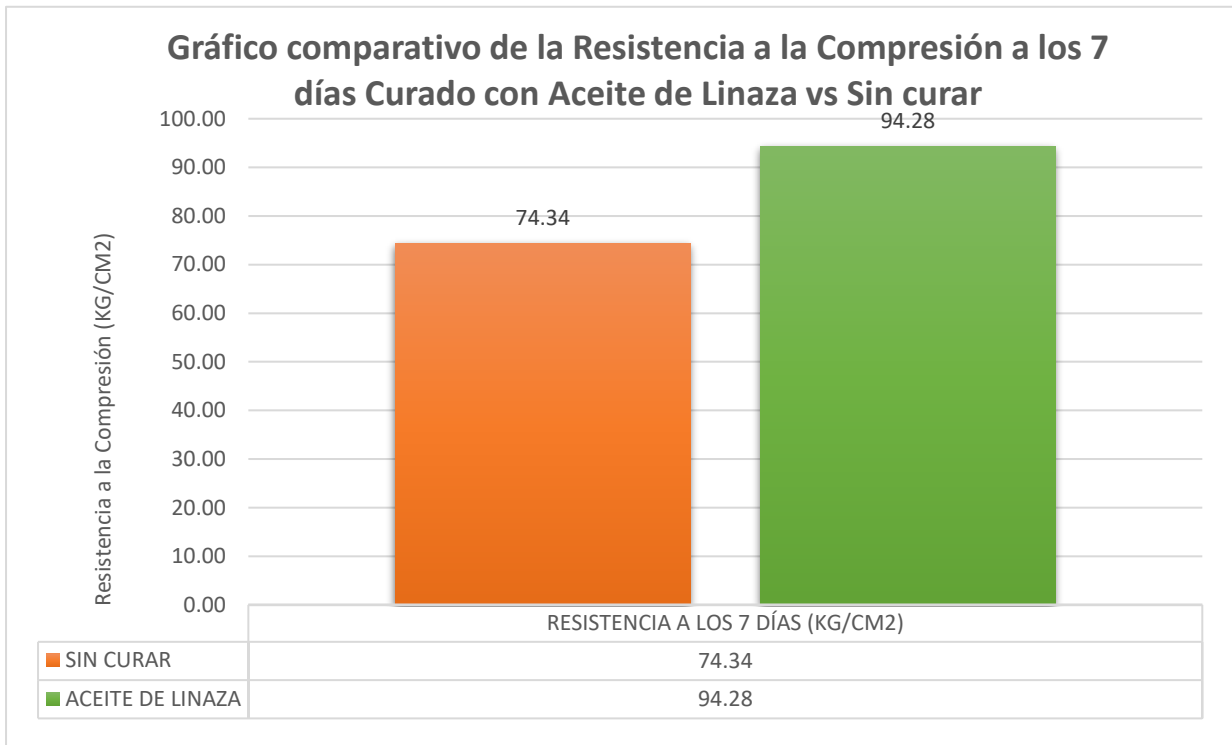


Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas totalmente sumergidas vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia



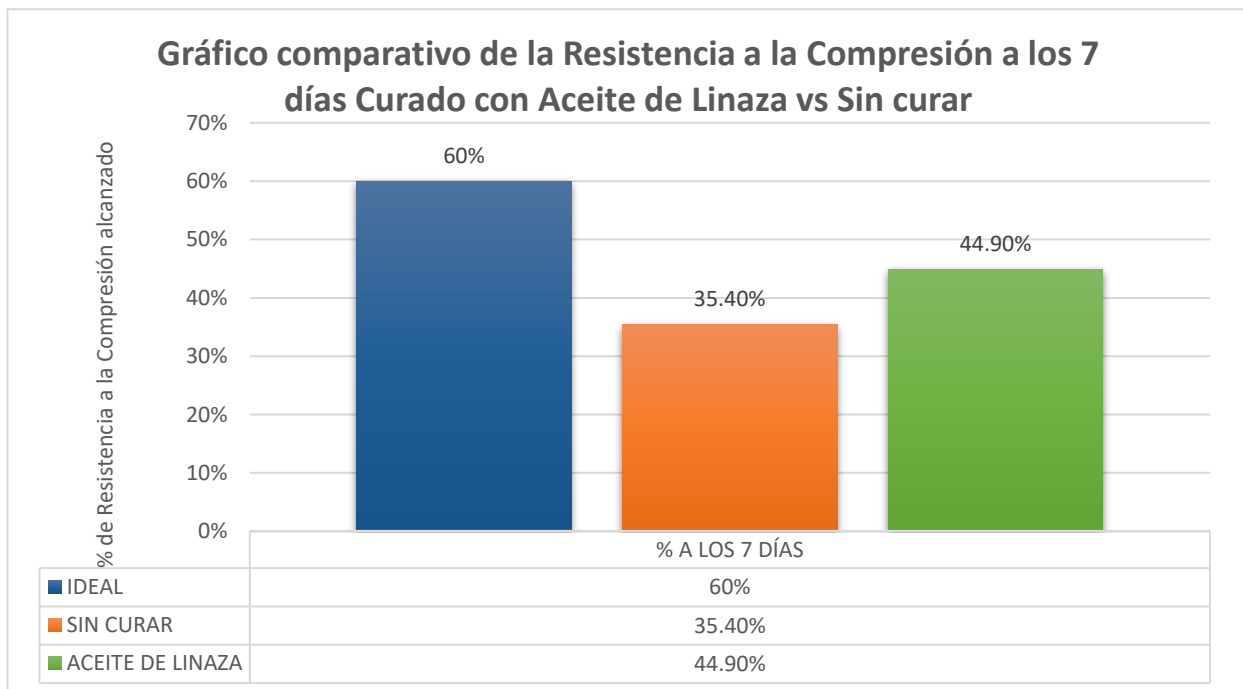
Figura 131. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 7 días sin curar vs curado con Aceite de Linaza.



Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas sin curar vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia

Figura 132. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 7 días Sin curar vs curado con Aceite de Linaza.

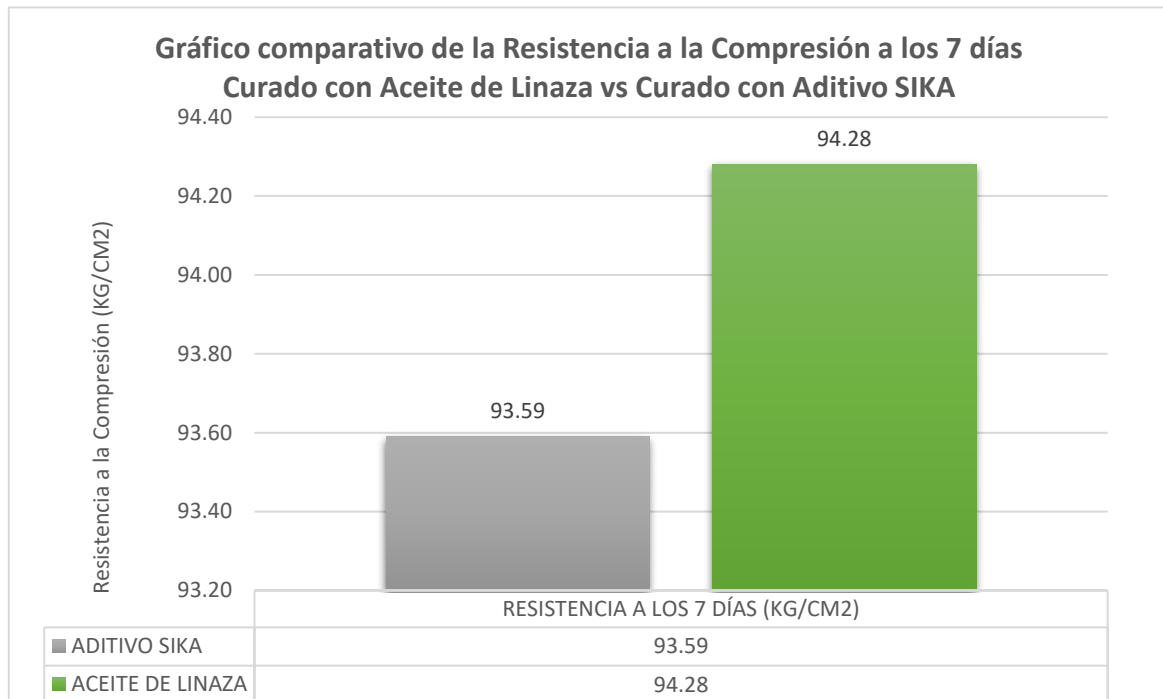


Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas sin curar vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia



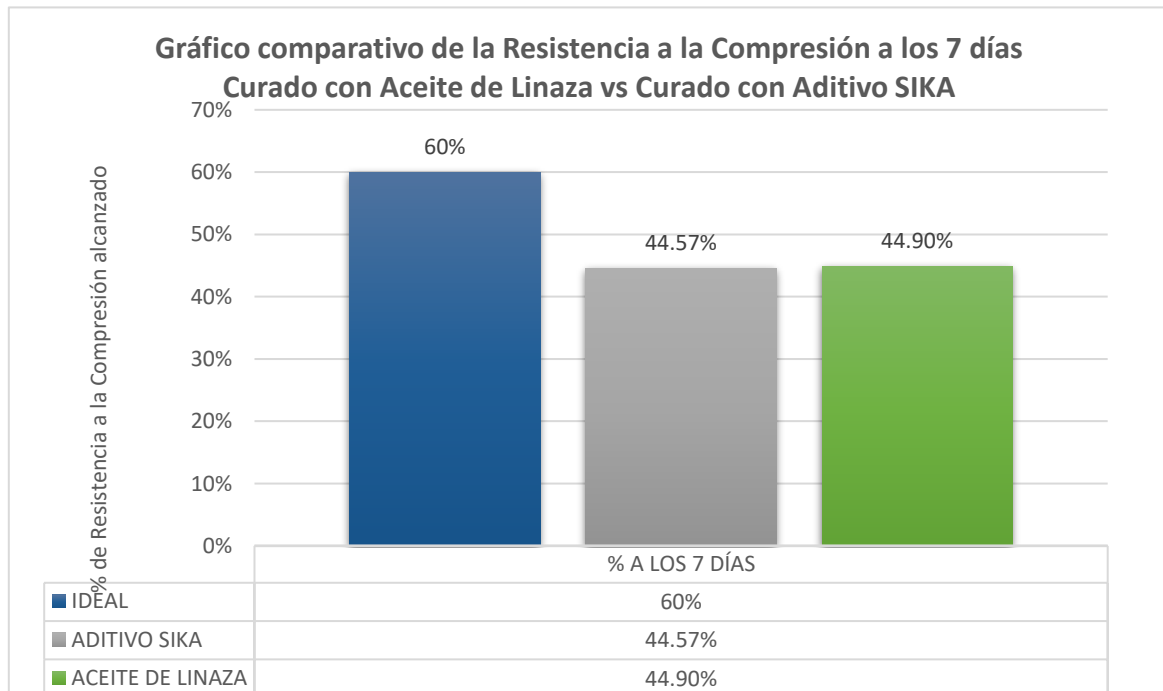
Figura 133. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 7 días curado con Aditivo SIKA vs curado con Aceite de Linaza.



Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas curadas con Aditivo SIKA vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia

Figura 134. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 7 días curado con Aditivo SIKA vs curado con Aceite de Linaza.



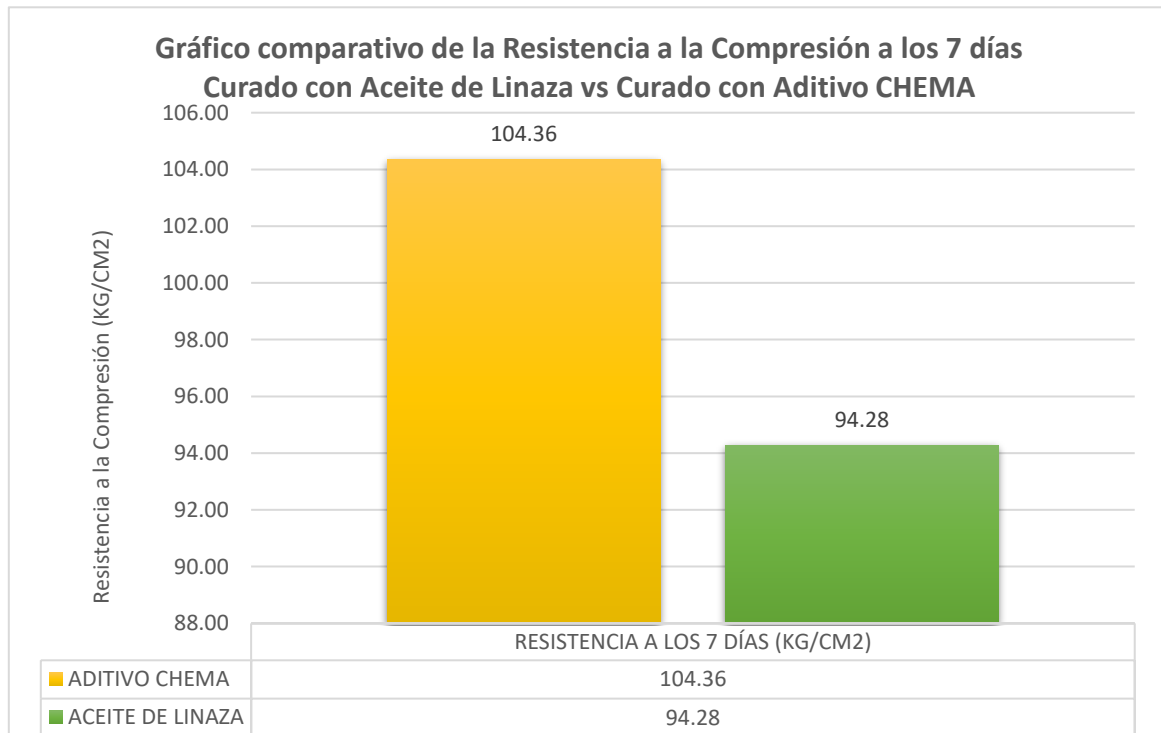
Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas curadas con Aditivo SIKA vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia





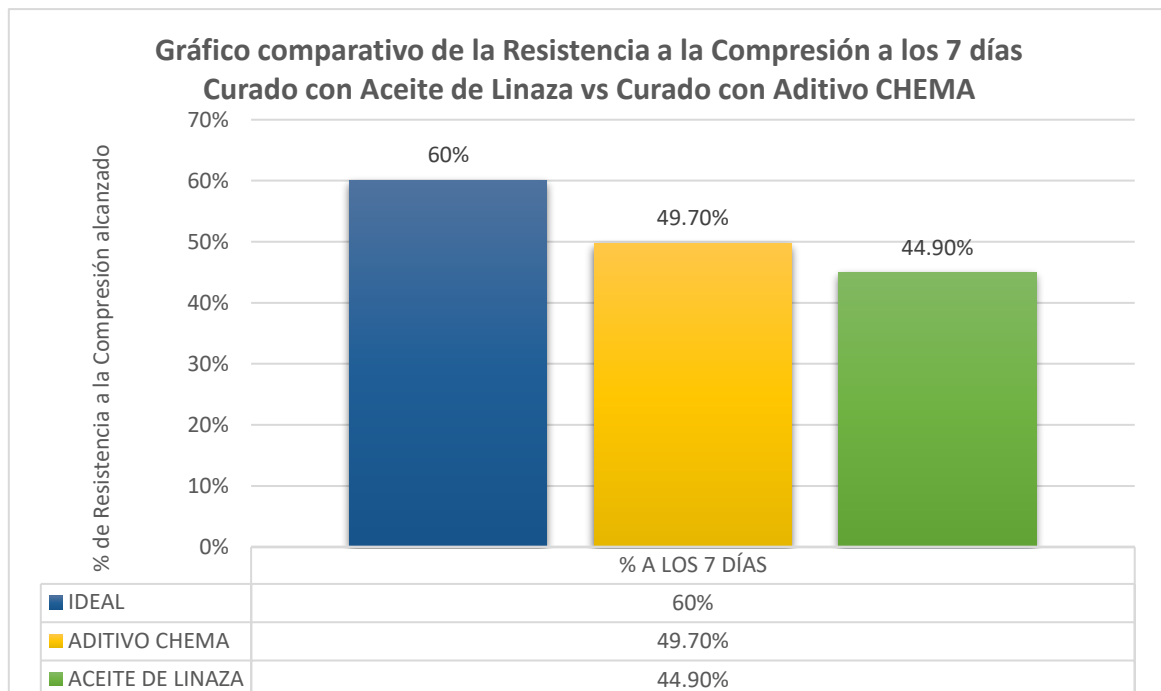
Figura 135. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 7 días Curado con Aditivo CHEMA vs curado con Aceite de Linaza



*Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas curadas con Aditivo CHEMA vs curadas con aceite de linaza*

Fuente: Elaboración Propia

Figura 136. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 7 días Curado con Aditivo CHEMA vs curado con Aceite de Linaza.

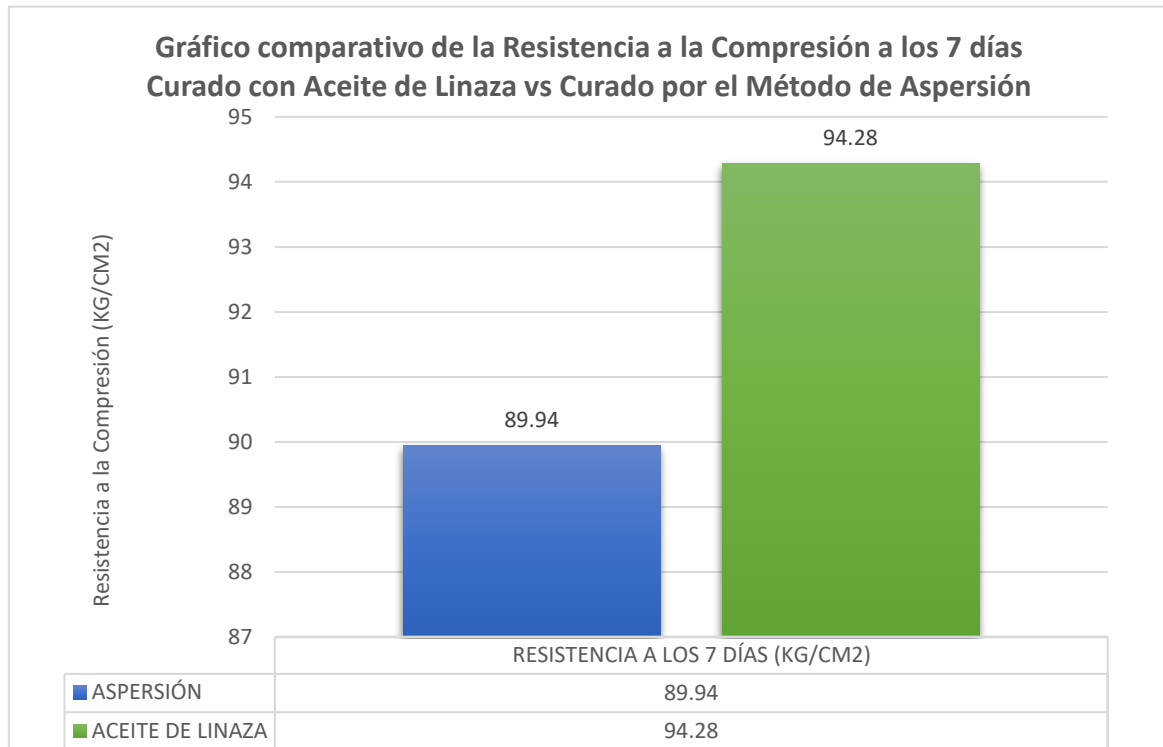


*Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas curadas con Aditivo CHEMA vs curadas con aceite de linaza*

Fuente: Elaboración Propia



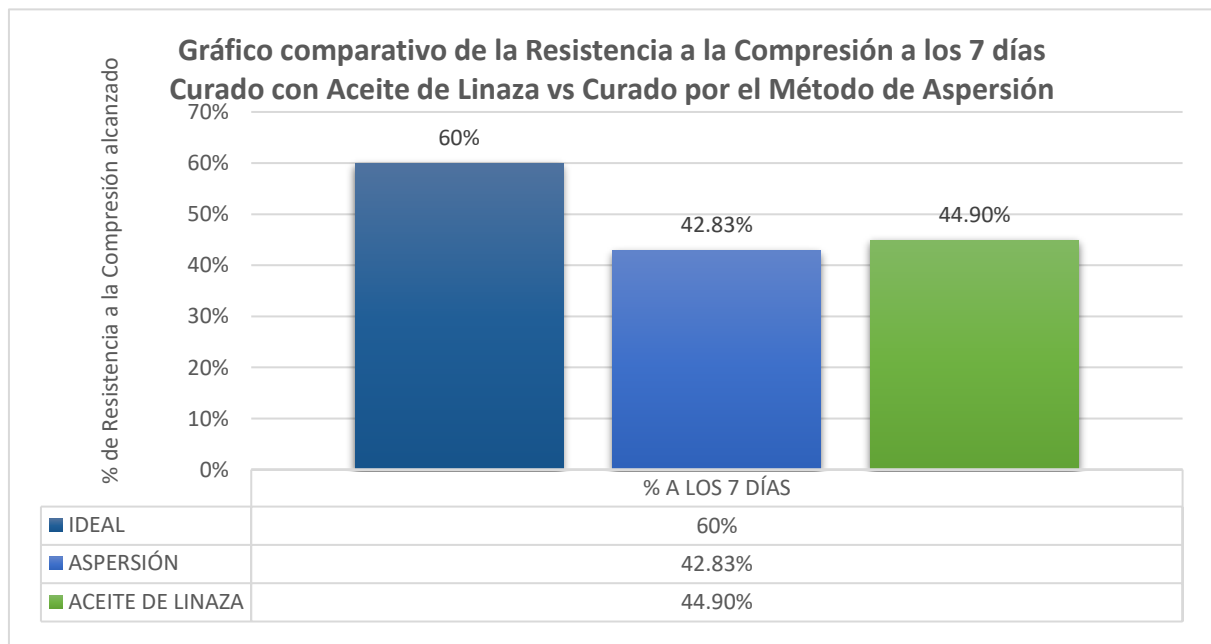
Figura 137. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 7 días Curado por el método de Aspersión vs curado con Aceite de Linaza



Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas curadas por el Método de Aspersión vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia

Figura 138. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 7 días Curado por el método de Aspersión vs curado con Aceite de Linaza.



Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas curadas por el Método de Aspersión vs curadas con aceite de linaza

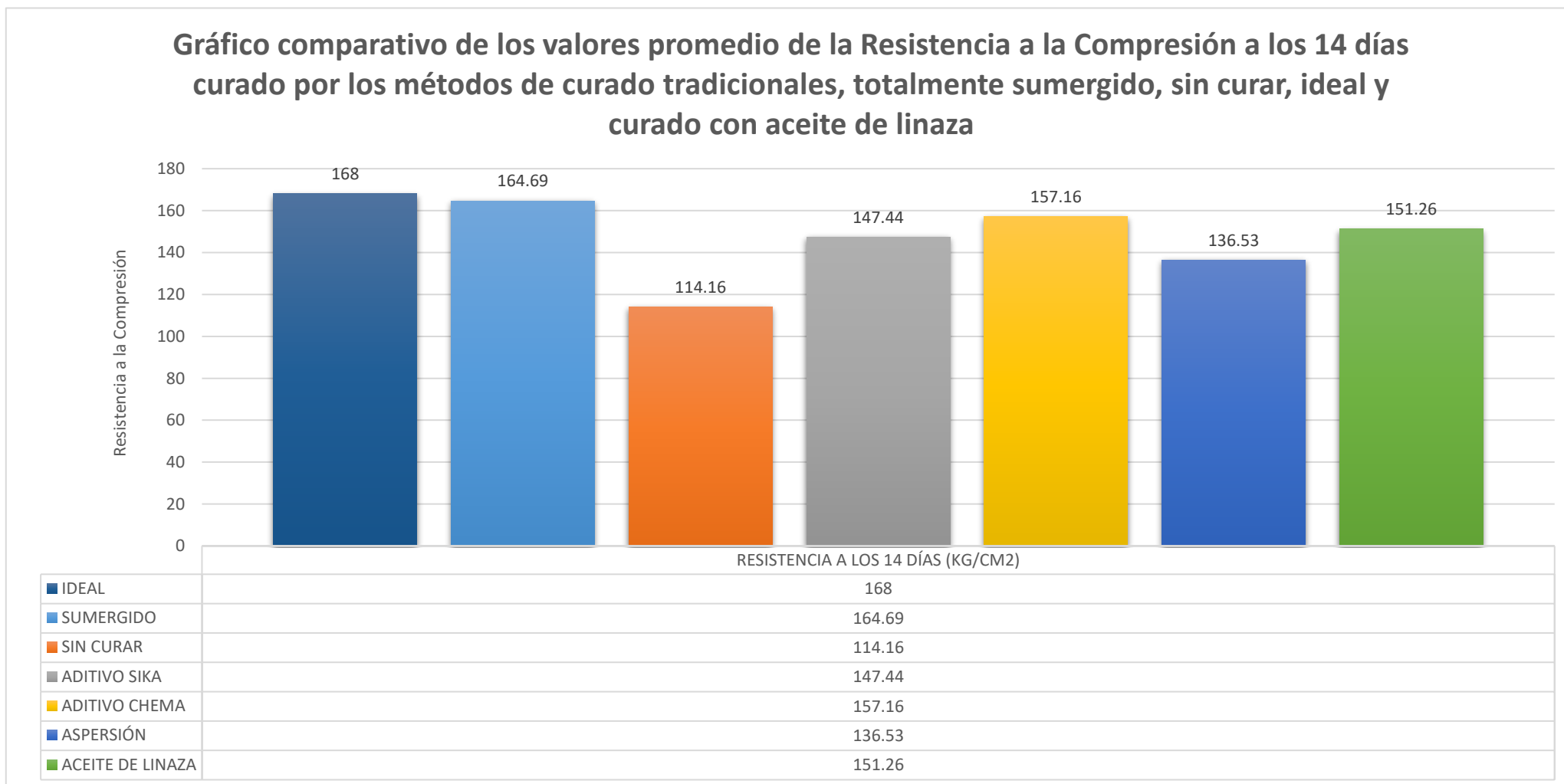
Fuente: Elaboración Propia



- En la figura 127 se muestran el resultado de los valores de resistencia a la compresión de cada briqueta procesada a los 7 días y su respectivo promedio por método de curado utilizado, sumergido y sin curar, en la figura 128 se tiene la comparativa porcentual con respecto a la resistencia ideal a los 7 días (60%). Y por último tenemos las gráficas comparativas de la resistencia a los 7 días por cada método de curado, sin curar y totalmente sumergido versus el curado con aceite de linaza en las figuras 129-138



Figura 139. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la Resistencia a la Compresión a los 14 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza



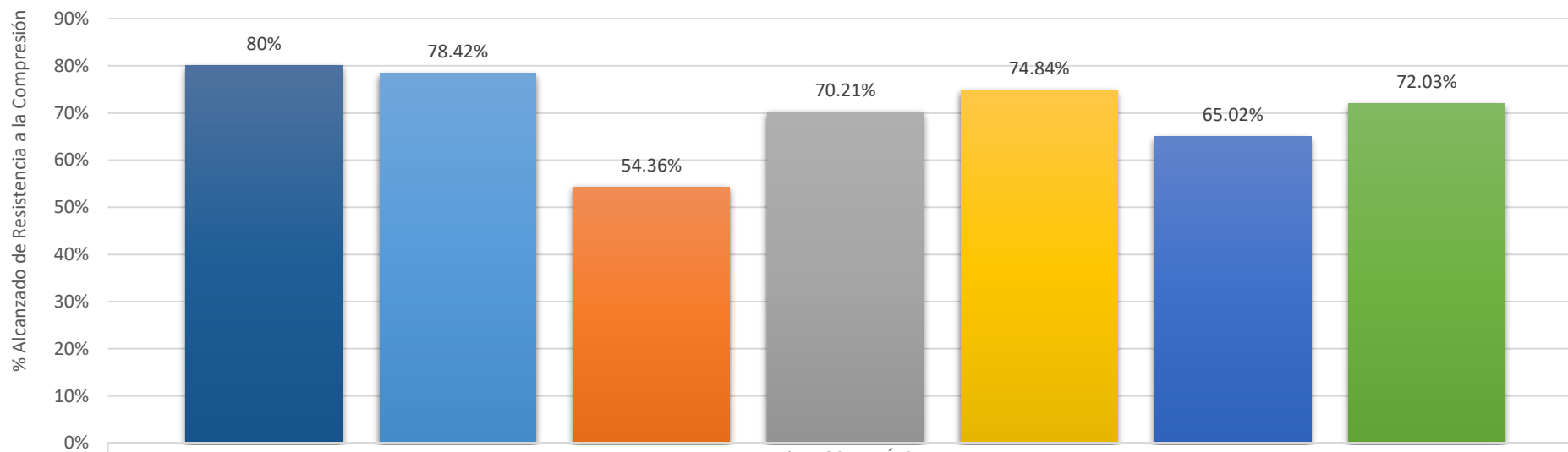
Nota: El siguiente gráfico muestra la Resistencia a compresión a los 14 días de las probetas curadas por los métodos de curado tradicionales, totalmente sumergido, sin curar, ideal y curado con aceite de Linaza para un diseño  $F^{\prime}C= 210 \text{ Kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia



Figura 140. Gráfico comparativo porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 14 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza

### Gráfico comparativo de los porcentajes alcanzados de la Resistencia a la Compresión a los 14 días curado por los métodos de curado tradicionales, totalmente sumergido, sin curar, ideal y curado con aceite de linaza



Método de Curado	% A LOS 14 DÍAS
IDEAL	80%
SUMERGIDO	78.42%
SIN CURAR	54.36%
ADITIVO SIKA	70.21%
ADITIVO CHEMA	74.84%
ASPERSIÓN	65.02%
ACEITE DE LINAZA	72.03%

Nota: El siguiente gráfico muestra el porcentaje alcanzado de Resistencia a compresión a los 14 días de las probetas curadas por los métodos de curado tradicionales, totalmente sumergido, sin curar, ideal y curado con aceite de Linaza para un diseño  $F'C= 210 \text{ Kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia



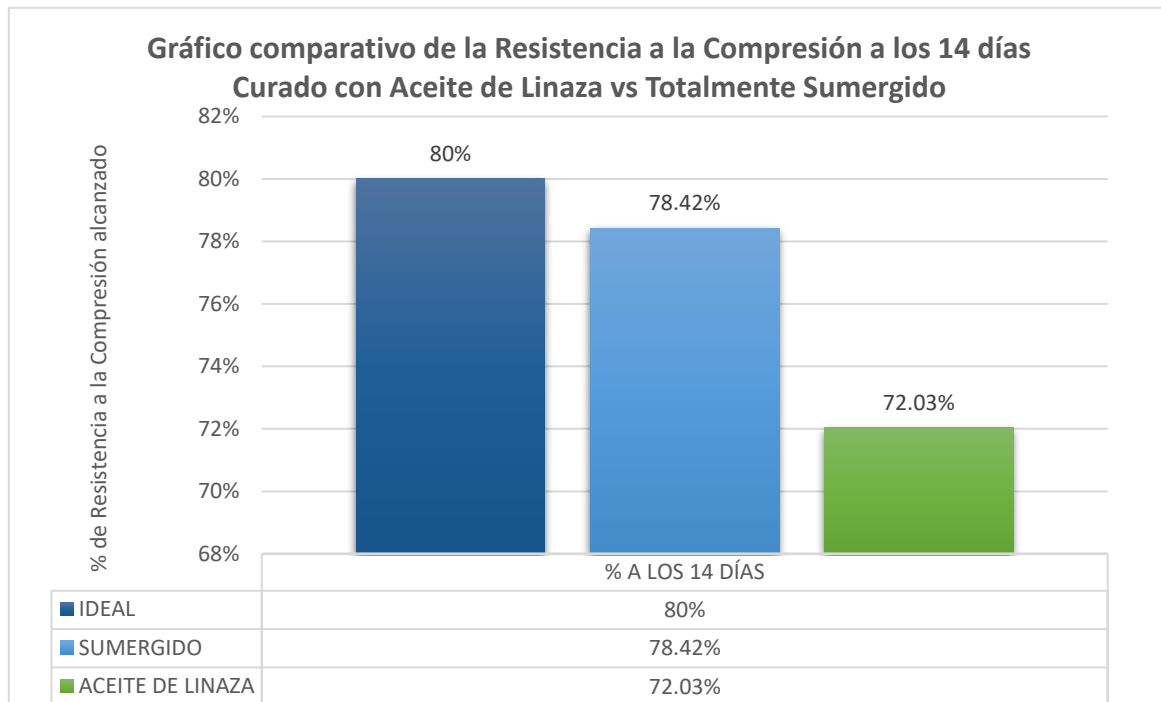
Figura 141. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 14 días Totalmente sumergido vs curado con Aceite de Linaza.



Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas totalmente sumergidas vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia

Figura 142. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 14 días Totalmente sumergido vs curado con Aceite de Linaza



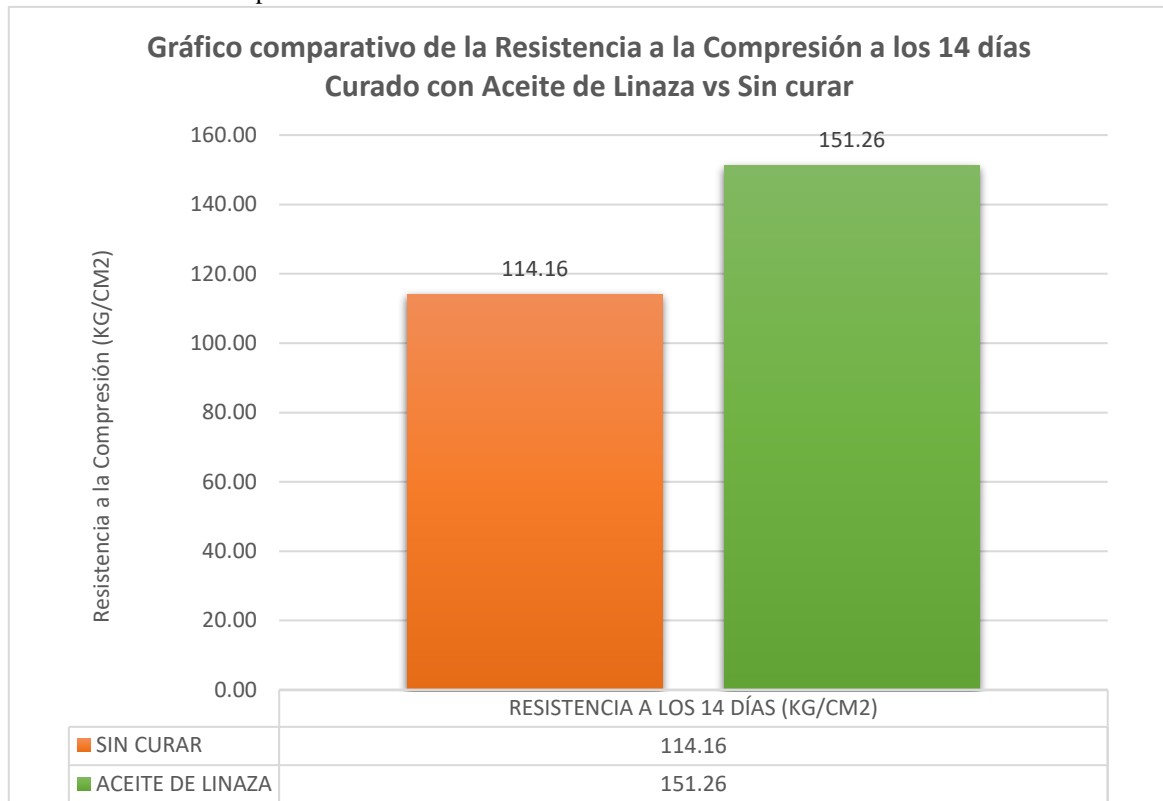
Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas totalmente sumergidas vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia





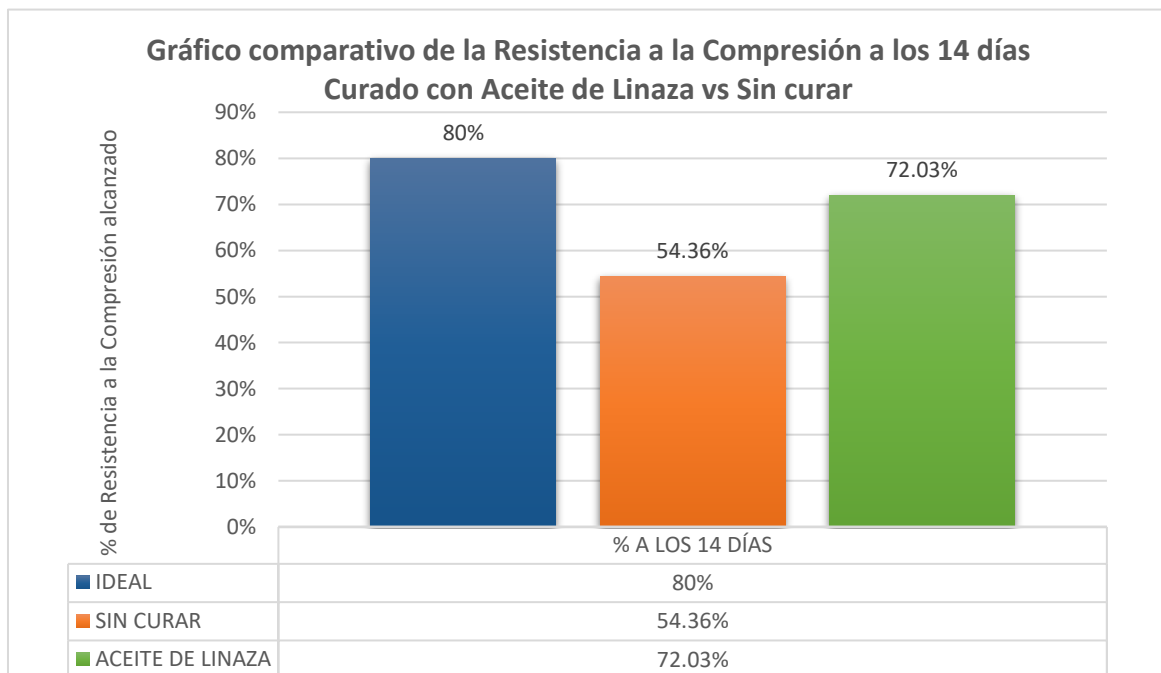
Figura 143. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 14 días Sin curar vs curado con Aceite de Linaza



Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas sin curar vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia

Figura 144. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 14 días Sin curar vs curado con Aceite de Linaza

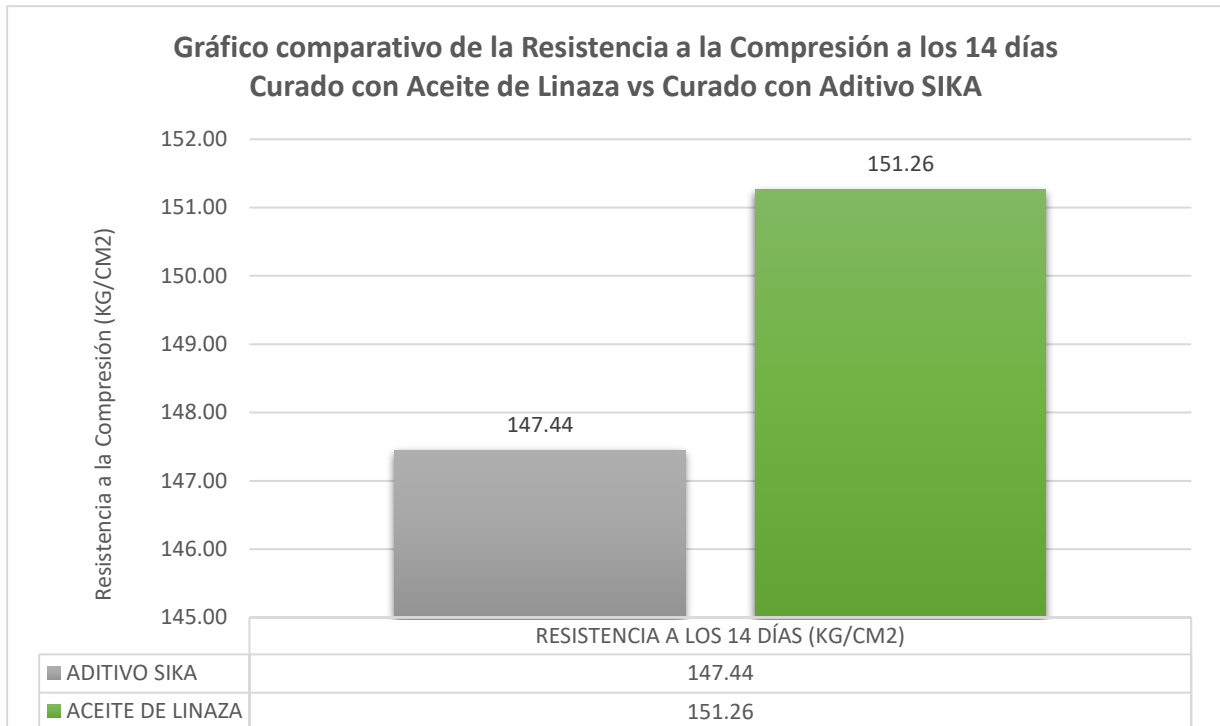


Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas sin curar vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia



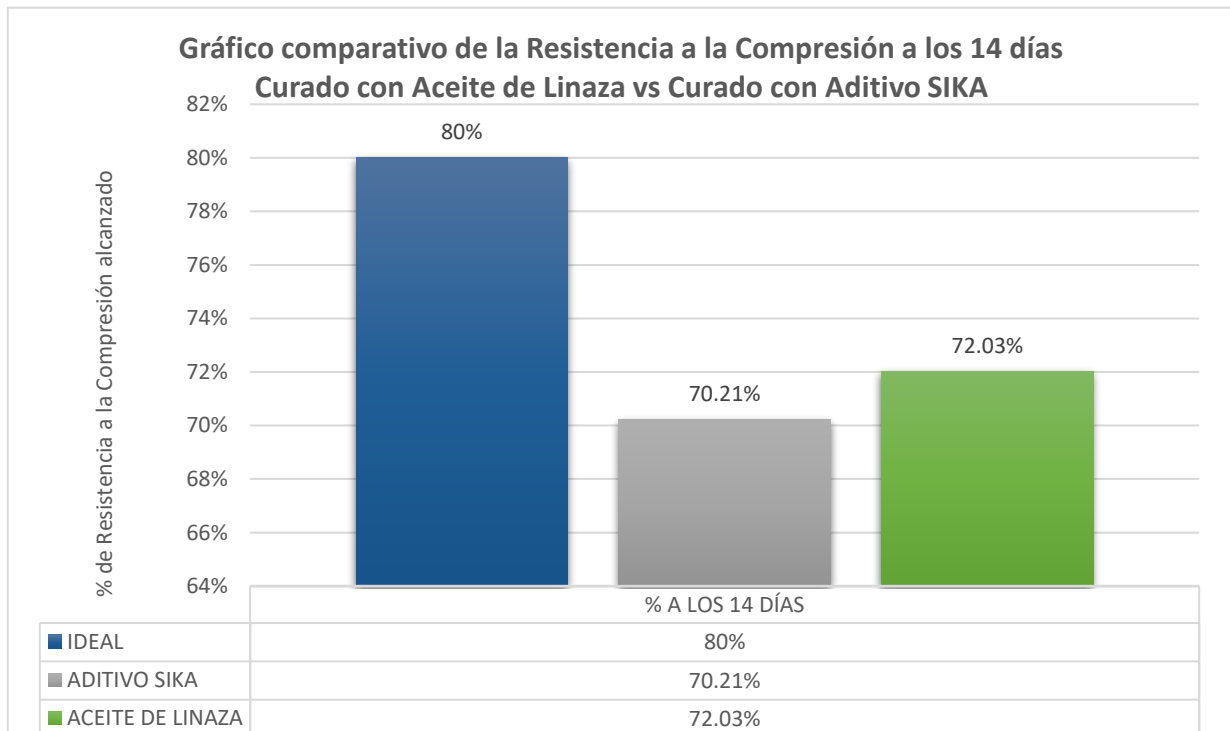
Figura 145. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 14 días curado con Aditivo SIKA vs curado con Aceite de Linaza



Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas curadas con Aditivo SIKA vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia

Figura 146. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 14 días curado con Aditivo SIKA vs curado con Aceite de Linaza

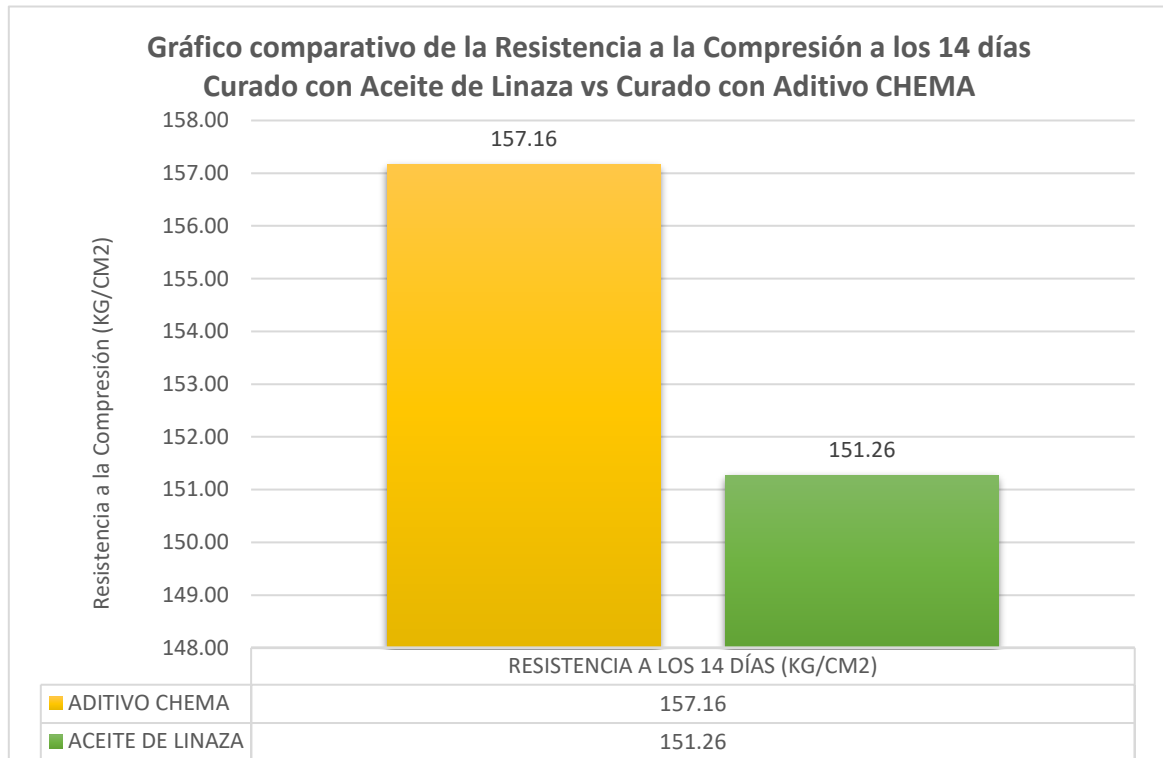


Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas curadas con Aditivo SIKA vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia



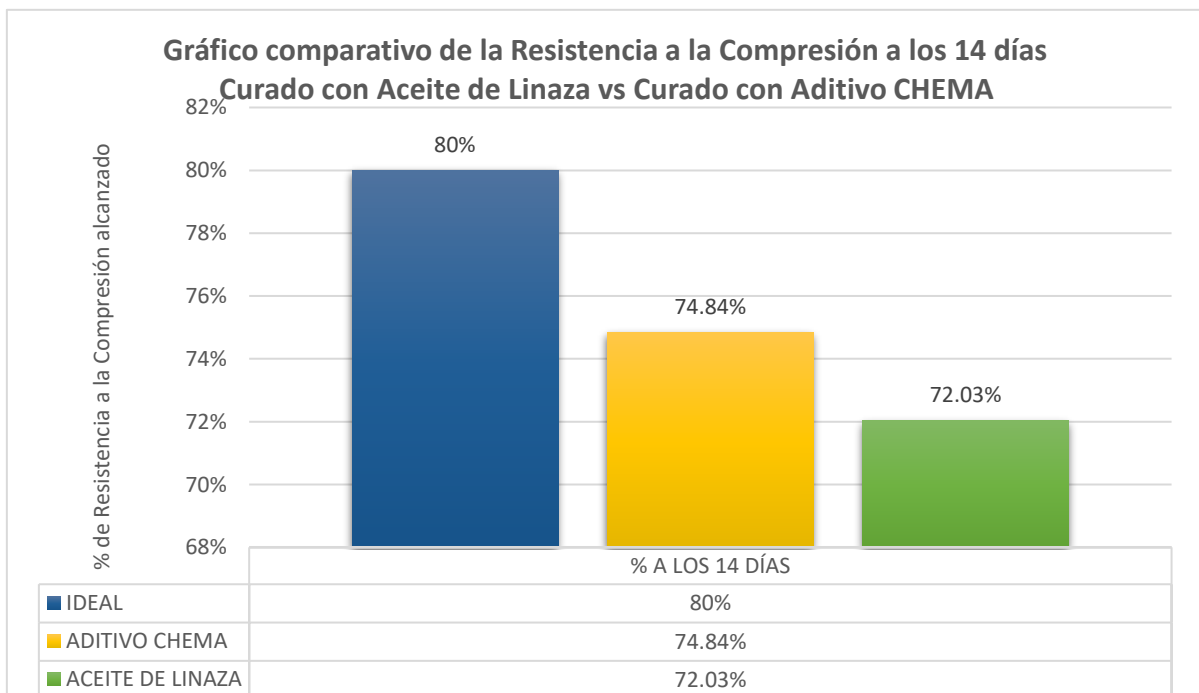
Figura 147. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 14 días Curado con Aditivo CHEMA vs curado con Aceite de Linaza



*Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas curadas con Aditivo CHEMA vs curadas con aceite de linaza*

Fuente: Elaboración Propia

Figura 148. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 14 días Curado con Aditivo CHEMA vs curado con Aceite de Linaza

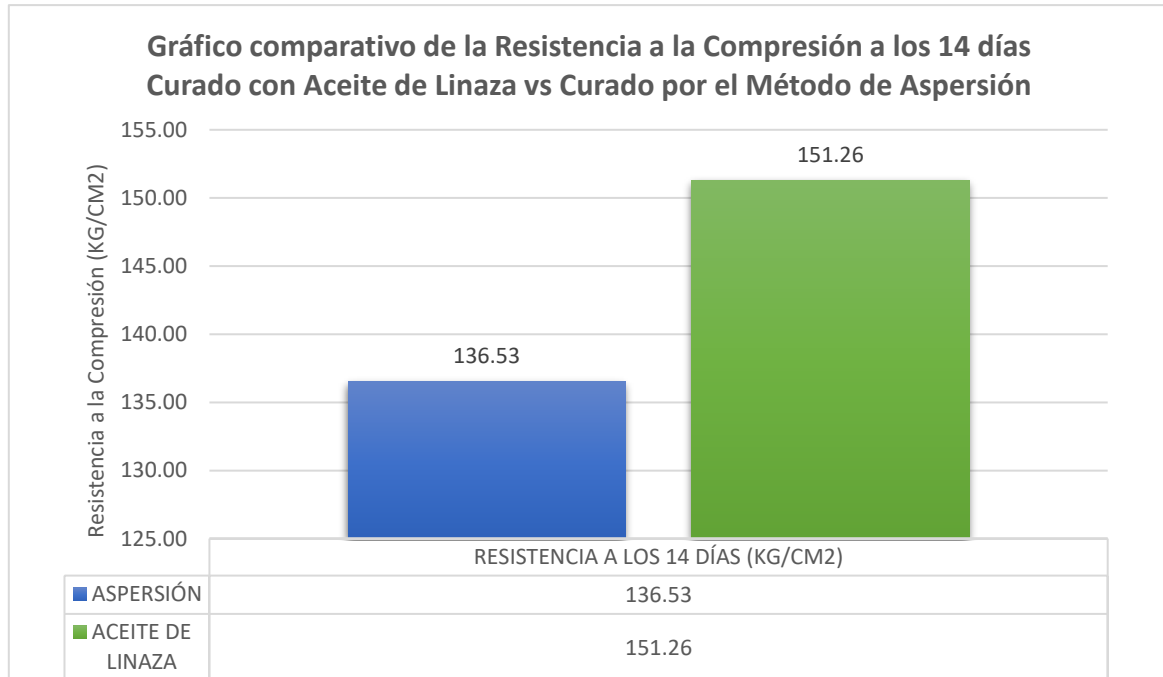


*Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 14 días de curadas con Aditivo CHEMA vs curadas con aceite de linaza*

Fuente: Elaboración Propia



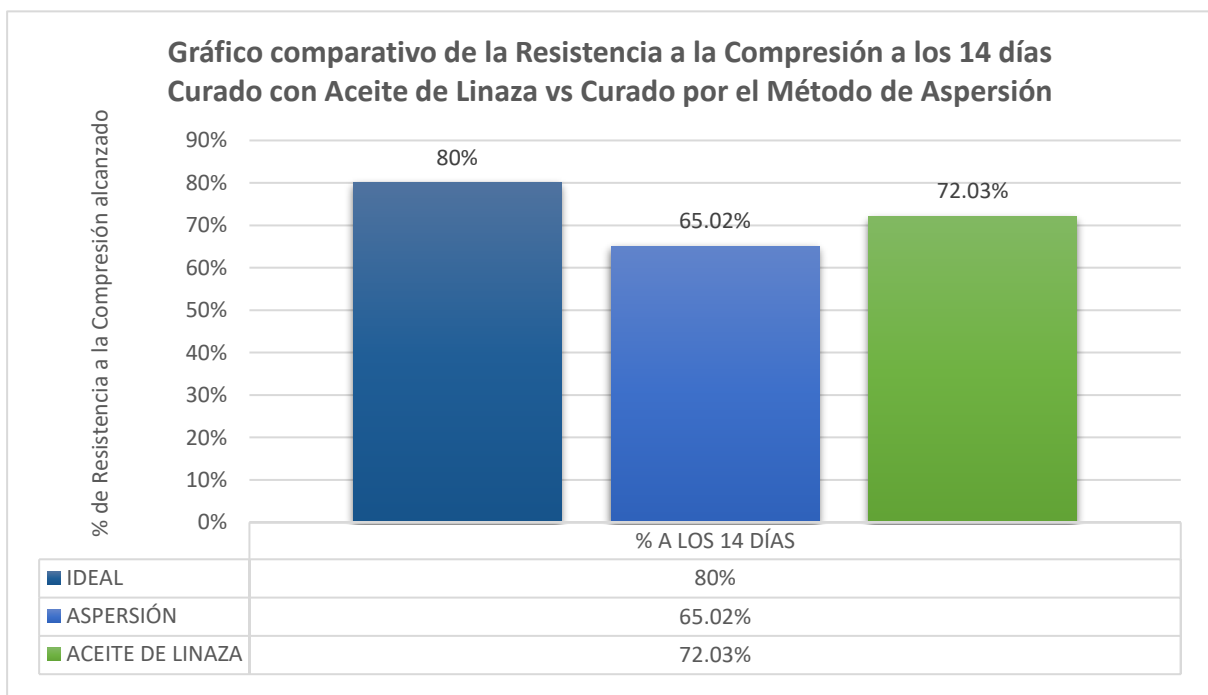
Figura 149. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 14 días Curado por el método de Aspersión vs curado con Aceite de Linaza



Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas curadas por el Método de Aspersión vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia

Figura 150. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 14 días Curado por el método de Aspersión vs curado con Aceite de Linaza



Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas curadas por el Método de Aspersión vs curadas con aceite de linaza

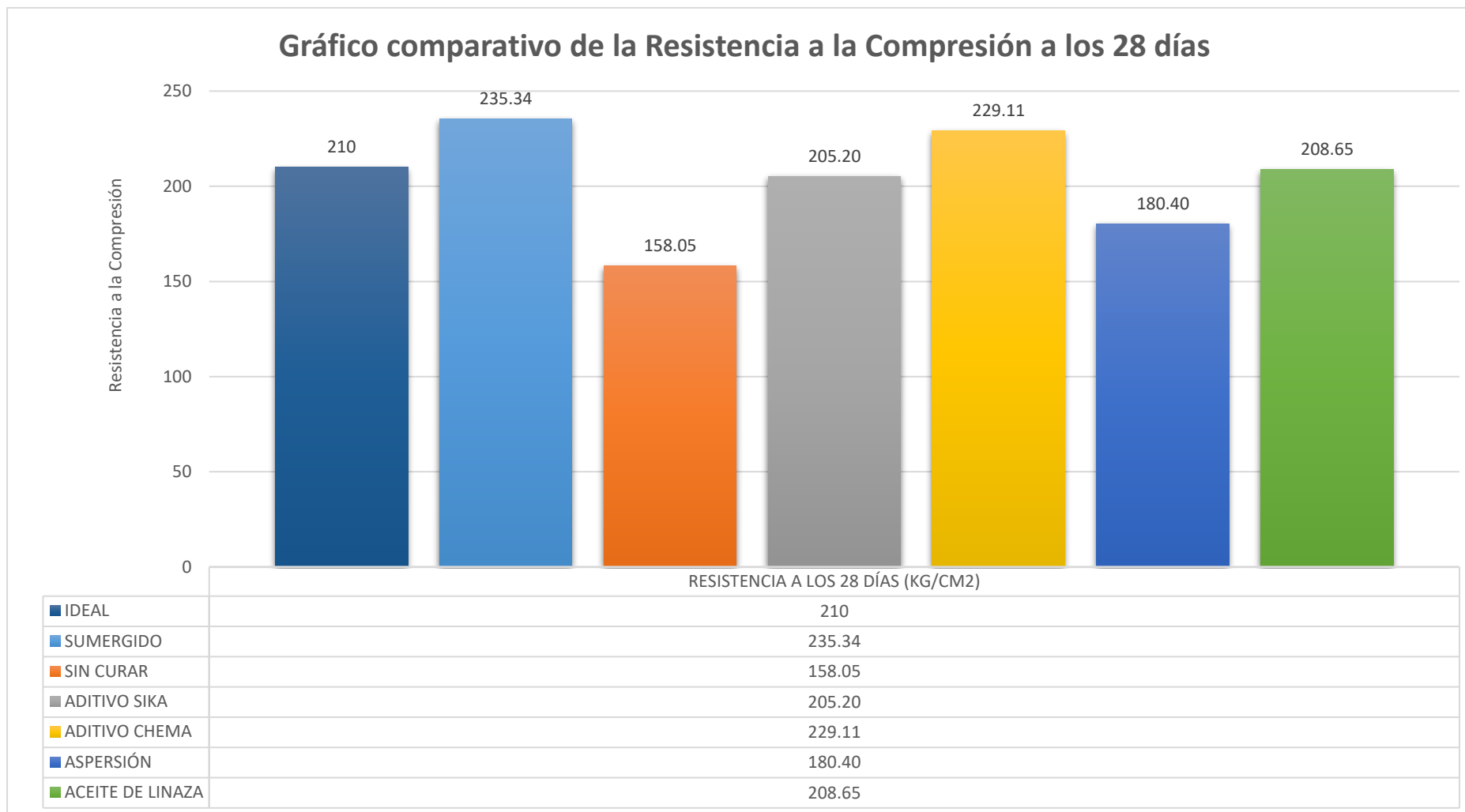
Fuente: Elaboración Propia



- En la figura 139 se muestran el resultado de los valores de resistencia a la compresión de cada briqueta procesada a los 14 días y su respectivo promedio por método de curado utilizado, sumergido y sin curar, en la figura 140 se tiene la comparativa porcentual con respecto a la resistencia ideal a los 14 días (80%). Y por último tenemos las gráficas comparativas de la resistencia a los 14 días por cada método de curado, sin curar y totalmente sumergido versus el curado con aceite de linaza en las figuras 141-150.



Figura 151. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la Resistencia a la Compresión a los 28 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza



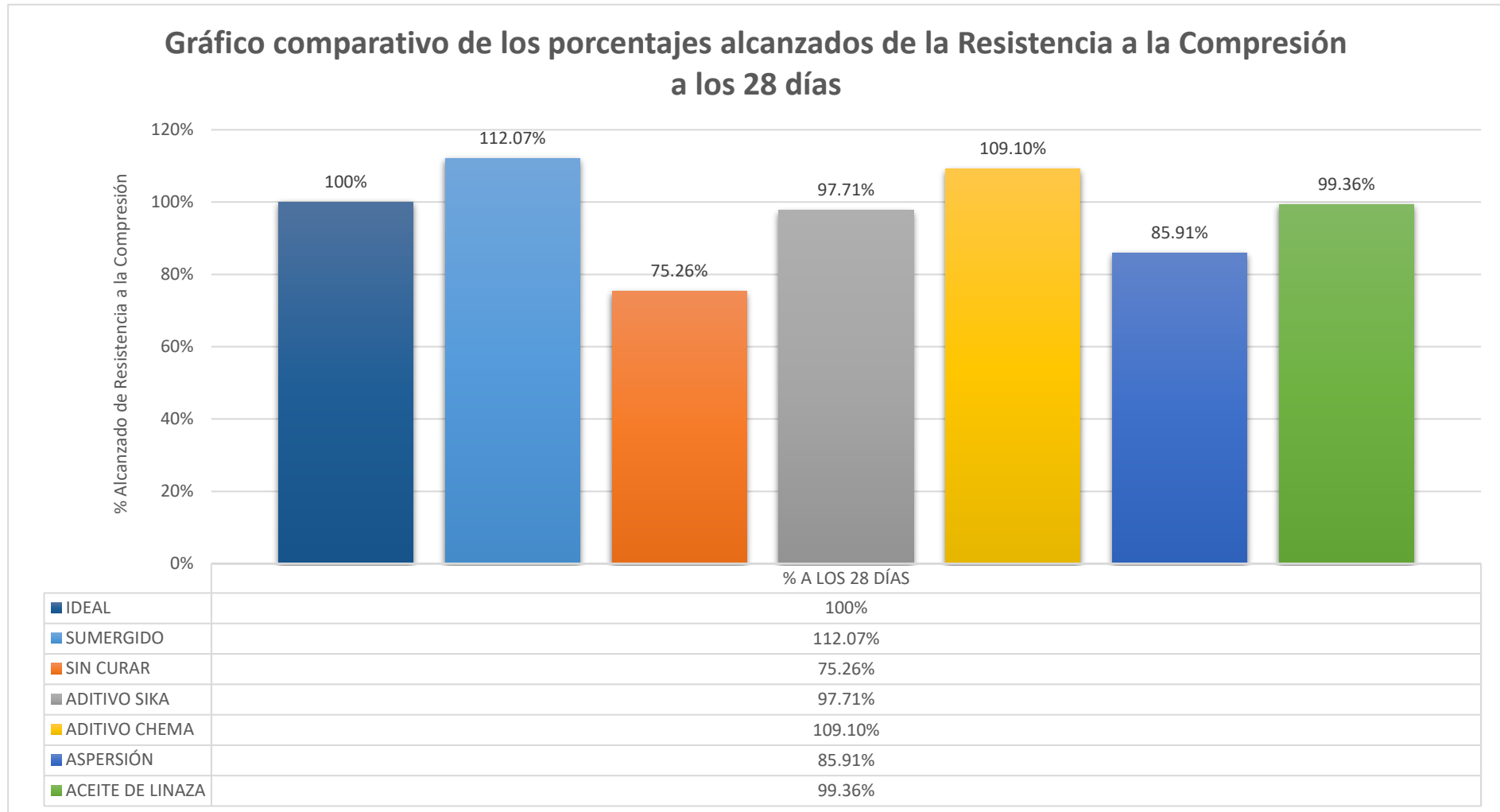
Nota: El siguiente gráfico muestra la Resistencia a compresión a los 28 días de las probetas curadas por los métodos de curado tradicionales, totalmente sumergido, sin curar, ideal y curado con aceite de Linaza para un diseño  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia





Figura 152. Gráfico comparativo porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 28 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza.

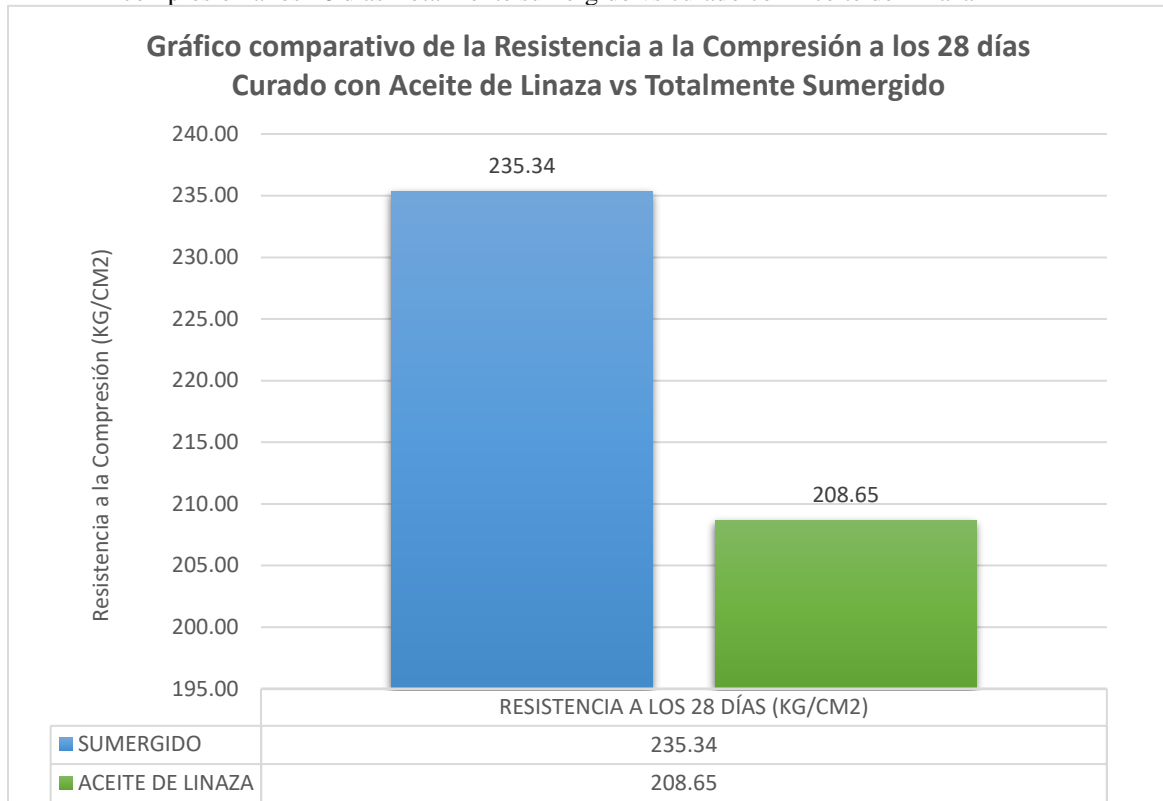


Nota: El siguiente gráfico muestra el porcentaje alcanzado de Resistencia a compresión a los 28 días de las probetas curadas por los métodos de curado tradicionales, totalmente sumergido, sin curar, ideal y curado con aceite de Linaza para un diseño F'C= 210 Kg/cm2

Fuente: Elaboración Propia



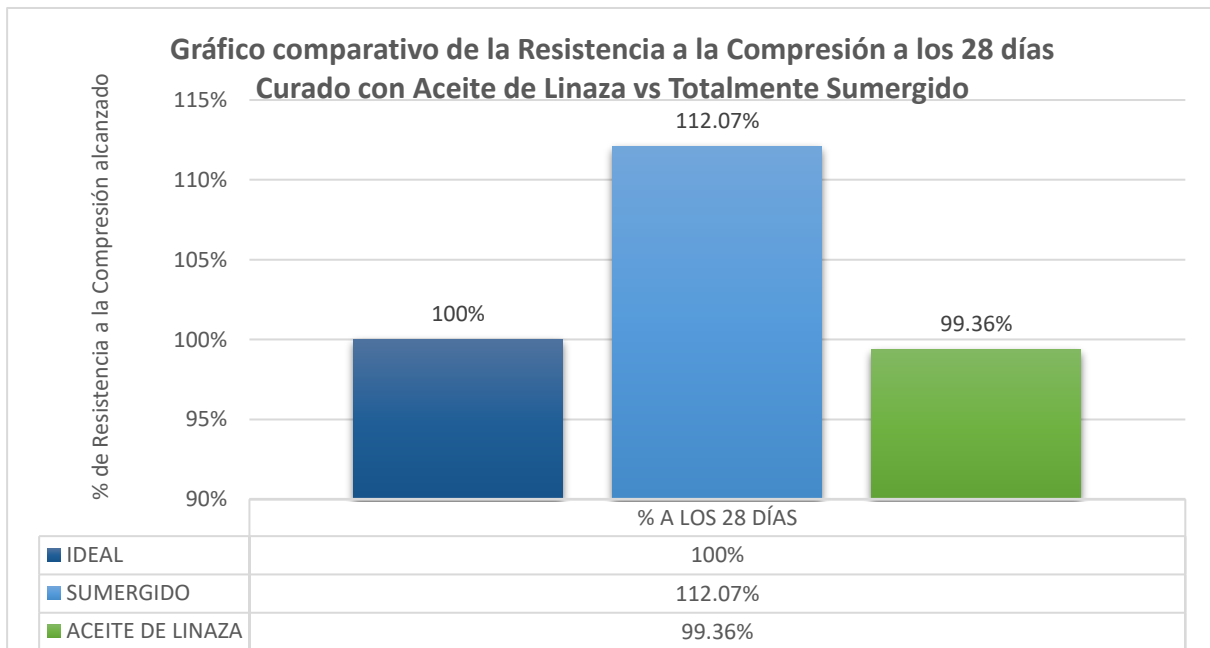
Figura 153. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 28 días Totalmente sumergido vs curado con Aceite de Linaza



Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 28 días de probetas totalmente sumergidas vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia

Figura 154. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 28 días Totalmente sumergido vs curado con Aceite de Linaza

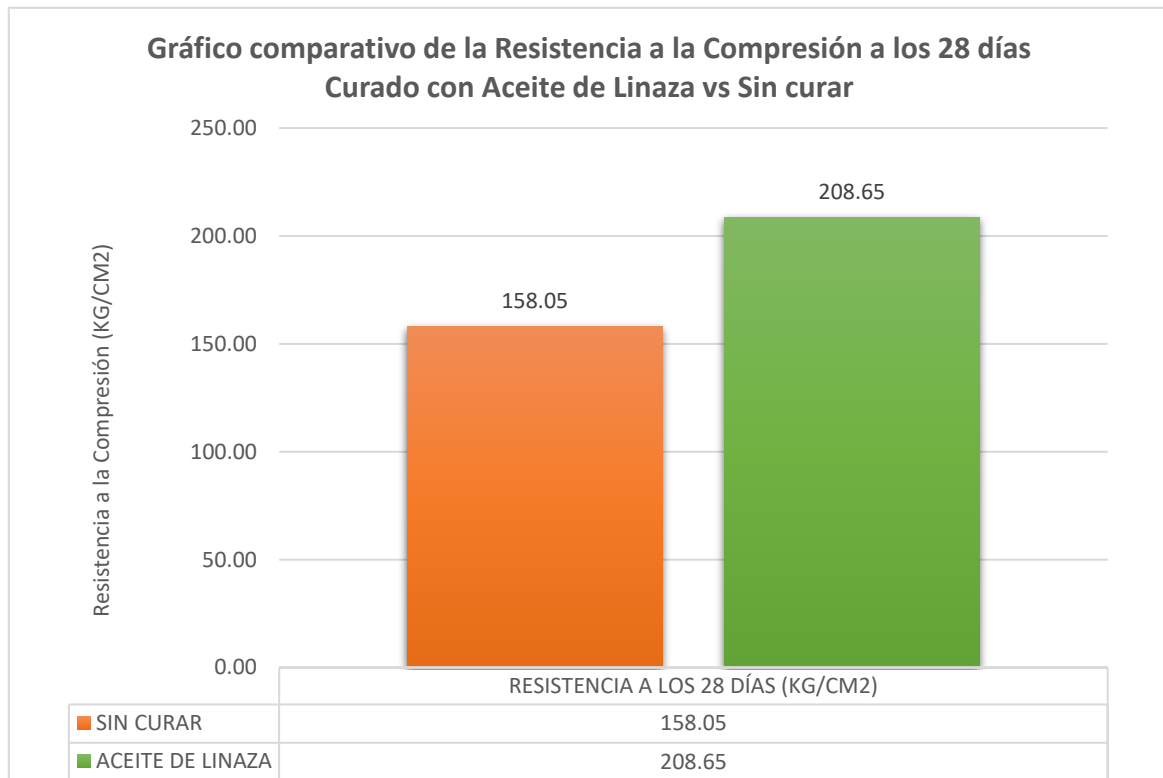


Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 28 días de probetas totalmente sumergidas vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia



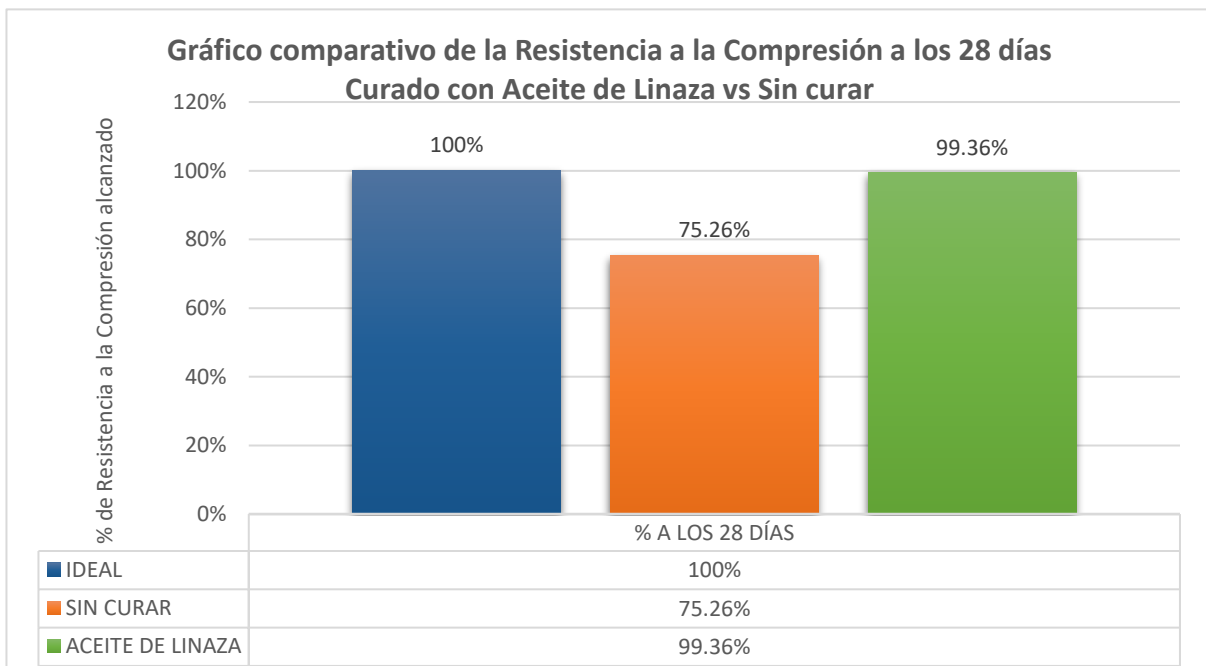
Figura 155. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 28 días Sin curar vs curado con Aceite de Linaza



Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 28 días de probetas sin curar vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia

Figura 156. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 28 días Sin curar vs curado con Aceite de Linaza

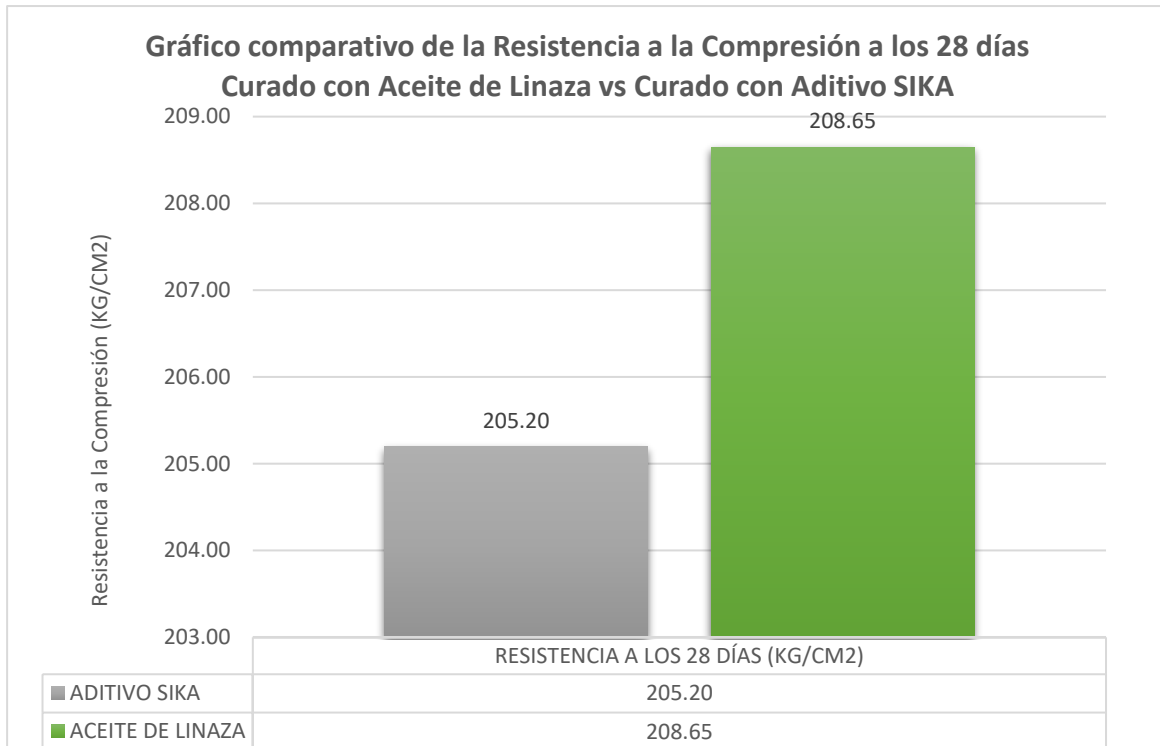


Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 28 días de probetas sin curar vs curadas con aceite de linaza

Fuente: Elaboración Propia



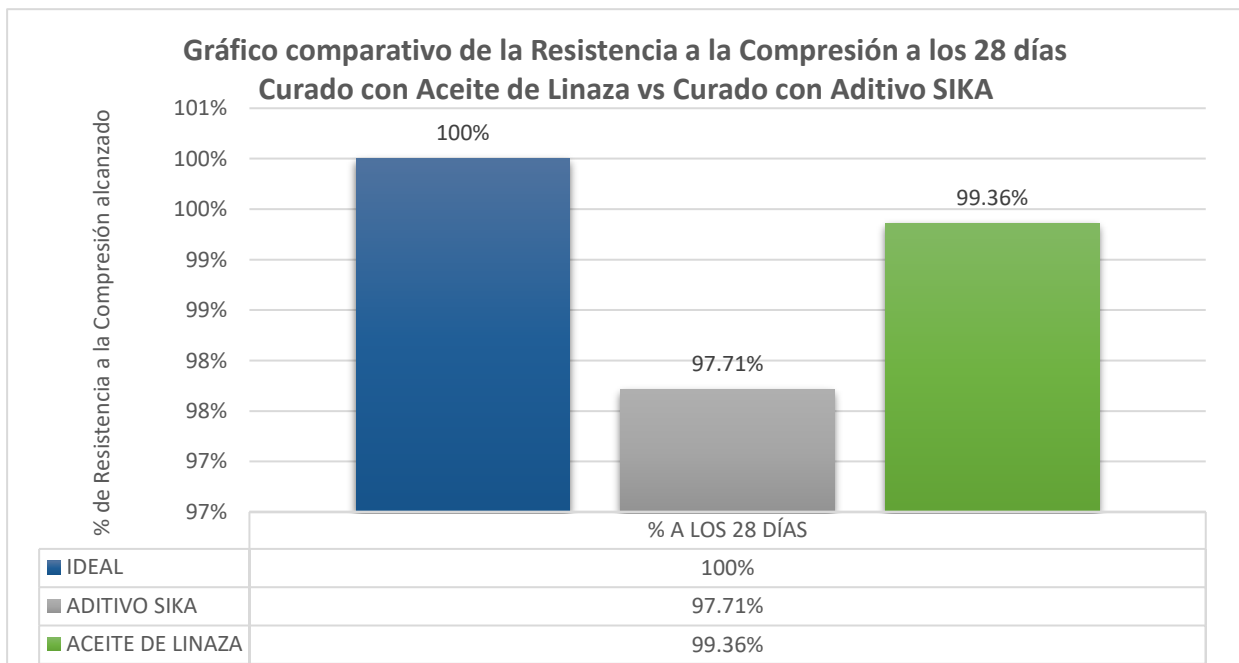
Figura 157. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 28 días curado con Aditivo SIKA vs curado con Aceite de Linaza



*Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 28 días de probetas curadas con Aditivo SIKA vs curadas con aceite de linaza*

Fuente: Elaboración Propia

Figura 158. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 28 días curado con Aditivo SIKA vs curado con Aceite de Linaza

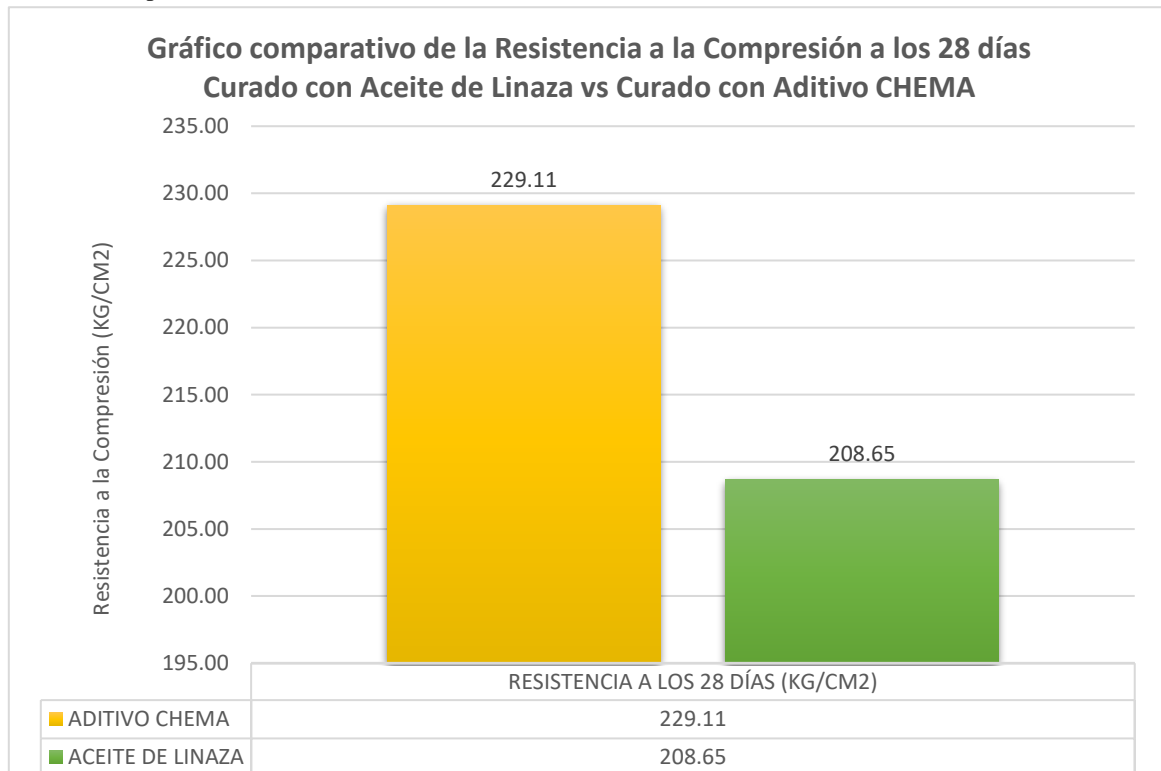


*Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 28 días de probetas curadas con Aditivo SIKA vs curadas con aceite de linaza*

Fuente: Elaboración Propia



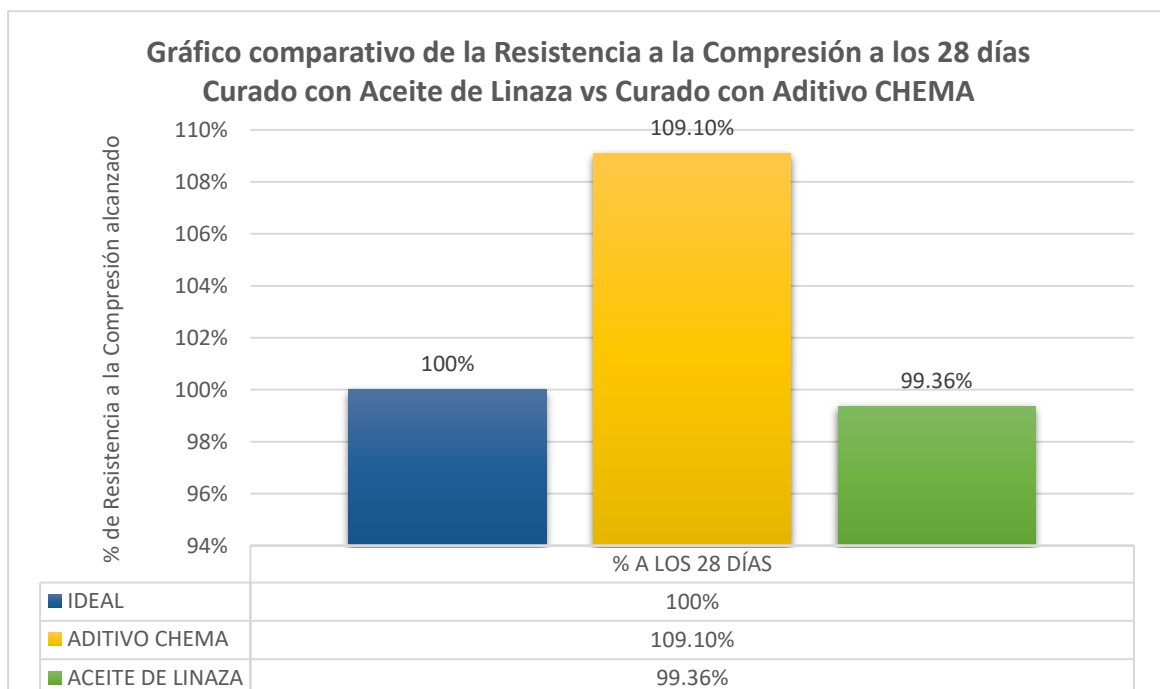
Figura 159. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 28 días Curado con Aditivo CHEMA vs curado con Aceite de Linaza



*Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 28 días de probetas curadas con Aditivo CHEMA vs curadas con aceite de linaza*

Fuente: Elaboración Propia

Figura 160. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 28 días Curado con Aditivo CHEMA vs curado con Aceite de Linaza

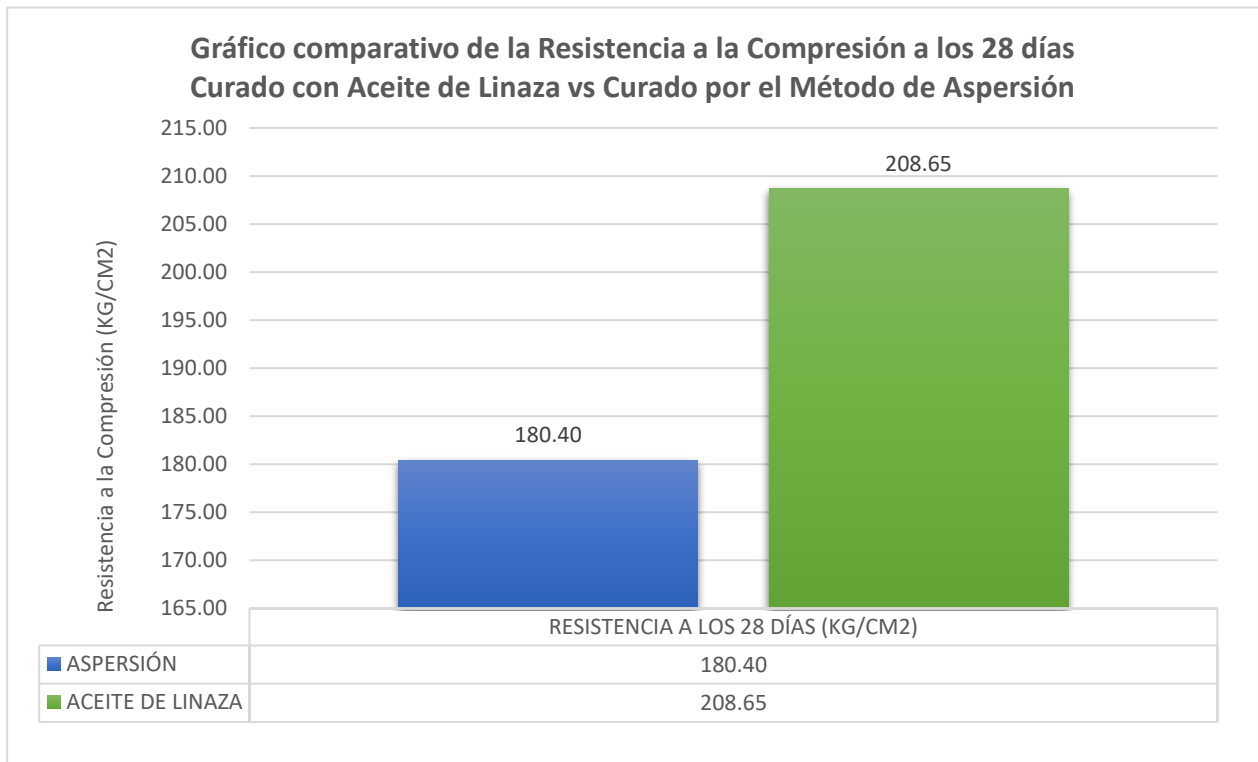


*Nota: El siguiente gráfico es la comparativa porcentual de Resistencia a la compresión a los 28 días de probetas curadas con Aditivo CHEMA vs curadas con aceite de linaza*

Fuente: Elaboración Propia



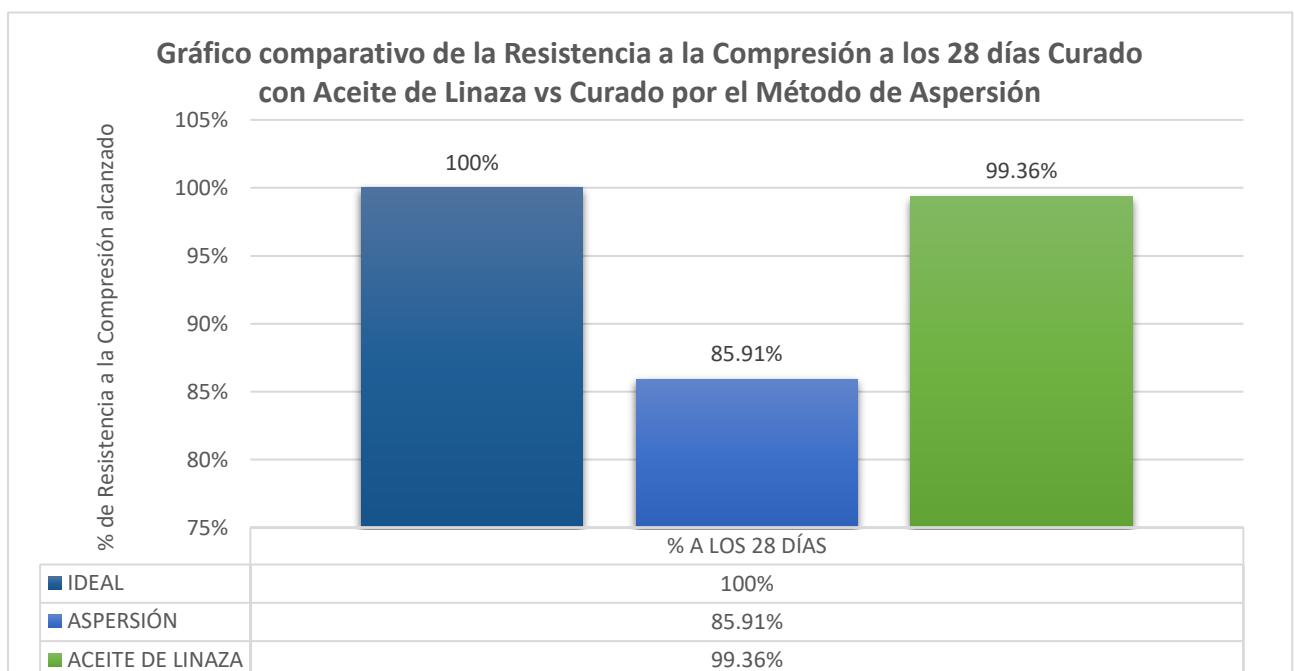
Figura 161. Gráfico comparativo de los valores promedio alcanzados de la resistencia a la compresión a los 28 días Curado por el método de Aspersión vs curado con Aceite de Linaza



*Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 28 días curadas por el Método de Aspersión vs curadas con aceite de linaza*

Fuente: Elaboración Propia

Figura 162. Gráfico comparativo porcentual de la resistencia a la compresión a los 28 días Curado por el método de Aspersión vs curado con Aceite de Linaza



*Nota: El siguiente gráfico es la comparativa de Resistencia a la compresión a los 28 días de curadas por el Método de Aspersión vs curadas con aceite de linaza*

Fuente: Elaboración Propia

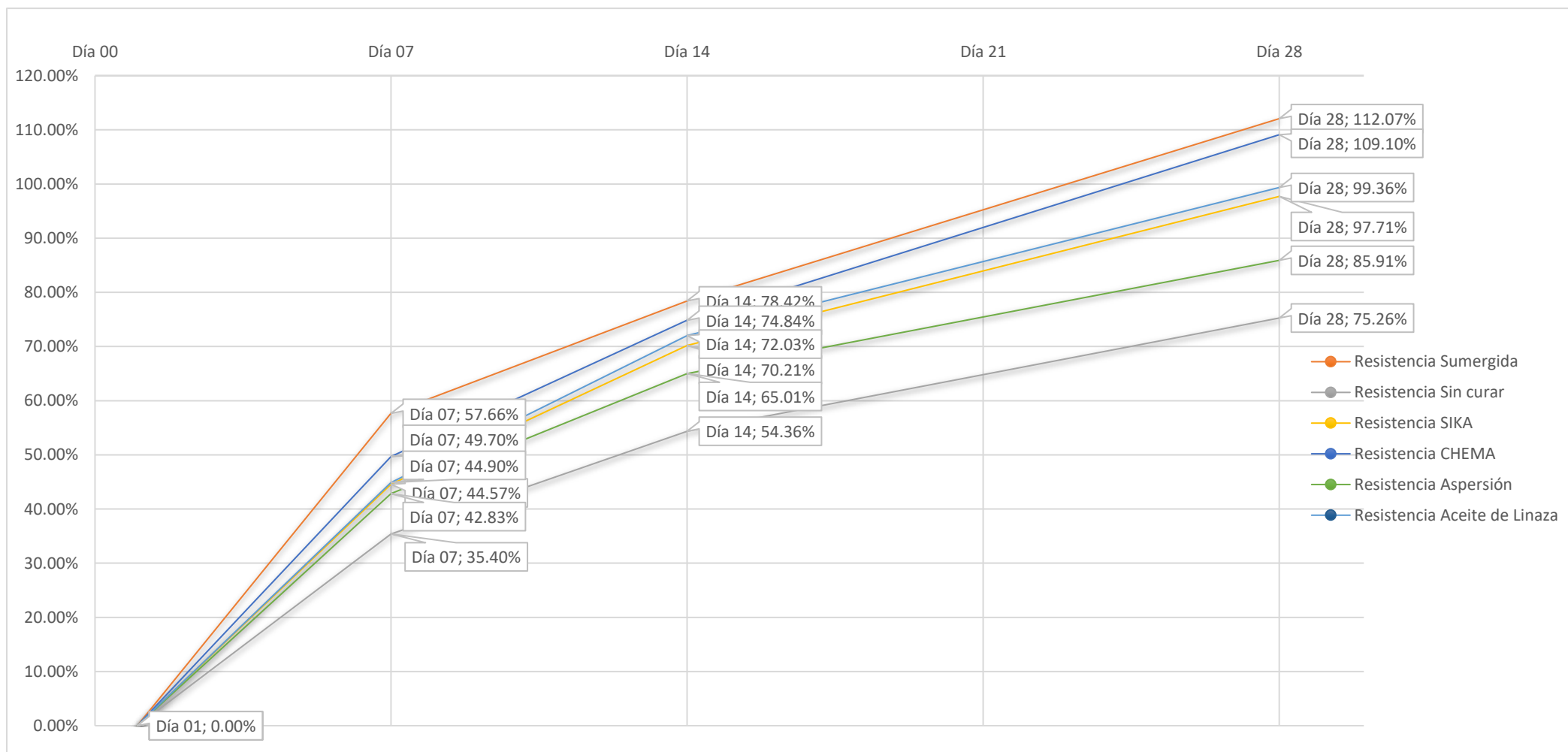




- En la figura 151 se muestran el resultado de los valores de resistencia a la compresión de cada briqueta procesada a los 28 días y su respectivo promedio por método de curado utilizado, sumergido y sin curar, en la figura 152 se tiene la comparativa porcentual con respecto a la resistencia ideal a los 28 días (100%). Y por último tenemos las gráficas comparativas de la resistencia a los 28 días por cada método de curado, sin curar y totalmente



Figura 163. Gráfico comparativo del porcentaje de desarrollo de la Resistencia a la Compresión de los valores promedio alcanzados a los 7, 14 y 28 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza

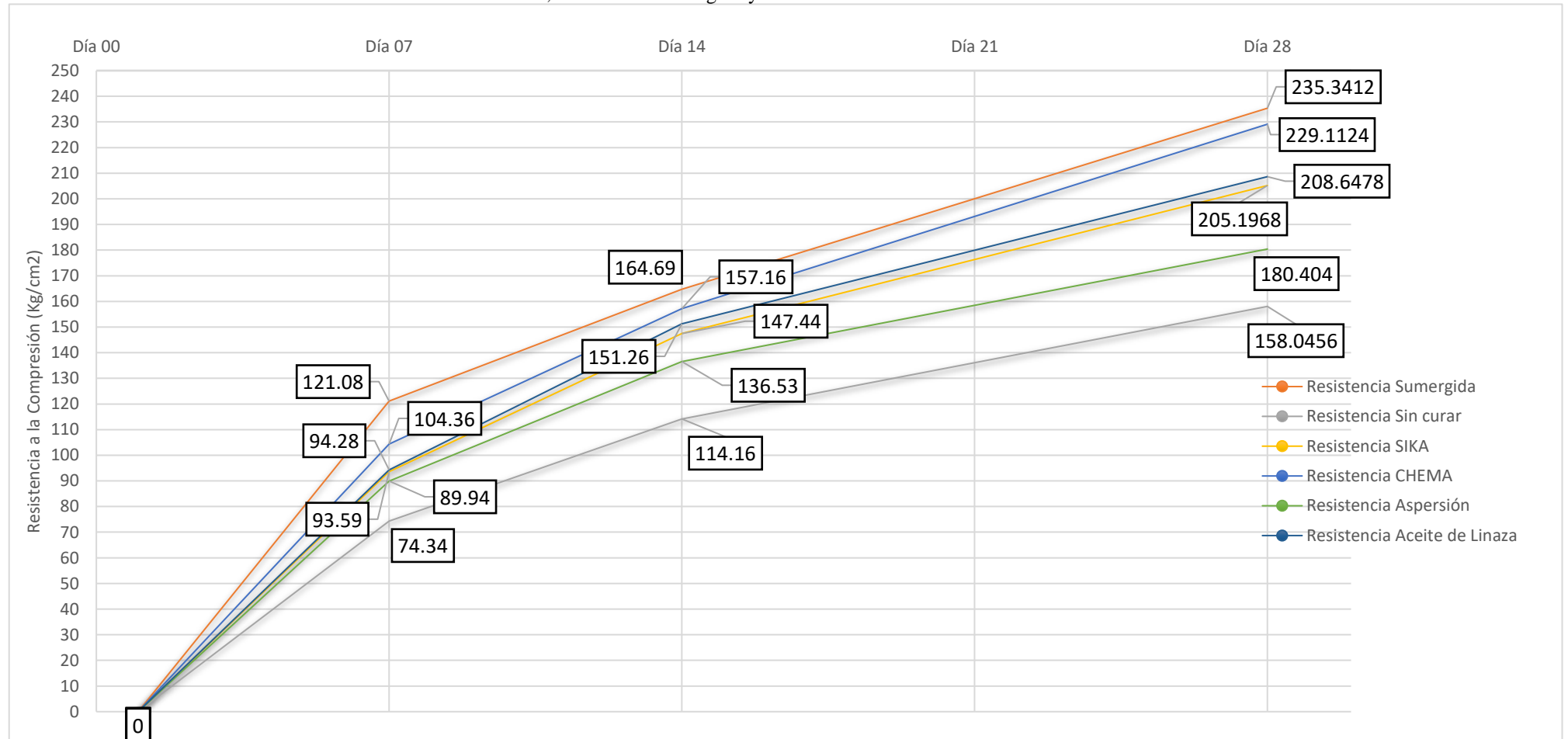


Nota: El siguiente gráfico muestra el Desarrollo de la Resistencia a compresión en función a sus porcentajes alcanzados a los 7, 14 y 28 días de las probetas curadas por los métodos de curado tradicionales, totalmente sumergido, sin curar, ideal y curado con aceite de Linaza para un diseño  $F' C = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia



Figura 164. Gráfico comparativo del desarrollo de la Resistencia a la Compresión de los valores promedio alcanzados a los 7, 14 y 28 días de los Métodos de Curado Tradicionales, Totalmente sumergido y sin curar vs Curado con Aceite de Linaza



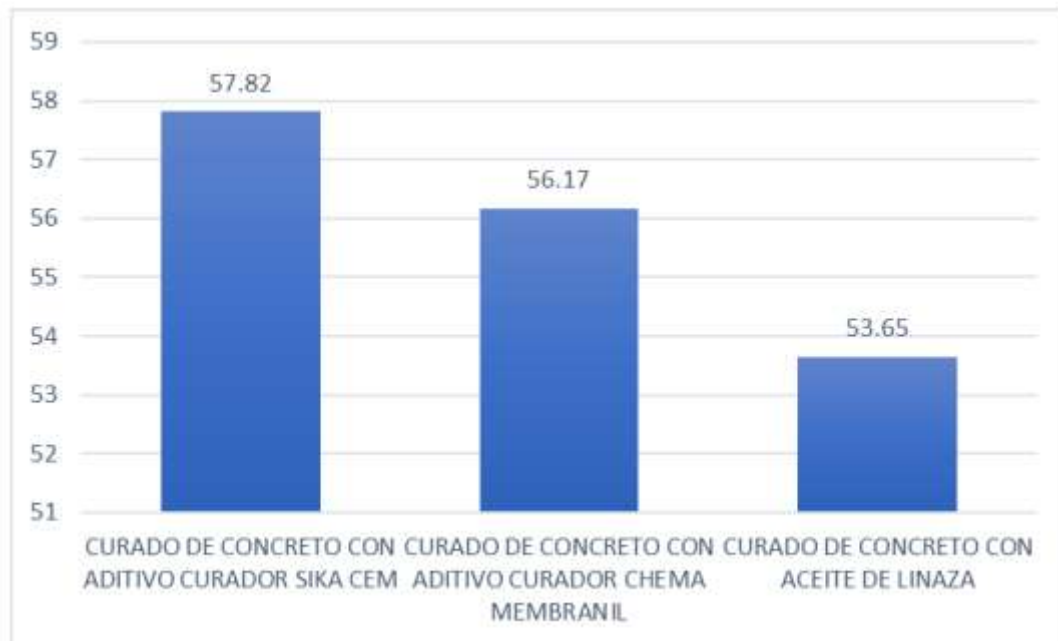
Nota: El siguiente gráfico muestra el Desarrollo de la Resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de las probetas curadas por los métodos de curado tradicionales, totalmente sumergido, sin curar, ideal y curado con aceite de Linaza para un diseño  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia



#### 4.6 Presupuesto

Figura 165. Gráfico comparativo del Análisis comparativo del presupuesto de los métodos de curado para 1m2 (S/.)



*Nota: El siguiente gráfico es la comparativa del costo por metro cuadrado de los Aditivos Comerciales SIKA y CHEMA, y el Método de curado con Aceite de Linaza*

Fuente: Elaboración Propia



## CAPITULO 5

### DISCUCIONES

**¿Los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto  $F'_{C} = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curados con aceite de linaza fueron superiores en un 10% a los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco fueron los esperados?**

No, los resultados obtenidos de resistencia a la compresión evaluados a los 7, 14 y 28 días curados con aceite de linaza no fueron superiores en un 10% a los métodos de curado tradicionales, siendo superior en un 10% solamente a los 14 y 28 días a un concreto sin curar en un porcentaje de 17.67% y 24.10% respectivamente y al método de curado por aspersión a los 28 días en un porcentaje de 13.00%.

**¿Los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días curados con aceite de linaza y curados mediante los métodos tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco fueron los esperados?**

No, los resultados de resistencia a la compresión evaluados a los 7, 14 y 28 días están en el rango de 70 kg/cm<sup>2</sup> a 125 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días; de 110 kg/cm<sup>2</sup> a 170 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, y de 150 kg/cm<sup>2</sup> a 240 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, con resultados de 235.34 kg/cm<sup>2</sup> para el curado totalmente sumergido, 158.05 kg/cm<sup>2</sup> para el método sin curar, 205.20 kg/cm<sup>2</sup> para el curado con Aditivo SIKA, con 229.11 kg/cm<sup>2</sup> para el aditivo CHEMA, 180.40 Kg/cm<sup>2</sup> para el curado por Método de Aspersión y 208.65 kg/cm<sup>2</sup> para curado con aceite de linaza; viendo la Resistencia de estos resultados podemos inferir que no fueron los esperados puesto que en el diseño de mezclas se diseña para un  $F'_{C} = 210 \text{ kg/cm}^2$  y solo el Método de Curado totalmente sumergido y Aditivo CHEMA alcanzó o superó la resistencia a los 28 días.

**¿Los resultados obtenidos tras la comparación entre el curado con aceite de linaza en comparación a un concreto curado totalmente sumergido fueron los esperados?**

No, los resultados obtenidos para la segunda comparación entre el método de curado con aceite de linaza y un concreto totalmente sumergido no fueron los esperados debido a que la Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días de un concreto totalmente sumergido fue mayor a un concreto curado con aceite de linaza, alcanzando la Resistencia de diseño solo el concreto totalmente sumergido (235.34 kg/cm<sup>2</sup> y 208.65 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente).

**¿Los resultados obtenidos tras la comparación entre el curado con aceite de linaza en comparación a un concreto curado por el método de aspersión fueron los esperados?**

Si, los resultados obtenidos para la tercera comparación entre el método de curado con aceite de



linaza y un concreto curado por el método de aspersión fueron los esperados debido a que la Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días de un concreto curado por el método de aspersión fue menor a un concreto curado con aceite de linaza, donde ninguno de los 2 métodos alcanzó la Resistencia de diseño (180.40 kg/cm<sup>2</sup> y 208.65 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente).

**¿Los resultados obtenidos tras la comparación entre el curado con aceite de linaza en comparación a un concreto curado con Aditivo CHEMA fueron los esperados?**

No, los resultados obtenidos para la cuarta comparación entre el método de curado con aceite de linaza y un concreto curado con aditivo CHEMA no fueron los esperados debido a que la Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días de un concreto curado con aditivo CHEMA fue mayor a un concreto curado con aceite de linaza alcanzando la Resistencia de diseño solo el concreto curado con Aditivo CHEMA (229.11 kg/cm<sup>2</sup> y 208.65 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente).

**¿Los resultados obtenidos tras la comparación entre el curado con aceite de linaza en comparación a un concreto curado con Aditivo SIKA fueron los esperados?**

Si, los resultados obtenidos para la quinta comparación entre el método de curado con aceite de linaza y un concreto curado con aditivo SIKA fueron los esperados debido a que la Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días de un concreto curado con Aditivo SIKA fue menor a un concreto curado con aceite de linaza donde ninguno de los 2 métodos alcanzó la Resistencia de diseño (205.20 kg/cm<sup>2</sup> y 208.65 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente).

**¿Los resultados obtenidos tras la comparación entre el curado con aceite de linaza en comparación a un concreto sin curar fueron los esperados?**

Si, los resultados obtenidos para la primera comparación entre el método de curado con aceite de linaza y un concreto sin curar fueron los esperados debido a que la Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días de un concreto sin curar fue menor a un concreto curado con aceite de linaza donde ninguno de los 2 métodos alcanzó la Resistencia de diseño (158.05 kg/cm<sup>2</sup> y 208.65 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente).

**¿Respecto al presupuesto, el curado con Aceite de linaza en un concreto será el que presente mayor relación costo-beneficio en relación a los aditivos comerciales para poder aplicarlo en un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad del Cusco?**

Si, debido al Análisis de Costos Unitarios, el Método de curado de concreto con Aceite de Linaza es el que presenta un rendimiento mayor y un costo más bajo por metro cuadrado (S/. 4,38.00 x m<sup>2</sup>) en comparación a los aditivos comerciales SIKA (S/8.78 x m<sup>2</sup>) y CHEMA (S/6.78 x m<sup>2</sup>) en un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad del Cusco.





## GLOSARIO

- **Absorción de agua:** La cantidad de agua absorbida por un material bajo condiciones especificadas de ensayo, comúnmente expresada como el porcentaje de la masa de la probeta de ensayo.
- **Aglomerante:** Material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto, por efectos de tipo exclusivamente físico.
- **ASTM:** Siglas en inglés para la American Society of Testing Materials, que significa, Asociación Americana de Ensayo de Materiales. Esta asociación radicada en Estados Unidos se encarga de probar la resistencia de los materiales para la construcción de bienes.
- **Cantera:** Depósito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de carreteras.
- **Clínker (clínquer):** producto final del horno de cemento portland, material cementantebruto antes de la molienda.
- **Concreto endurecido:** Concreto en el estado sólido que haya desarrollado una cierta resistencia.
- **Concreto fresco:** Concreto recién mezclado y aún plástico y trabajable.
- **Concreto reforzado (armado):** Concreto al cual se adicionan materiales resistentes a la tensión, tales como varillas de acero o alambre metálico.
- **Cono de abrams:** Molde con forma de cono trunco constituido material no atacable por la pasta de cemento, que se usa para medir la consistencia de la mezcla de concreto fresco. Se conoce también como cono de asentamiento.
- **Consistencia:** Movilidad relativa o capacidad para fluir del concreto, mortero o grout frescos. (Véanse también revenimiento y trabajabilidad).
- **Contenido de aire:** Volumen total de vacíos de aire, sea incluido, sea atrapado, en la pasta de cemento, mortero o concreto. El aire incluido aumenta la durabilidad del mortero o concreto endurecidos sometidos a congelación-deshielo y aumenta la trabajabilidad de las mezclas frescas.
- **Contracción (retracción):** Disminución de la longitud o del volumen del material, resultante de cambios del contenido de humedad, de la temperatura y cambios químicos.
- **Control de calidad:** Acciones realizadas por el productor o el contratista, a fin de proveer un control sobre lo que se está haciendo y sobre lo que se está suministrando,



para que las normas de buenas prácticas de obra se sigan.

- **Compactado:** Material que se encuentra condensado, resumido o apretado, sin espacios libres o poros.
- **Curado:** Proceso, a través del cual se mantienen el concreto, mortero, grout o revoques frescos, en la condición húmeda y a una temperatura favorable, por el periodo de tiempo de sus primeras etapas, a fin de que se desarrollen las propiedades deseadas del material. El curado garantiza la hidratación y el endurecimiento satisfactorios de los materiales cementantes.
- **Deformímetro:** Instrumento que muestra las diferencias superficiales, deformaciones, que puede presentar una pieza.
- **Dosificación:** Proceso de medición, por peso o por volumen, de los ingredientes y su introducción en la mezcladora para una cantidad de concreto, mortero, grout o revoque.
- **Ductilidad:** Relación entre la deformación unitaria última y la deformación alcanzada para un  $f'c$  máximo
- **Durabilidad:** Capacidad del concreto, mortero, grout o revoque de cemento portland de resistir a la acción de las intemperies y otras condiciones de servicio, tales como ataque químico, congelación-deshielo y abrasión.
- **Endurecimiento rápido:** Desarrollo rápido de la rigidez en la pasta de cemento hidráulico, mortero, grout, revoque o concretos frescos.
- **Estado saturado superficialmente seco:** Cuando todos los poros del agregado están llenos de agua, pero seco superficialmente.
- **Fraguado:** Grado en el cual el concreto fresco perdió su plasticidad y se endurece.
- **Granulometría (gradación):** Distribución del tamaño de las partículas de agregado, que se determina por la separación a través de tamices normalizados.
- **Híbrido:** Que es producto de elementos de distinta naturaleza.
- **Hidratación:** Es la reacción entre el cemento hidráulico y el agua, a través de la cual se forman nuevos compuestos que confieren resistencia al concreto, mortero, grout y revoque.
- **Masa específica:** Masa por unidad de volumen, peso por unidad de volumen al aire, por ejemplo, en  $kg/m^3$ .
- **Masa unitaria (masa volumétrica, densidad):** Masa volumétrica del concreto fresco o del agregado, que normalmente se determina pesándose un volumen



conocido de concreto o agregado (la densidad a granel o suelta de los agregados incluye los vacíos entre las partículas).

- **Material cementante (material cementoso):** Cualquier material que presente propiedades cementantes o que contribuya para la formación de compuestos hidratados de silicato de calcio. En el proporcionamiento del concreto se consideran como materiales cementantes: cemento portland, cemento hidráulico mezclado, ceniza volante, escoria granulada de alto horno molida, humo de sílice, arcilla calcinada, metacaolinita, esquisto calcinado y ceniza de cáscara de arroz.
- **Materia orgánica:** Conjunto de células animales y vegetales descompuestas total o parcialmente por la acción de microorganismos.
- **Módulo de finura (mf):** Factor que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie especificada y dividido por 100.
- **Plasticidad:** Aquella propiedad de la pasta, concreto, mortero, grout o revoque fresco que determina su trabajabilidad, resistencia a deformación o facilidad de moldeo.
- **Portland:** Cemento hidráulico de silicato de calcio que se produce por la pulverización del Clinker de cemento portland y normalmente también contiene sulfato de calcio y otros compuestos. (Véase también cemento hidráulico).
- **Probetas:** Pieza sometida a diversos ensayos mecánicos para estudiar las propiedades del material.
- **Sangrado (exudación):** Flujo del agua de la mezcla del concreto fresco, causado por el asentamiento de los materiales sólidos de la mezcla.
- **Segregación:** Separación de los componentes del concreto fresco (agregados y mortero), resultando en una mezcla sin uniformidad.
- **Slump:** Establece la determinación del asentamiento del concreto fresco en laboratorio como en campo. Este método consiste en colocar una muestra de concreto en un molde en forma de cono trunco y de acuerdo a procedimientos tales como medidas de desnivel con referencia al molde de cono trunco establecer valores que servirán para encontrar el asentamiento.
- **Standard:** Que es lo más habitual o corriente, o que reúne las características comunes a la mayoría.
- **Vacíos de aire:** Vacíos de aire atrapado (aire ocluido) o burbujas de aire incluido en el concreto, mortero o grout. Los vacíos atrapados normalmente tienen un diámetro



mayor que 1 mm y los vacíos incluidos son menores. La mayoría de los vacíos atrapados se debe remover a través de vibración interna, plantillas vibratorias o varilladas.

- **Vibración:** Agitación de alta frecuencia del concreto fresco a través de aparatos mecánicos, con propósitos de consolidación.

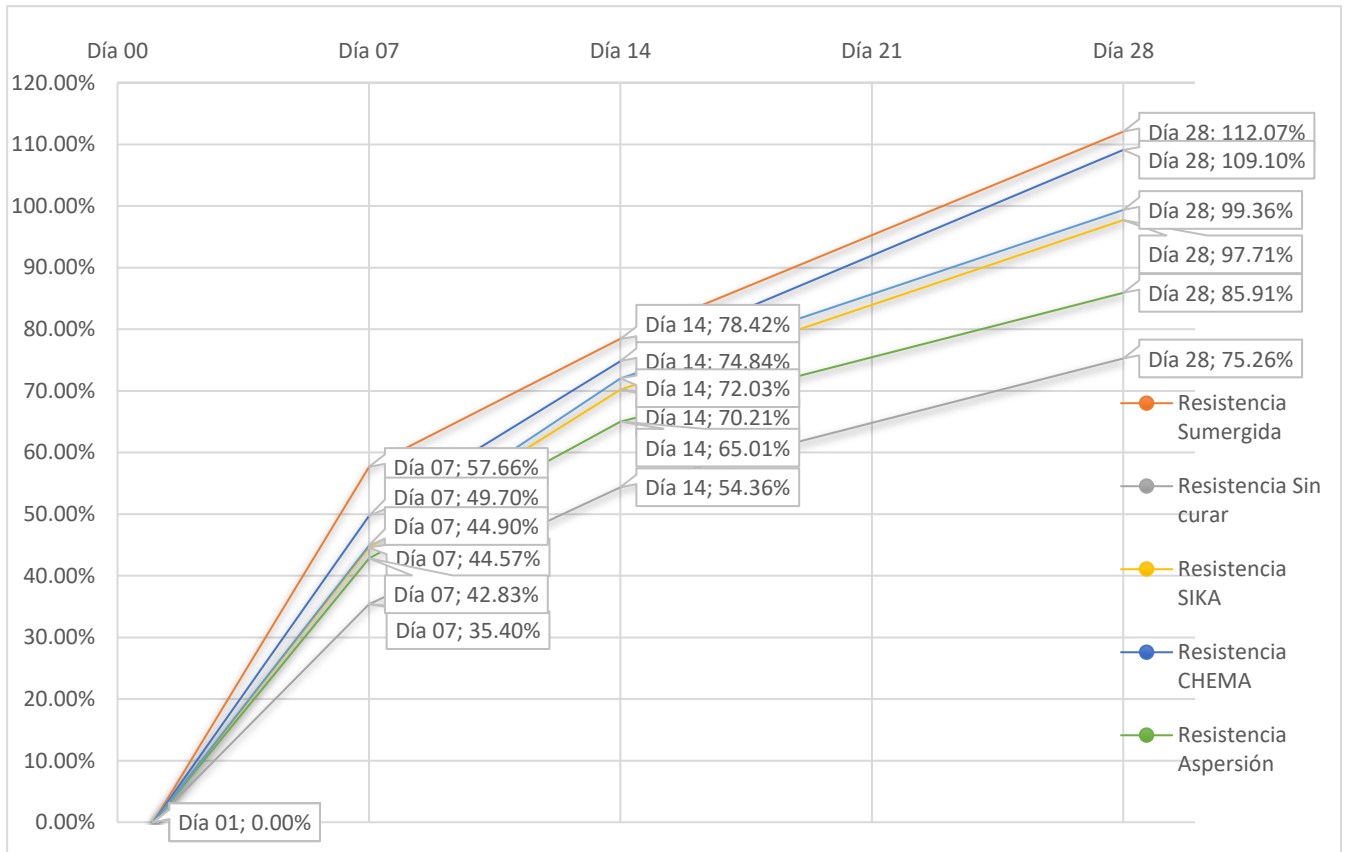


## CONCLUSIONES

- **Conclusión N° 01**

No se ha demostrado la hipótesis general: “El desarrollo de la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza, evaluado a temperatura ambiente, genera resistencias superiores en un 10% en comparación a los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco y tendrá una influencia positiva a los 7, 14 y 28 días.”

Referenciando a la figura N° 163, de la página 216, donde se muestra que el desarrollo de la Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días de un concreto de calidad  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza en la ciudad del Cusco, evaluado a temperatura ambiente no ha generado resistencias superiores en un 10% a los 7, 14 y 28 días, siendo superior a los 7 días a los métodos de curado por aspersión, curado con aditivo SIKA y sin curar en un porcentaje de 2.00%, 0.33% y 9.50% respectivamente; a los 14 días a los métodos de curado por aspersión, curado con aditivo SIKA y sin curar en un porcentaje de 7.00%, 1.82% y 17.67% respectivamente y a los 28 días a los métodos de curado por aspersión, curado con aditivo SIKA y sin curar en un porcentaje de 13.00%, 1.65% y 24.10% respectivamente y siendo inferior a los 7 días a los métodos de curado totalmente sumergido y aditivo CHEMA en un porcentaje de 12.76% y 4.8% respectivamente; a los 14 días a los métodos de curado totalmente sumergido y aditivo CHEMA en un porcentaje de 6.39% y 2.81% respectivamente; y a los 28 días a los métodos de curado totalmente sumergido y aditivo CHEMA en un porcentaje de 12.71% y 9.74% respectivamente.



• **Conclusión N° 02**

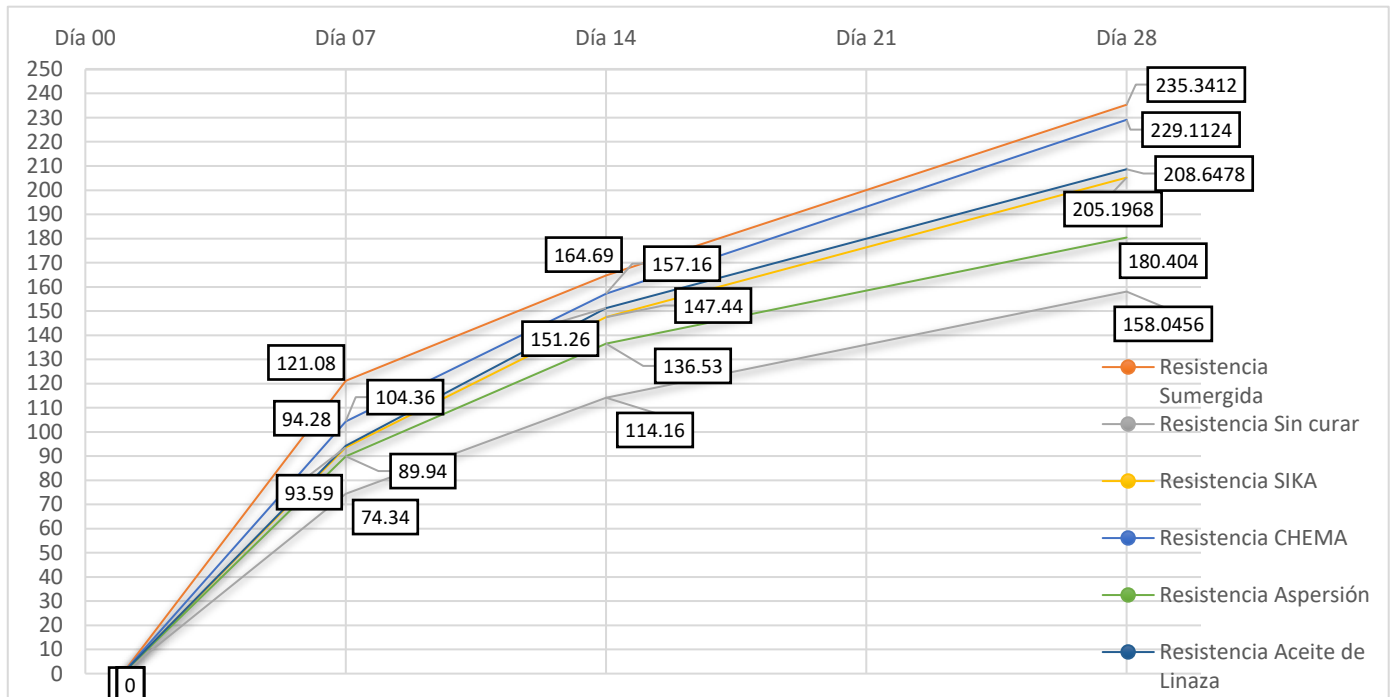
No se ha demostrado la Sub Hipótesis 1: “La Resistencia a la Compresión de los concretos de calidad  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curados con aceite de linaza y curados mediante los métodos tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días, evaluados a temperatura ambiente, tendrán un desarrollo apropiado y cumplirán con los parámetros establecidos en la norma MTC E 704.”

Referenciando a la figura 164 de la página 217 respectivamente donde cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma MTC E 704 se muestra los resultados de la Resistencia a la Compresión de los concretos de calidad  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  curados con aceite de linaza y curados mediante los métodos tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco a los 7,14 y 28 días; a los 7 días, con resultados de 121.08 kg/cm<sup>2</sup> para el curado totalmente sumergido, 74.34 kg/cm<sup>2</sup> para el método sin curar, 93.59 kg/cm<sup>2</sup> para el curado con Aditivo SIKA, con 104.36 kg/cm<sup>2</sup> para el aditivo CHEMA, 89.94 Kg/cm<sup>2</sup> para el curado por Método de Aspersión y 94.28 kg/cm<sup>2</sup> para curado con aceite de linaza; de 110 kg/cm<sup>2</sup> a 170 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, con resultados de 164.69 kg/cm<sup>2</sup> para el curado totalmente sumergido, 114.16 kg/cm<sup>2</sup> para el método sin curar, 147.44 kg/cm<sup>2</sup> para el curado con Aditivo SIKA, con 157.16 kg/cm<sup>2</sup> para el aditivo CHEMA, 136.53 Kg/cm<sup>2</sup> para el curado por Método de Aspersión y 151.26 kg/cm<sup>2</sup>





para curado con aceite de linaza; y de 150 kg/cm<sup>2</sup> a 240 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, con resultados de 235.34 kg/cm<sup>2</sup> para el curado totalmente sumergido, 158.05 kg/cm<sup>2</sup> para el método sin curar, 205.20 kg/cm<sup>2</sup> para el curado con Aditivo SIKA, con 229.11 kg/cm<sup>2</sup> para el aditivo CHEMA, 180.40 Kg/cm<sup>2</sup> para el curado por Método de Aspersión y 208.65 kg/cm<sup>2</sup> para curado con aceite de linaza en donde solo el Método de curado totalmente sumergido y curado con Aditivo CHEMA superaron la resistencia de Diseño a los 28 días.



• **Conclusión N° 03**

Se ha demostrado la Sub Hipótesis 2: “La resistencia a la compresión de un concreto de calidad F’C = 210 Kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza será menor a la resistencia de un concreto curado totalmente sumergido en agua a los 7, 14 y 28 días.”

Referenciando a las figuras 129, 141 y 153 de las páginas 194, 202 y 210 respectivamente, donde se muestra que la Resistencia a la Compresión de un concreto curado totalmente sumergido (121.08 kg/cm<sup>2</sup>, 164.69 kg/cm<sup>2</sup>, 235.34 kg/cm<sup>2</sup>) es mayor a la resistencia del concreto curado con aceite de linaza (94.28 kg/cm<sup>2</sup>, 151.26 kg/cm<sup>2</sup>, 208.65 kg/cm<sup>2</sup>) a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

• **Conclusión N° 04**

Se ha demostrado la Sub Hipótesis 3: “La resistencia a la compresión de un concreto de calidad F’C = 210 Kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza será mayor a la resistencia de un concreto curado por el método de aspersión a los 7, 14 y 28 días.”



Referenciando a la figura 137, 149 y 161, de las páginas 198, 206 y 214 respectivamente donde se muestra que la Resistencia a la Compresión de un concreto curado por el Método de Aspersión (89.94 kg/cm<sup>2</sup>, 136.53 kg/cm<sup>2</sup>, 180.40 kg/cm<sup>2</sup>) es menor a la resistencia del concreto curado con aceite de linaza (94.28 kg/cm<sup>2</sup>, 151.26 kg/cm<sup>2</sup>, 208.65 kg/cm<sup>2</sup>) a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

- **Conclusión N° 05**

No se ha demostrado la Sub Hipótesis 4“: La resistencia a la compresión de un concreto de calidad F’C = 210 Kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza será mayor a la resistencia de un concreto curado con aditivo Chema a los 7, 14 y 28 días.”

Referenciando a la figura 135, 147 y 159, de las páginas 197, 205 y 213 respectivamente donde se muestra que la Resistencia a la Compresión de un concreto curado con Aditivo CHEMA (104.36 kg/cm<sup>2</sup>, 157.16 kg/cm<sup>2</sup>, 229.11 kg/cm<sup>2</sup>) es mayor a la resistencia del concreto curado con aceite de linaza (94.28 kg/cm<sup>2</sup>, 151.26 kg/cm<sup>2</sup>, 208.65 kg/cm<sup>2</sup>) a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

- **Conclusión N° 06**

Se ha demostrado la Sub Hipótesis 5: “: La resistencia a la compresión de un concreto de calidad F’C = 210 Kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza será mayor a la resistencia de un concreto curado con Aditivo SIKA a los 7, 14 y 28 días.”

Referenciando a la figura 133, 145 y 157, de las páginas 196, 204 y 212 respectivamente donde se muestra que la Resistencia a la Compresión de un concreto curado con aditivo SIKA (93.59 kg/cm<sup>2</sup>, 147.44 kg/cm<sup>2</sup>, 205.20 kg/cm<sup>2</sup>) es menor a la resistencia del concreto curado con aceite de linaza (94.28 kg/cm<sup>2</sup>, 151.26 kg/cm<sup>2</sup>, 208.65 kg/cm<sup>2</sup>) a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

- **Conclusión N° 07**

Se ha demostrado la Sub Hipótesis 6: “: La resistencia a la compresión de un concreto de calidad F’C = 210 Kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza será mayor a la resistencia de un concreto sin curar a los 7, 14 y 28 días.”

Referenciando a la figura 131, 143, 155, de las páginas 195, 203 y 211 respectivamente donde se muestra que la Resistencia a la Compresión de un concreto curado sin curar (74.34 kg/cm<sup>2</sup>, 114.16 kg/cm<sup>2</sup>, 158.05 kg/cm<sup>2</sup>) es menor a la resistencia del concreto curado con aceite de linaza a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

- **Conclusión N° 08**

No se ha demostrado la Sub Hipótesis 6: “: El método de curado con aceite de linaza presentará



mayor influencia en la resistencia a la compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> alcanzando o superando la resistencia de diseño a los 7, 14 y 28 días.”

Referenciando a la figura 163, de la página 216 respectivamente donde se muestra que el Método de curado que mayor influencia tuvo en la Resistencia a la Compresión de un concreto de calidad  $F'C = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> alcanzando o superando la resistencia de diseño a los 7, 14 y 28 días fue el Método de curado con Aditivo CHEMA (104.36 kg/cm<sup>2</sup>, 157.16 kg/cm<sup>2</sup>, 229.11 kg/cm<sup>2</sup>) y totalmente sumergido (121.08 kg/cm<sup>2</sup>, 164.69 kg/cm<sup>2</sup>, 235.34 kg/cm<sup>2</sup>) superando la Resistencia de diseño.

- **Conclusión N° 09**

Se ha demostrado la Sub Hipótesis 6: “: El método de curado con Aceite de Linaza presentará la mejor relación costo-beneficio para poder aplicarlo en un concreto de calidad  $F'C = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad del Cusco.”

Referenciando a la figura 165, de la página 218 respectivamente donde se muestra que el método de curado con Aceite de Linaza presenta la mejor relación costo-beneficio para poder aplicarlo en un concreto de calidad  $F'C = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad del Cusco teniendo un rendimiento mayor y un costo más bajo por metro cuadrado (S/. 53.65 x 1 m<sup>2</sup>) en comparación a los aditivos comerciales SIKA (S/57.82 x 1 m<sup>2</sup>) y CHEMA (S/56.17 x 1 m<sup>2</sup>).

- **Conclusión N° 10**

Con respecto a los resultados obtenidos en el presenta trabajo de investigación, observamos que la innovación en nuevos métodos de curado tal como el curado con aceite de Linaza brindan un aporte técnico en el desarrollo e influencia en la Resistencia a la compresión de un concreto calidad  $F'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> obteniendo resistencias similares a los métodos de curado tradicionales (Aspersión, Aditivo SIKA y Aditivo CHEMA) utilizados en la ciudad del Cusco.



## RECOMENDACIONES

### **Recomendación N° 01:**

Se recomienda realizar una investigación en el análisis comparativo de la Resistencia en la Compresión mediante los diversos Métodos de Curado, incluyendo el curado con aceite de linaza en zonas donde la temperatura sea menor a 5°C o mayores a 35° C para así poder evaluar el comportamiento estructural de diferentes edificaciones en zonas donde se deba llevar a cabo un control de Temperatura en el proceso de curado.

### **Recomendación N° 02:**

Se recomienda realizar investigaciones sobre la modificación de las proporciones de aditivos curadores al concreto para así poder analizar su comportamiento en diferentes elementos estructurales.

### **Recomendación N° 03:**

Se recomienda realizar un estudio en cuanto al curado de concreto con aditivos naturales, que tengan características similares a los Aditivos comerciales (SIKA y CHEMA) o al Aceite de Linaza.

### **Recomendación N° 04:**

Se recomienda, el estudio del curado con Aceite de Linaza, con agregados finos y gruesos de canteras diferentes, tipos de cemento diferentes y relaciones agua/cementos diferentes.

### **Recomendación N° 05:**

Se recomienda, que para el mezclado de concreto en obra se elaboren probetas de concreto acorde a lo calculado en las proporciones del diseño de mezclas, para así garantizar la calidad de concreto y tras la realización del proceso de curado alcance o supere la resistencia de diseño estipulada.

### **Recomendación N° 06:**

Se recomienda, que para el mezclado de concreto en obra se elaboren probetas de concreto acorde a lo calculado en las proporciones del diseño de mezclas, para así garantizar la calidad de concreto y tras la realización del proceso de curado alcance o supere la resistencia de diseño estipulada.

### **Recomendación N° 07:**

Se recomienda realizar el proceso de curado con los Aditivos Comerciales SIKA y CHEMA,



según lo que nos indica su ficha técnica con brocha o si es posible con una maquina aspersora para así garantizar que el elemento estructural alcance o supere su resistencia de diseño.

**Recomendación N° 08:**

Se recomienda tomar en consideración los Tipos de falla de rotura al momento de realizar los ensayos de Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días, para así tener en cuenta si las probetas a ensayar estuvieron bien elaboradas y determinar el tipo de falla producido y si alcanza o no la Resistencia de Diseño.

**Recomendación N° 09:**

Se recomienda tomar como referencia la presente investigación para la elaboración de futuros métodos de curado con Aditivos Naturales y para todos aquellos que necesiten conocer la influencia del Método de curado en la Resistencia a la Compresión de un concreto.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

(s.f.).

Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos E.I.R.L. - Editor.

ACOFARMA, Distribución. (2003). FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA. En A. DISTRIBUCIÓN, *FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA*. ACOFARMA DISTRIBUCIÓN S. A.

ASTM INTERNATIONAL . (s.f.). *Práctica estándar para Estimación de la resistencia del hormigón por el método de madurez*.

BAMBÚ, & GUADUA. (s.f.). ¿QUÉ ES EL ACEITE DE LINAZA? En G. & BAMBÚ, *¿QUÉ ES EL ACEITE DE LINAZA?* Colombia.

BAMBÚ; GUADUA. (s.f.). ¿QUÉ ES EL ACEITE DE LINAZA? En G. & BAMBÚ, *¿QUÉ ES EL ACEITE DE LINAZA?* Colombia.

Canali, H. (1946). Aceite de linaza: su determinación en semilla; su empleo como combustible. En H. Canali, *Aceite de linaza: su determinación en semilla; su empleo como combustible*.

CHEMA. (2017). *SÚPER CURADOR CHEMA*.

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI. (02 de 02 de 2011). NTP 400.017. *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*. Lima, Perú.

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI. (07 de 08 de 2013). NTP 339.185. *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima, Perú.

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI. (26 de 12 de 2013). NTP 400.018. *AGREGADOS. Metodo de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um (N° 200) por lavado en agregados*. Lima, Perú.





Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI. (26 de 12 de 2013). NTP 400.022. *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima, Perú.

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI. (30 de 12 de 2014). NTP 400.037. *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima, Perú: ASTM 2013 - INDECOPI 2014.

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI. (16 de 05 de 2016). NTP 400.021. *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Lima, Perú.

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI. (31 de 05 de 2001). NTP 400.12. *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado*. Lima, Perú.

Comite del concreto ACI, 3.-9. (1994). *Práctica Estandar para el curado de Concreto*. En C. d. 308-92, *Práctica Estandar para el curado de Concreto*.

Comite del concreto ACI, 308-92. (1994). *Práctica Estandar para el curado de Concreto*. En C. d. 308-92, *Práctica Estandar para el curado de Concreto*.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas Licencia Creative Commons 3.0 España. (1960). *Tratamientos y Revestimientos para el hormigón*. *Materiales de Construcción Vol. 10 n° 97*, 4.

Dirección de Normalización - INACAL. (05 de 10 de 2015). NTP 400.043. *AGREGADOS. Práctica normalizada para reducir las muestras de*. Lima, Perú.

Euclid Group, T. (2016). *Guía básica para el curado de concreto*. En T. Euclid Group, *Guía básica para el curado de concreto*.

Gomezjurado Sarria , J., & Niño Hernández, J. R. (2010). *TECNOLOGÍA DEL CONCRETO: Materiales Propiedades y Diseño de Mezcla*. Bogota: Asocreto.

Hérrnandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA. (2001). *CONOCIENDO CUSCO*. Cusco.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Anuario de Estadísticas Ambientales 2018*. Lima.

Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Illinois: Portland Cement Association.

Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. En S. Kosmatka, B. Kerkhoff, W. Panarese, & J. Tanesi, *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. Lima.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES MTC. (2018). *MTC E 704 RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS*.

Montó, P. (2012). Aceite de Linaza. En P. Montó, *Aceite de Linaza*.

Neville, A. (2013). *Tecnología del Concreto*. Ciudad de México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C.

NTP 339.033. (2015). CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado. En N. 339.033, *CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado* (pág. 10).

Pasquel Carbajal, E. (1998). *Temas de Tecnología del concreto en el Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional.

Pitchford, P. (2007). Sanando con alimentos integrales. En P. Pitchford, *Sanando con alimentos integrales* (pág. 803). North Atlantic Books.

Quiroz Crespo, M. (2006). APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE “TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN” . En L. E. MARIELA VIVIAN QUIROZ CRESPO, *APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE “TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN”* . Cochabamba-Bolivia.



- Riva López, E. (2002). Concretos de Alta resistencia. En E. R. López, *Concretos de Alta resistencia* (pág. 141). Fondo Editorial ICG.
- Rivera L., G. (2013). *Concreto Simple*. Cauca: Civilgeeks.
- Rivva López, E. (1992). *Diseño de Mezclas*. Lima: Fondo editorial ICG.
- Rivva López, E. (2000). *Materiales para el Concreto*. Lima: Capítulo Peruano ACI.
- Rivva López, E. (2010). *Control del CONCRETO en OBRA*. Lima: Fondo Editorial ICG.
- Sanchez de Guzman, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Santafé de Bogotá: BHANDAR EDITORES LTDA.
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO. (Julio de 2009). NORMA E.060 CONCRETO ARMADO . Lima, Perú: DIGIGRAF CORP. SA.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ - SENAMHI. (2021). *Climas del Perú*.
- Sika, Informaciones Técnicas. (2005). Curado del Concreto. En I. T. Sika, *Curado del Concreto*.
- TEK WOOD SUR. (2018). *Información Técnica Aceite de Linaza*.
- Torre C., A. (2004). *Curso Basico de Tecnologia del concreto para ingenieros civiles*. Lima: Univerdidad Nacional de Ingenieria.
- YURA. (2019). IP CEMENTO MULTI - PROPOSITO . *Ficha técnica / Versio4ón 2019*. Arequipa, Perú: Yura.



ANEXOS

Tabla 114. Matriz de Consistencia

"ANÁLISIS DEL DESARROLLO E INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE CALIDAD F'C = 210 kg/cm <sup>2</sup> CURADO CON ACEITE DE LINAZA EN COMPARACIÓN CON LOS MÉTODOS DE CURADO TRADICIONALES UTILIZADOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO, EVALUADOS A TEMPERATURA AMBIENTE"						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	Variable		Indicadores	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION
¿Cuál será el desarrollo y la influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación a los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente?	Comparar el desarrollo y la influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza con respecto a los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente.	El desarrollo de la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza en la ciudad del Cusco, evaluado a temperatura ambiente, genera resistencias superiores en un 15% en comparación a los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco y tendrá una influencia positiva a los 28 días.	VARIABLE DEPENDIENTE	Resistencia a Compresión	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE INVESTIGACIÓN: CUANTITATIVO
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS				
¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza y curado mediante los métodos tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días, evaluados a temperatura ambiente?	Determinar la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza y curado mediante los métodos tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días, evaluados a temperatura ambiente.	Los concretos de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curados con aceite de linaza y curados mediante los métodos tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28, evaluados a temperatura ambiente, tendrán un desarrollo apropiado y cumplirán con los parámetros establecidos en la norma MTC E 704.				
¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación a un concreto curado totalmente sumergido en agua en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días?	Comparar la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza con respecto a un concreto curado totalmente sumergido en agua en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días.	La resistencia a la compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza será menor a la resistencia de un concreto curado totalmente sumergido en agua a los 7, 14 y 28 días.	VARIABLE INDEPENDIENTE	Curado de Concreto	Sumergido en Agua	NIVEL DE INVESTIGACIÓN: DESCRIPTIVA-CORRELACIONAL
¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación a un concreto curado por el método de aspersión en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días?	Comparar la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza con respecto a un concreto curado por el método de aspersión en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días.	La resistencia a la compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza será mayor a la resistencia de un concreto curado por el método de aspersión a los 7, 14 y 28 días.				
¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación a un concreto curado con aditivo Chema en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días?	Comparar la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza con respecto a un concreto curado con aditivo Chema en la ciudad del Cusco a los 28 días.	La resistencia a la compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza será mayor a la resistencia de un concreto curado con aditivo Chema a los 7, 14 y 28 días.				
¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación a un concreto curado con aditivo Sika en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días?	Comparar la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza con respecto a un concreto curado con aditivo SIKA en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días.	La resistencia a la compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza será mayor a la resistencia de un concreto curado con aditivo SIKA a los 7, 14 y 28 días.				MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: HIPOTETICO DEDUCTIVO
¿Cuál será la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación a un concreto sin curar en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días?	Comparar la resistencia a compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza con respecto a un concreto sin curar en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días.	La resistencia a la compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> curado con aceite de linaza será mayor a la resistencia de un concreto sin curar a los 7, 14 y 28 días.				
¿Cuál será el método de curado que influya más en la resistencia a la compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días?	Determinar que método de curado presenta mayor influencia en la resistencia a la compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad del Cusco a los 7, 14 y 28 días	El método de curado con aceite de linaza presentará mayor influencia en la resistencia a la compresión de un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> alcanzando o superando la resistencia de diseño a los 7, 14 y 28 días.				
¿Cuál será el método de curado que presente la mejor relación costo-beneficio para poder aplicarlo en un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad del Cusco?	Determinar el Método de curado que presenta la mejor relación costo-beneficio para poder aplicarlo en un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad del Cusco.	El método de curado con Aceite de Linaza presentará la mejor relación costo-beneficio para poder aplicarlo en un concreto de calidad F'C = 210 Kg/cm <sup>2</sup> en la ciudad del Cusco.				

Fuente: Elaboración Propia





Tabla 115. Fichas de Laboratorio y Fichas Técnicas



# ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO (Rotura de Briquetas a Compresión)

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL DESARROLLO E INFLUENCIAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE CALIDAD  $FC= 210 \text{ KG/CM}^2$  CURADO CON ACEITE DE LINAZA EN COMPARACIÓN CON LOS MÉTODOS DE CURADO TRADICIONALES UTILIZADOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO EVALUADOS A TEMPERATURA AMBIENTE"

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO: CUSCO.  
PROVINCIA: CUSCO.

SOLICITANTE : Gonzalo Arroyo Fernández Baca.  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

FECHA : JUNIO DEL 2022.





1. GENERALIDADES:

El ensayo a la compresión del concreto es un método muy común, empleado por los ingenieros y proyectistas, porque a través de él pueden verificar si el concreto que están empleando en una determinada obra con una proporción o diseño definido logra alcanzar la resistencia exigida en dicha obra.

2. NORMATIVIDAD:

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E-060 (CONCRETO ARMADO)

Método de Ensayo a la Compresión de Probetas de Hormigón (Concreto).

Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o la edad de ensayo establecida para la determinación de la fuerza de compresión ( $f'c$ ).

3. EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL CONCRETO:

El concreto debe ser ensayado de acuerdo con los requisitos de los siguientes acápite.

Los ensayos de concreto fresco realizados en la obra, la preparación de probetas que requieren de un curado bajo las condiciones de obra. La preparación de probetas que se vaya a ensayar en laboratorio y el registro de temperatura del concreto fresco mientras se preparan las probetas para los ensayos de resistencia debe ser realizada por técnicos calificados en ensayos de campo. Todos los ensayos de laboratorio deben ser realizados por un técnico de laboratorio calificado.

Frecuencia de los ensayos:

Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 50 m<sup>3</sup> de concreto, ni por menos de una vez por cada 300 m<sup>3</sup> de superficie de losas o muros. No deberá tomarse menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones cuando se trate de concreto pre mezclado.

Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida anteriormente mencionados proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben de hacerse por lo menos de cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada una cuando se empiecen menos de cinco tandas.

Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días a la edad de ensayo establecida para la determinación de la fuerza de compresión ( $f'c$ ).



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO  
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

Probetas curadas en el laboratorio:

Las muestras para los ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con standard Practice for Samping Freshly Concrete (ASTM C 172).

Las probetas cilíndricas para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con "Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C 31M) y deben ensayarse de acuerdo con "Test Method for Compresive of Cylindrical Concrete Specimens" (ASTM C 39M).

La resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria, si cumple con dos requisitos siguientes:

1. Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a la fuerza de compresión ( $f'c$ ).
2. Ningún resultado individual del ensayo de resistencia consecutivos es igual o superior a la fuerza de compresión ( $f'c$ ).

Probetas curadas en obra:

Si lo requiere la Supervision, deben realizarse ensayos de resistencia de probetas cilíndricas curadas en condiciones de Obra.

El curado de las probetas bajo condiciones de obra deberá realizarse en condiciones sililares a las del elemento estructural al cual ellas representan y estas deben moldearse al mismo tiempo y esa misma muestra de concreto que las probetas a ser curadas en laboratorio.

Deben seguirse las condiciones de "Practice of Makieng and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C 31M).

Los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mojarse cuando la resistencia de las probetas cilíndricas curadas en la obra, a la edad de ensayo establecida para determinar  $f'c$ , sea inferior al 85% de la resistencia de los cilindros correspondientes curados en laboratorio. La limitación del 85% no se aplica cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en la Obra excede a la fuerza de compresión ( $f'c$ ) en más de 3.5 Mpa.





4. CONSIDERACIONES:

Esquema de los tipos de Falla:

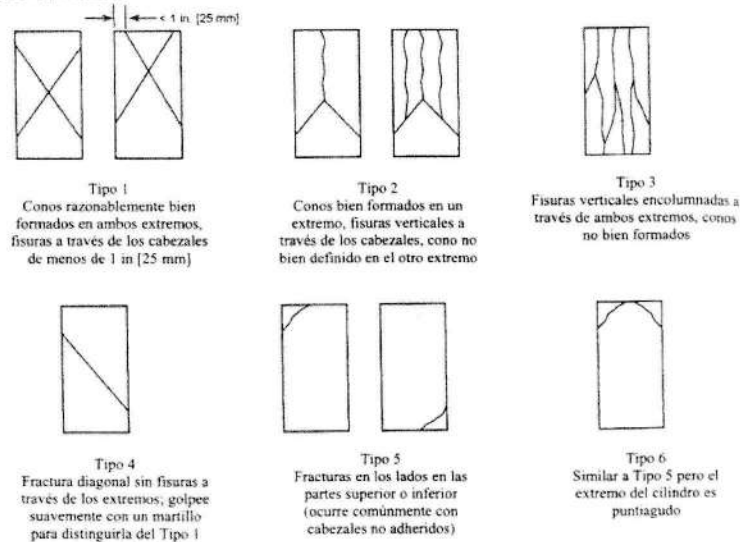


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

5. EQUIPO UTILIZADO:

La máquina para Ensayos de Concreto Modelo MATEST S.p.A. TREVILOLO 24048 ITALY – C041PN132, ha sido diseñada para la realización de ensayos de laboratorio de muestras de concretos, bloques de adoquines, otros elementos de albañilería, asegurando ensayos a compresión, flexion y tracción indirecta. Características:

- CAPACITY: 1500 kN
- MAX press: 589.69 bar
- Elastic en: 1870 J
- Piston Area: 254.46 cm<sup>2</sup>
- Modelo: C041PN132

6. REFRENTADO EN PROBETAS CILINDRICAS MOLDEADAS Y/O NUCLEOS EXTRAIDOS INSITU USANDO YESOS DE ALTA RESISTENCIA.

El refrentado consiste en nivelar y corregir los defectos de la superficie y geometría de las probetas cilíndricas moldeadas y de los núcleos extraídos in situ mediante perforación. Los defectos están constituidos principalmente por la inclinación del eje y las irregularidades de las bases de las probetas, las técnicas utilizadas son el refrentado estándar y el refrentado con almohadillas de neopreno, presentándose problemas en ambos. En el primero se utiliza mayormente mortero de azufre, la cual desprende gases tóxicos, en la segunda técnica, las probetas fallan de manera violenta y pueden desarrollar fracturas prematuras en los bordes, reduciendo el área de contacto de la prensa con la muestra, lo que genera duda en los valores de resistencia alcanzados. Las ventajas del uso de yeso de alta resistencia ayudan al mejor confinamiento en las caras de contacto de compresión aplicándose uniformemente la carga obteniendo mejores fallas.



LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO  
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

7. EXPRESION DE RESULTADOS:

ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS

**PROYECTO:** \*ANALISIS DEL DESARROLLO E INFLUENCIAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO DE CALIDAD FC= 210 KG/CM2 CURADO CON ACEITE DE LINAZA EN COMPARACION CON LOS METODOS DE CURADO TRADICIONALES UTILIZADOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO EVALUADOS A TEMPERATURA  
Gonzalo Arroyo Fernández Baca Carlos

**SOLICITADO:** Eduardo Contreras Castilla

**FECHA:** CUSCO, JUNIO DEL 2022

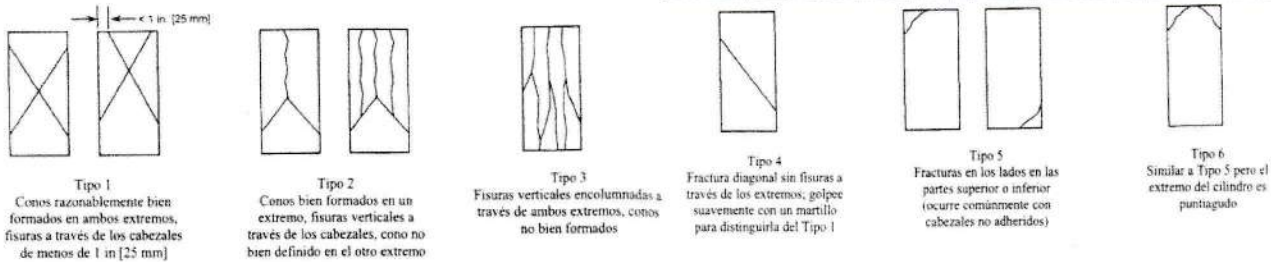
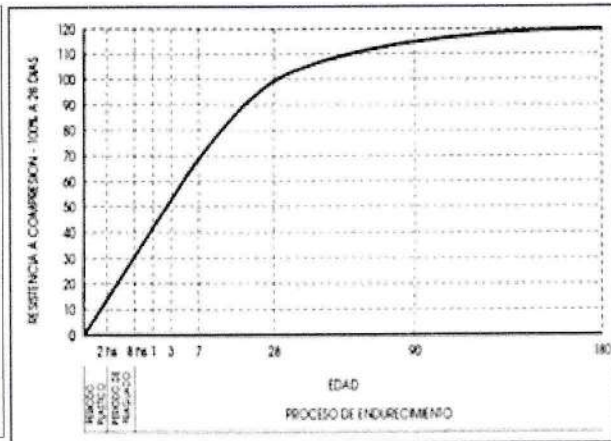
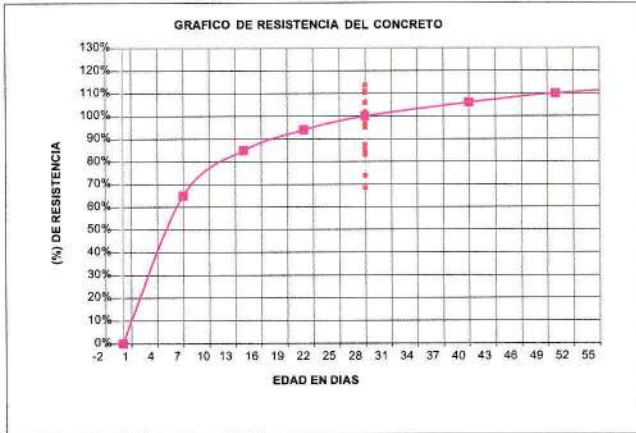
**OBSERVACION:** Briqueas proporcionadas por el Solicitante.

N°	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD (dias)	DISEÑO (F'c) (kg/cm2)	DIAL (MPa)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	Debe tener
1	SUMERGIDO	20/05/2022	17/06/2022	28	210	22,91	15,15	233,6	111,2%	100,0%
2	SUMERGIDO	20/05/2022	17/06/2022	28	210	22,90	15,15	233,5	111,2%	100,0%
3	SUMERGIDO	20/05/2022	17/06/2022	28	210	23,43	15,15	238,9	113,8%	100,0%
4	SIN CURAR	20/05/2022	17/06/2022	28	210	15,24	15,15	155,4	74,0%	100,0%
5	SIN CURAR	20/05/2022	17/06/2022	28	210	14,15	15,15	144,3	68,7%	100,0%
6	SIN CURAR	20/05/2022	17/06/2022	28	210	17,11	15,15	174,4	83,1%	100,0%
7	ADITIVO SIKA	20/05/2022	17/06/2022	28	210	19,94	15,15	203,4	96,8%	100,0%
8	ADITIVO SIKA	20/05/2022	17/06/2022	28	210	20,55	15,15	209,6	99,8%	100,0%
9	ADITIVO SIKA	20/05/2022	17/06/2022	28	210	19,87	15,15	202,6	96,5%	100,0%
10	ADITIVO CHEMA	20/05/2022	17/06/2022	28	210	22,84	15,15	232,9	110,9%	100,0%
11	ADITIVO CHEMA	20/05/2022	17/06/2022	28	210	22,72	15,15	231,6	110,3%	100,0%
12	ADITIVO CHEMA	20/05/2022	17/06/2022	28	210	21,84	15,15	222,7	106,1%	100,0%
13	ASPERSION	20/05/2022	17/06/2022	28	210	17,40	15,15	177,4	84,5%	100,0%
14	ASPERSION	20/05/2022	17/06/2022	28	210	17,63	15,15	179,7	85,6%	100,0%
15	ASPERSION	20/05/2022	17/06/2022	28	210	18,05	15,15	184,1	87,6%	100,0%
16	ACEITE DE LINAZA	20/05/2022	17/06/2022	28	210	19,59	15,15	199,8	95,1%	100,0%
17	ACEITE DE LINAZA	20/05/2022	17/06/2022	28	210	21,00	15,15	214,1	102,0%	100,0%
18	ACEITE DE LINAZA	20/05/2022	17/06/2022	28	210	20,79	15,15	212,0	101,0%	100,0%

**SI CUMPLE** La resistencia de la briquea es Igual o Superior a la resistencia de Diseño

**EN EL RANGO** La resistencia de la briquea es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño

**NO CUMPLE** La resistencia de la briquea es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño



Fuente: ASTM C39

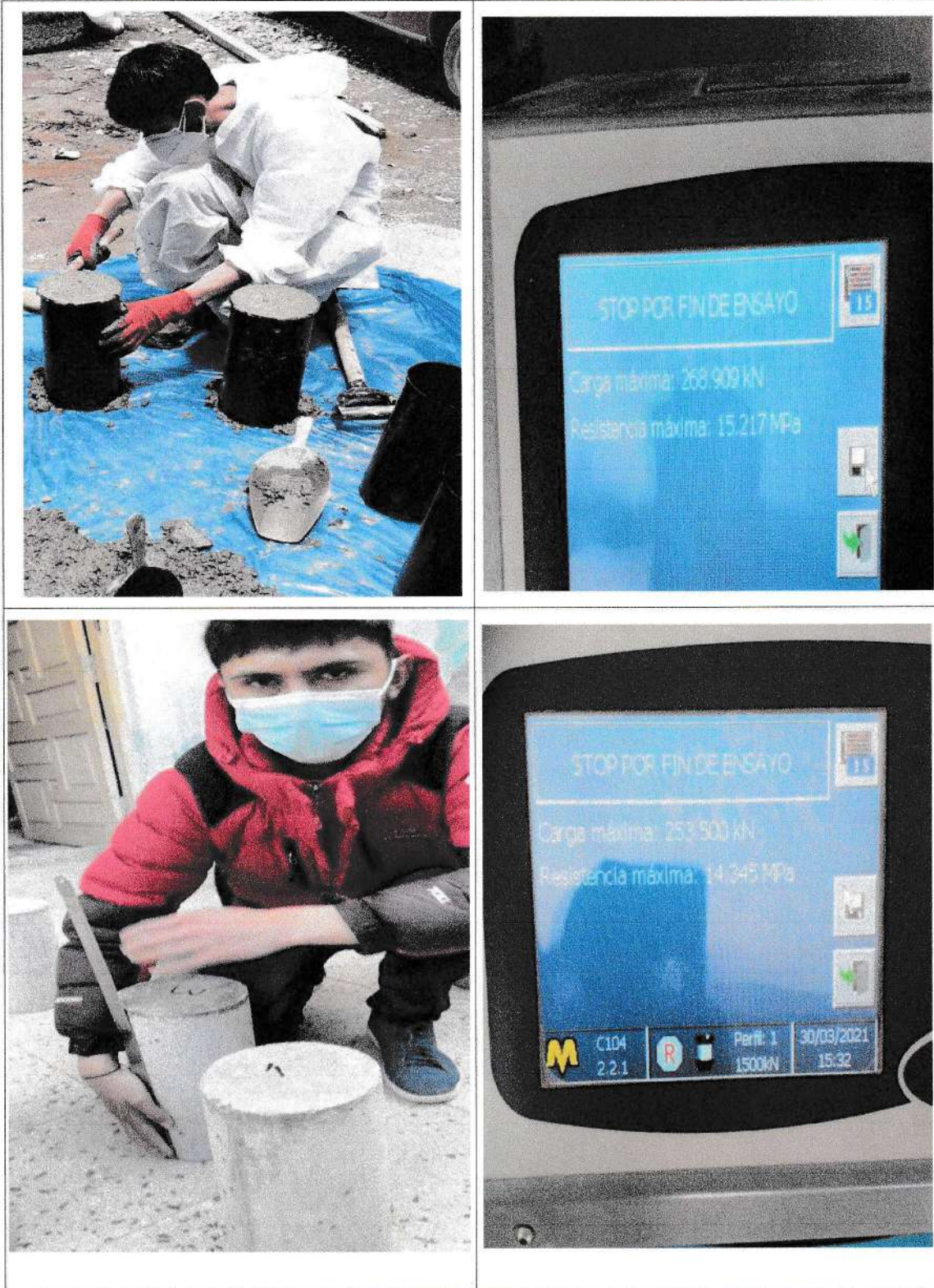
FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos







8. PANEL FOTOGRÁFICO:



*Emiliano*  
 Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP- N° 184003





**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:**

"Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:**

Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:**

Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:**

jueves, 4 de Marzo de 2021

**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

*[Firma]*  
Ing. Mijail E. Rojas Gómez  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142088

**DISEÑO DE MEZCLAS  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS**

<b>AGREGADO GRUESO : CANTERA VICHO</b>					
<b>Características Físico Mecánicas</b>					
Contenido de Humedad Natural	:		:		1.72%
Cantidad de Finos	:		:		1.3%
Granulometría MF	:		:		--
Peso Específico Aparente SSS	:		:		2.71 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	:		:		2.21%
Peso Unitario Suelto	:		:		1349 kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de Vacíos	:		:		49.1%
Peso Unitario Varillado	:		:		1563 kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de Vacíos	:		:		41.1%
Observaciones	:		:		<b>N/A</b>
<b>AGREGADO FINO : CANTERA CORDOBA</b>					
<b>Características Físico Mecánicas</b>					
Contenido de Humedad Natural	:		:		5.69%
Cantidad de Finos	:		:		2.3 %
Granulometría MF	:		:		2.94
Peso Específico Aparente SSS	:		:		2.63 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	:		:		4.31%
Peso Unitario Suelto	:		:		1488 kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de Vacíos	:		:		41.0%
Observaciones	:		:		<b>N/A</b>
<b>DISEÑO DE MEZCLA <math>f'c= 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>					
<b>Proporción en Volumen por tandas de un metro cúbico de Concreto</b>					
	<b>Elemento</b>		<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
1 m <sup>3</sup> de Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (kg)	<b>Cemento</b>	:	IP	:	9.14 bls
	<b>Agregado Fino</b>	:	Cordoba	:	861 Kg
	<b>Agregado Grueso</b>	:	Vicho	:	852 Kg
	<b>Agua</b>	:	Potable	:	208 lt
Tanda de preparacion de Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (pie <sup>3</sup> )	<b>Cemento</b>	:	IP	:	bls
	<b>Agregado Fino</b>	:	Cordoba	:	pie <sup>3</sup>
	<b>Agregado Grueso</b>	:	Vicho	:	pie <sup>3</sup>
	<b>Agua</b>	:	Potable	:	lt





**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 2353370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco  
**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Canteras**

**Agregado Grueso:** Vicho  
**Agregado Fino:** Cordoba

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**1.- Condiciones de Diseño**

1.1.- Uso de Aditivos

Plastificante: NO

Incorporador de Aire: NO

1.2.- Tipo de Diseño, Resistencia y Asentamiento

Diseño por: Resistencia

$f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

Slump = 4"

**2.- Características de los Materiales**

2.1.- Cemento

Marca: Yura

Peso Específico: 2.85 gr/cm<sup>3</sup>

Tipo: IP

2.2.- Agua

Agua potable de la red pública

2.3.- Agregado Grueso

Tipo de Agregado: Anguloso

Peso Específico Aparente SSS: 2.71 gr/cm<sup>3</sup>

Contenido de Humedad: 1.72%

Capacidad de absorción: 2.21%

Porcentaje de Finos: 1.3%

Peso Unitario Varillado: 1563 kg/m<sup>3</sup>

Tamaño Máximo Absoluto: 3/4"

Porcentaje de Vacíos Varillado: 49.1%

Tamaño Máximo Nominal: 1/2"

Peso Unitario Suelto: 1349 kg/m<sup>3</sup>

Módulo de Fineza:

Porcentaje de Vacíos Suelto: 41.1%

2.4.- Agregado Fino

Tipo de Agregado: Arena Media

Peso Específico Aparente SSS: 2.63 gr/cm<sup>3</sup>

Contenido de Humedad: 5.69%

Capacidad de absorción: 4.31%

Porcentaje de Finos: 2.3%

Peso Unitario Suelto: 1488 kg/m<sup>3</sup>

Módulo de Fineza: 2.94

Porcentaje de Vacíos Suelto: 41.0%

2.5.- Aditivos

Plastificante: Ninguno

Incorporador de Aire: Ninguno

**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*Mijail E. Rozas Gómez*  
**Ing. Mijail E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142068



**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Canteras**

**Agregado Grueso:** Vicho  
**Agregado Fino:** Cordoba

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**3.- Resistencia de Diseño**

3.1.- Selección de la Resistencia Requerida  $f'cr$

Cuando no se conocen estadísticas de la resistencia del concreto (Factor de Seguridad). Según Norma E.060 Concreto Armado, Capítulo 3 Requisitos de la Construcción, Artículo 4.3.2 Cálculo de la Resistencia Promedio Requerida, Tabla 4.3.2b. Se pueden tomar los valores siguientes:

$f'c < 210$ kg/cm <sup>2</sup>	$f'cr = f'c + 70$ kg/cm <sup>2</sup>
$210$ kg/cm <sup>2</sup> $\leq f'c \leq 350$ kg/cm <sup>2</sup>	$f'cr = f'c + 85$ kg/cm <sup>2</sup>
$350$ kg/cm <sup>2</sup> $< f'c$	$f'cr = f'c + 98$ kg/cm <sup>2</sup>

Por lo tanto la Resistencia Promedio Requerida será:  $f'cr = 294$  kg/cm<sup>2</sup>

**4.- Volumen de Agua y Contenido de Aire Atrapado por metro cúbico de Concreto**

Asentamiento = 4"

Tamaño Máximo Nominal = 1/2"

4.1.- Selección del Volumen de Agua por metro cúbico de Concreto

Por lo tanto el Volumen de Agua será: 216 lt/m<sup>3</sup>

4.2.- Selección del Contenido de Aire Atrapado por metro cúbico de Concreto

Por lo tanto el Volumen de Aire será: 2.50%

**5.- Relación Agua/Cemento y Contenido de Cemento**

Diseño por Resistencia

$f'cr = 294$  kg/cm<sup>2</sup>

5.1.- Selección de la relación Agua/Cemento por Resistencia

Agua/Cemento = 0.556

5.2.- Cálculo del contenido de Cemento

Cantidad de Cemento = 388.49 kg/m<sup>3</sup>

Factor Cemento = 9.14 bolsas/m<sup>3</sup>

**6.- Cálculo del Volumen Absoluto de la pasta por metro cúbico**

Materiales	Peso (kg)	PE (kg/m <sup>3</sup> )	Vol. Abs. (m <sup>3</sup> )
Cemento	388.49	2850	0.14
Agua	216.00	1000	0.22
Aire	2.5%	-	0.03
Agregado Grueso	837.768	2710	0.31

**Volumen Absoluto = 0.69 m<sup>3</sup>**

**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
  
**Ing. Mijail E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
C.I.R. 142088



**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco  
**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Canteras**

**Agregado Grueso:** Vicho  
**Agregado Fino:** Cordoba

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**7.- Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los Agregados Grueso y Fino**

Volumen Absoluto de los Agregados = 0.62 m<sup>3</sup>

7.1.- Cálculo del Volumen Absoluto del Agregado Grueso (Método: PU Varillado Agr. Grueso "ACI 211")

Tamaño Máximo Nominal = 1/2"

Módulo de Fineza del Agregado Fino = 2.94

Peso Unitario Varillado del Agregado Grueso = 1563 kg/m<sup>3</sup>

Peso del Agregado Grueso = 938 kg

Peso Específico Aparente del Agregado Grueso = 2.71 gr/cm<sup>3</sup>

Volumen Absoluto del Agregado Grueso = 0.31 m<sup>3</sup>

7.2.- Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los Agregados Grueso y Fino

Volumen Absoluto del Agregado Grueso = 0.31 m<sup>3</sup>

(Método: PU Varillado Agr. Grueso)

Volumen Absoluto del Agregado Fino = 0.31 m<sup>3</sup>

**8.- Cálculo de los Pesos Secos de los Agregados Grueso y Fino**

Peso Específico del Agregado Grueso = 2.71 gr/cm<sup>3</sup>

Peso Específico del Agregado Fino = 2.63 gr/cm<sup>3</sup>

Peso Seco del Agregado Grueso = 837 kg/m<sup>3</sup>

Peso Seco del Agregado Fino = 815 kg/m<sup>3</sup>

**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
  
**Ing. Miljail E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
C.I.R. 142088





**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Canteras**

**Agregado Grueso:** Vicho  
**Agregado Fino:** Cordoba

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**9.- Pesos Secos de los Materiales por metro cúbico**

Materiales	Pesos Secos (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	388
Agua	216
Agregado Grueso	837
Agregado Fino	815

**Total = 2256 kg/m<sup>3</sup>**

**10.- Corrección de los Agregados por Humedad**

Peso Seco del Agregado Grueso = 837.77 kg/m<sup>3</sup>

Peso Seco del Agregado Fino = 815.30 kg/m<sup>3</sup>

Contenido de Humedad del Agregado Grueso = 1.72%

Contenido de Humedad del Agregado Fino = 5.69%

Peso Húmedo del Agregado Grueso = 852.18 kg/m<sup>3</sup>

Peso Húmedo del Agregado Fino = 861.69 kg/m<sup>3</sup>

**11.- Ajustes por Humedad y Absorción de los agregados**

Capacidad de absorción del Agregado Grueso = 2.21%

Capacidad de absorción del Agregado Fino = 4.31%

Ajuste de Agua del Agregado Grueso = -4.105 lt

Ajuste de Agua del Agregado Fino = 11.251 lt

Ajuste Total de Agua = -7.15 lt

Agua de Diseño = 216 lt/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva = 208.85 lt/m<sup>3</sup>

**12.- Pesos Corregidos de los Materiales por metro cúbico**

Materiales	Pesos Húmedos (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	388
Agua	208
Agregado Grueso	852
Agregado Fino	861

**Total = 2311 kg/m<sup>3</sup>**

**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*Mijail E. Rozas Gómez*  
**Ing. Mijail E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
CIR. 142088



**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Canteras**

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Agregado Grueso:** Vicho  
**Agregado Fino:** Cordoba

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**13.- Proporción en Peso**

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
1 kg	2.22 kg	2.19 kg	0.54 lt

**14.- Proporción en Peso por tandas de una bolsa de Cemento**

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
1 bolsa	94.28 kg	93.24 kg	22.76 lt

**15.- Proporción en Peso por tandas de un metro cúbico de Concreto**

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
9.14 bolsas	861.69 kg	852.17 kg	208 lt

**16.- Cálculo de los Materiales en Volumen por metro cúbico**

Materiales	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	388.49	1500.00	0.2589
Agua Efectiva	208.85	1000.00	0.2088
Agregado Grueso	852.18	1348.50	0.6320
Agregado Fino	861.69	1488.30	0.5791

**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*[Firma]*  
**Ing. Mijail E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142088



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Canteras**

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Agregado Grueso:** Vicho  
**Agregado Fino:** Cordoba

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**19.- ANEXOS DEL DISEÑO ACI 211**

TABLA 01:

Asentamiento	Volumen de Agua por metro cúbico (lt/m <sup>3</sup> )							
	Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1½"	2"	3"	6"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
5" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto Con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
5" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

TABLA 02:

TMN AG	Factor para Calcular el Peso del Agregado Grueso			
	Módulo de Fineza del Agregado Fino			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1½"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

TABLA 03:

TMN AG	Aire Atrapado	Contenido de Aire Total (Atrap+Incorp)		
		Exp. Suave	Exp. Moderada	Exp. Severa
		3/8"	3.00%	4.50%
1/2"	2.50%	4.00%	5.50%	7.00%
3/4"	2.00%	3.50%	5.00%	6.50%
1"	1.50%	3.00%	4.50%	6.00%
1½"	1.00%	2.50%	4.00%	5.50%
2"	0.50%	2.00%	3.50%	5.00%
3"	0.30%	1.50%	3.00%	4.50%
6"	0.20%	1.00%	2.00%	3.00%

TABLA 04:

f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación Agua/Cemento (Resistencia)	
	Sin Aire Incorporado	Con Aire Incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	0.35
450	0.36	0.31
500	0.33	----





**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco  
**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Agregado:** Grueso  
**Cantera:** Vicho

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

Descripción	Muestra N° 01	Muestra N° 02	Muestra N° 03
Peso de Capsula (gr)	99.50	106.20	95.80
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	602.70	612.80	587.30
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	594.10	604.00	579.30
Peso del Agua (gr)	8.60	8.80	8.00
Peso de la Muestra Seca (gr)	494.60	497.80	483.50
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>1.74%</b>	<b>1.77%</b>	<b>1.65%</b>

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 1.72%**

**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
*[Firma]*  
**Ing. Mijail E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142088



**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Agregado:** Grueso  
**Cantera:** Vicho

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200**

MTC E 202 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-117 y AASHTO T-11

DATOS DEL LAVADO DE LA MUESTRA	
Peso de la Muestra Seca Antes del Lavado (gr) =	2003
Peso de la Muestra Seca Después del Lavado (gr) =	1976
Peso del Residuo Filtrado Seco (gr) =	27

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200	
Material que pasa el tamiz N° 200 (gr) =	27.00
Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200 =	1.3%

Fracciones Gruesa y Fina de la Muestra	
Fracción Fina (Pasa el Tamiz N° 200) =	1.3%
Fracción Gruesa (Retiene el Tamiz N° 200) =	98.7%
Total:	100.0%

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200**



**MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 = 1.3%**

**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*Mijail E. Kozas Gómez*  
Ing. **Mijail E. Kozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142088



**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370. Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco  
**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Agregado:** Grueso  
**Cantera:** Vicho

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 204 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-136 y AASHTO T-27

Peso de la Muestra Seca = 2003.00 gr

Cumple Máx. 0.0 %

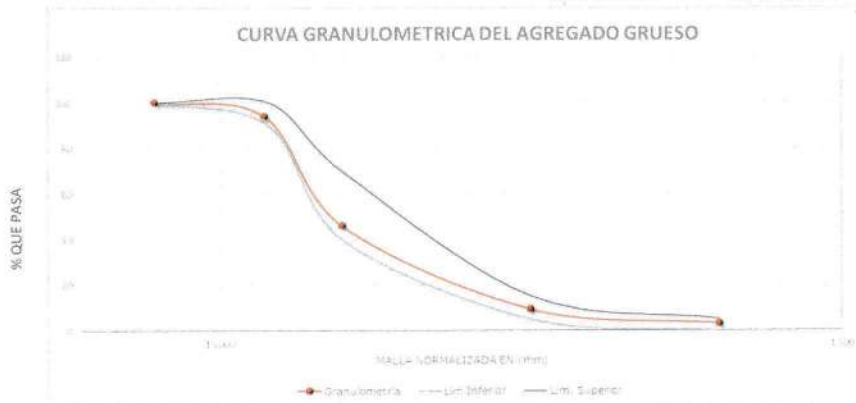
Cálculo del % de Error en Peso = 0.0%

SI

Peso Inicial (gr):		Peso Después de Lavado (gr):			Peso Perdido por Lavado (gr):	
2003		1976			27.00	
MALLA pulg.	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO kg.	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	118.00	118.00	5.89	5.89	94.11
3/8"	9.530	964.00	964.00	48.14	54.03	45.97
N°4	4.750	736.00	736.00	36.75	90.79	9.21
N°8	2.360	124.00	124.00	6.19	96.98	3.02
N°16	1.180	19.40	19.40	0.97	97.95	2.05
N°50	0.300	5.50	5.50	0.27	98.22	1.78
FONDO	0.000	8.60	35.60	1.78	100.00	0.00
TOTAL		1975.50	2003	100.00		

Huso Granulométrico: 57

Total: 100.00%



$$MF = \Sigma \% \text{ RETENIDO ACUMULADO } (3", 1\frac{1}{2}", 3/4", 3/8", N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)$$

Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"

Tamaño Máximo Nominal = 1/2"

**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Ing. Mijail E. Rozas Gómez  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142088





**CORPORACION AYAR S.A.C.**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Agregado:** Grueso  
**Cantera:** Vicho

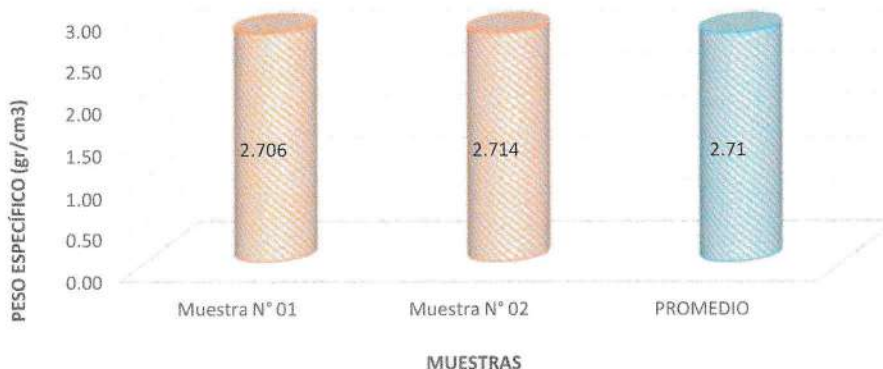
**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 206 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-127 y AASHTO T-85

Descripción	Muestra N° 01	Muestra N° 02
Peso en el aire de la Muestra Seca (gr)	1955.00	1958.70
Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (gr)	2000.00	2000.00
Peso de la Muestra Sumergida en la Balanza de Flotabilidad (gr)	1261.00	1263.00
Peso del Agua Absorbida (gr)	45.00	41.30
Peso Específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.645	2.658
Peso Específico Aparente Saturado con superficie seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.706	2.714
Peso Específico Nominal (gr/cm <sup>3</sup> )	2.817	2.815

Cálculo del % de Error	%	Cumple máx. 2 %
Cálculo del % de Error	0.06%	Si!

**PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO**



**PESO ESPECÍFICO APARENTE SSS = 2.71 gr/cm<sup>3</sup>**

**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

*[Signature]*

**Ing. Mijail E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142088



**CORPORACION AYAR S.A.C.**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:**

"Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Agregado:** Grueso

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Cantera:** Vicho

**CAPACIDAD DE ABSORCIÓN**

MTC E 205 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso de la Muestra Seca (gr)	1955.00	1958.70
Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (gr)	2000.00	2000.00
Peso del Agua Absorbida (gr)	45.00	41.30
Capacidad de Absorción	2.30%	2.11%

Cálculo del % de Error	%	Cumple máx. 3 %
Absorción	9.2%	No

**CAPACIDAD DE ABSORCIÓN**



**CAPACIDAD DE ABSORCIÓN = 2.21%**

**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
*[Signature]*  
**Ing. Mijail E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142088



**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco  
**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Agregado:** Grueso  
**Cantera:** Vicho

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

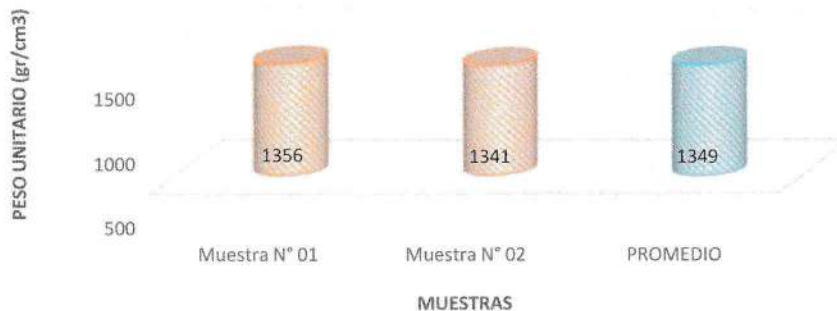
**PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 203 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-29

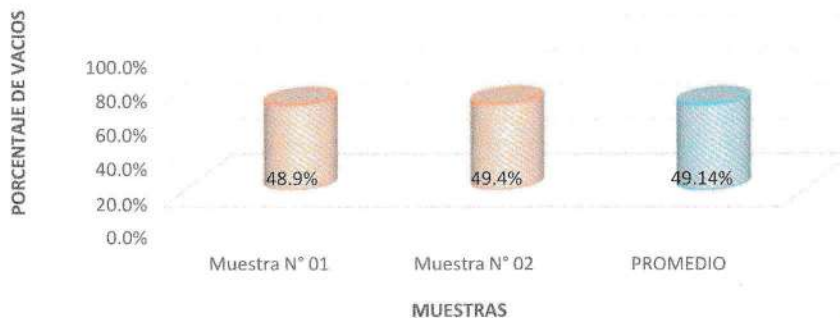
Descripción	Muestra N° 01	Muestra N° 02
Número de Molde	P-1	P-1
Peso del Molde (gr)	7248.0	7248.0
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	11389.0	11345.0
Peso de la Muestra Suelta (gr)	4141.0	4097.0
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	3054.5	3054.5
Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.356	1.341
Peso Específico Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2652	2652
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1356	1341
Porcentaje de Vacíos	48.9%	49.4%

Cálculo del % de Error	%	Cumple máx. 2 %
Peso Unitario Suelto	1.07%	Si!
Porcentaje de Vacíos	1.11%	Si!

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO**



**PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO**



**PESO UNITARIO SUELTO = 1349 kg/m<sup>3</sup>**  
**PORCENTAJE DE VACIOS = 49.1%**

**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*[Signature]*  
**Ing. Mijail E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142088





**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Agregado:** Grueso  
**Cantera:** Vicho

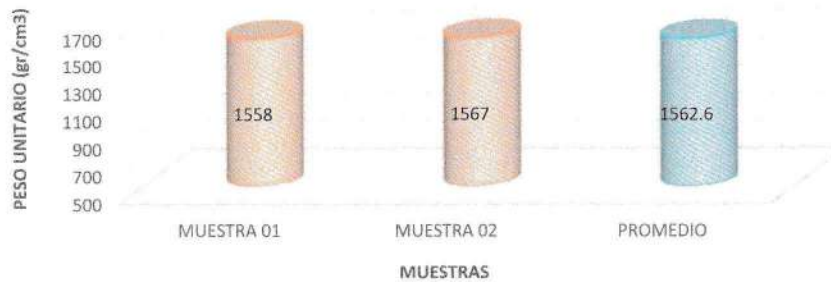
**PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 203 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-29

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Número de Molde	P-1	P-1
Peso del Molde (gr)	7248.0	7248.0
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	12008.0	12034.0
Peso de la Muestra Varillada (gr)	4760.0	4786.0
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	3054.5	3054.5
Peso Unitario Varillado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.558	1.567
Peso Específico Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2652	2652
Peso Unitario Varillado (kg/m <sup>3</sup> )	1558	1567
Porcentaje de Vacíos	41.2%	40.9%

Cálculo del % de Error	%	Cumple máx. 2 %
Peso Unitario Varillado	0.55%	Si!
Porcentaje de Vacíos	0.78%	Si!

**PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADO GRUESO**



**PORCENTAJE DE VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO**



<b>PESO UNITARIO VARILLADO = 1563 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PORCENTAJE DE VACIOS = 41.1%</b>

**AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Ing. *Miguel E. Rozas Gómez*  
JEFE DE LABORATORIO  
C.I.F. 142088



CORPORACION AYAR S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Agregado:** Fino

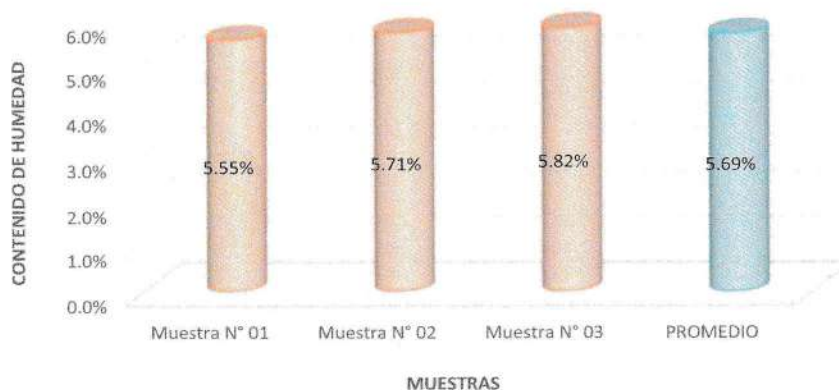
**Cantera:** Cordoba

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

Descripción	Muestra N° 01	Muestra N° 02	Muestra N° 03
Peso de Capsula (gr)	103.30	94.70	102.40
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	303.10	313.30	318.80
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	292.60	301.50	306.90
Peso del Agua (gr)	10.50	11.80	11.90
Peso de la Muestra Seca (gr)	189.30	206.80	204.50
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>5.55%</b>	<b>5.71%</b>	<b>5.82%</b>

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO**



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 5.69%**

CORPORACIÓN AYAR S.A.C.  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
Ing. Milail E. Rozas Gómez  
JEFE DE LABORATORIO  
C.I.P. 142088



**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Agregado:** Fino  
**Cantera:** Cordoba

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200**

MTC E 202 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-117 y AASHTO T-11

DATOS DEL LAVADO DE LA MUESTRA	
Peso de la Muestra Seca Antes del Lavado (gr) =	1103.00
Peso de la Muestra Seca Después del Lavado (gr) =	1078.00
Peso del Residuo Filtrado Seco (gr) =	25.00

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200	
Material que pasa el tamiz N° 200 (gr) =	25.00
Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200 =	<b>2.3%</b>

Fracciones Gruesa y Fina de la Muestra	
Fracción Fina (Pasa el Tamiz N° 200) =	2.3%
Fracción Gruesa (Retiene el Tamiz N° 200) =	97.7%
<b>Total:</b>	<b>100.00%</b>

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200**



**MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 = 2.3%**

**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*[Signature]*  
**Ing. Misael E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142088





## CORPORACIÓN AYAR S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Agregado:** Fino  
**Cantera:** Cordoba

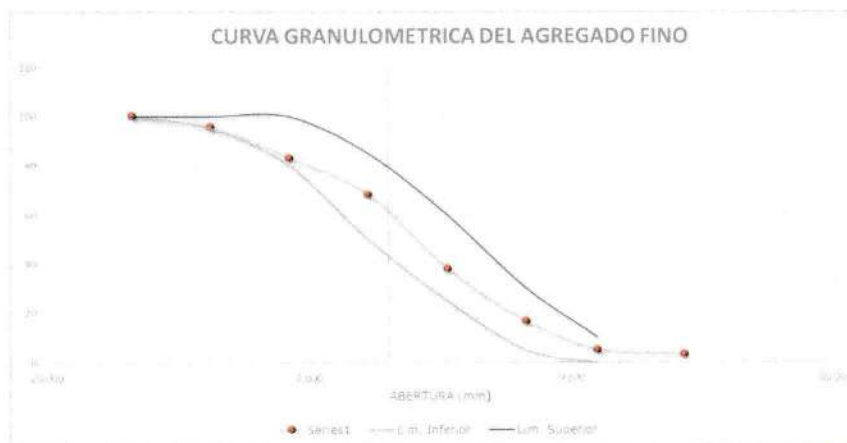
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 204 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-136 y AASHTO T-27

Peso de la Muestra Seca = 1103.00 gr      Cumple Máx. 0.00 %  
Cálculo del % de Error en Peso = 0.00%      Si

#### Granulometría de la Muestra

Peso Inicial (gr):		Peso Después de Lavado (gr):			Peso Perdido por Lavado (gr):	
1103		1078			25.00	
MALLA pulg.	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO gr	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.510	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
#4	4.760	48.00	48.00	4.35	4.35	95.65
#8	2.380	139.30	139.30	12.63	16.98	83.02
#16	1.190	163.80	163.80	14.85	31.83	68.17
#30	0.595	333.10	333.10	30.20	62.03	37.97
#50	0.297	238.00	238.00	21.58	83.61	16.39
#100	0.159	125.20	125.20	11.35	94.96	5.04
#200	0.074	19.60	19.60	1.78	96.74	3.26
FONDO		11.00	36.00	3.26	100.00	0.00
TOTAL		1078.00	1103.00	100.00		
<b>MODULO DE FINEZA</b>					<b>2.94</b>	



$MF = \Sigma \% \text{ RETENIDO ACUMULADO (3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100)}$

**MÓDULO DE FINURA = 2.94**

El Módulo de Fineza recomendable estará entre 2.3 y 3.1

CORPORACIÓN AYAR S.A.C.  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

Ing. Mijail E. Rozas Gómez  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142088



**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Agregado:** Fino  
**Cantera:** Cordoba

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

MTC E 205 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84

Descripción	Muestra N° 01	Muestra N° 02
Recipiente de Saturación	3	4
Volumen del Recipiente (ml)	1000	1000
Peso del Recipiente (gr)	301.6	261.4
Peso en el aire de la Muestra Seca (gr)	479.70	479.00
Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (gr)	500.00	500.00
Peso del picnómetro o matraz aforado lleno de agua (gr)	1294.30	1256.70
Peso del picnómetro o matraz aforado con la muestra y lleno de agua (gr)	1604.90	1565.90
Peso del Agua Absorbida (gr)	20.30	21.00
Peso Específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.533	2.510
Peso Específico Aparente Saturado con superficie seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.640	2.621
Peso Específico Nominal (gr/cm <sup>3</sup> )	2.837	2.821

Cálculo del % de Error	%	Cumple máx. 2 %
Peso Específico	0.56%	Sí!

**PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO**



**PESO ESPECÍFICO APARENTE SSS = 2.63 gr/cm<sup>3</sup>**

**CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

*[Signature]*  
**Ing. Mijail E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
C.I.P. 142088



**CORPORACION AYAR S.A.C.**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Agregado:** Fino  
**Cantera:** Cordoba

**CAPACIDAD DE ABSORCIÓN**

MTC E 205 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Picnómetro	2	2
Volumen del Picnómetro (ml)	1000	1000
Peso del Picnómetro (gr)	436.00	436.00
Peso de la Muestra Seca (gr)	479.70	479.00
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	500.00	500.00
Peso del Agua Absorbida (gr)	20.30	21.00
Capacidad de Absorción	4.23%	4.38%

Cálculo del % de Error	%	Cumple máx. 2 %
Peso Específico	3.60%	No

**CAPACIDAD DE ABSORCIÓN**



**CAPACIDAD DE ABSORCIÓN = 4.31%**

**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
*[Signature]*  
**Ing. Mitjail E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142088





**CORPORACION AYAR S.A.C.**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco

**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**Agregado:** Fino

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Cantera:** Cordoba

**PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO**

MTC E 203 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-29

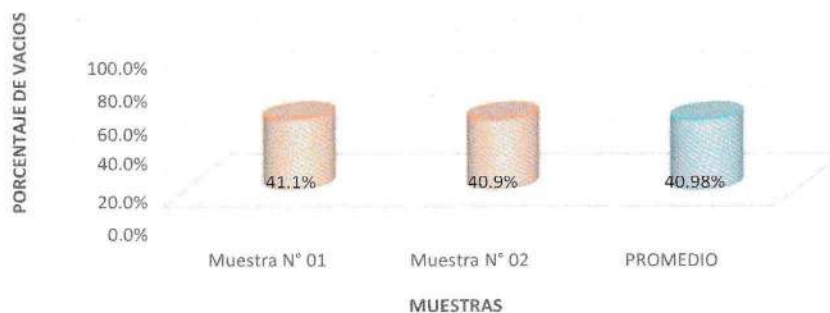
Descripción	Muestra N° 01	Muestra N° 02
Número de Molde	P-1	P-1
Peso del Molde (gr)	7249.0	7249.0
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	11786.0	11804.0
Peso de la Muestra Suelta (gr)	4537.0	4555.0
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	3054.5	3054.5
Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.485	1.491
Peso Específico Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2522	2522
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1485	1491
Porcentaje de Vacíos	41.1%	40.9%

Cálculo del % de Error	%	Cumple máx. 2 %
Peso Unitario Suelto	0.40%	Si!
Porcentaje de Vacíos	0.57%	Si!

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO**



**PORCENTAJE DE VACÍOS DEL AGREGADO FINO**



**PESO UNITARIO SUELTO = 1488 kg/m<sup>3</sup>**  
**PORCENTAJE DE VACÍOS = 41.0%**

**CORPORACION AYAR S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*Ing. Mijail E. Rozas Gómez*  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 142088



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES**

- Urb. Manuel Prado Psje. Pisac A-17 Cusco (Cerca a la Clínica San Juan de Dios)  
- Central Telefónica: (084) 235370, Cel RPC 984118989 Pág. Web: www.ayar.pe



**Proyecto:** "Análisis del desarrollo e influencia en la resistencia a compresión de un concreto de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> curado con aceite de linaza en comparación con los métodos de curado tradicionales utilizados en la ciudad del Cusco, evaluados a temperatura ambiente"

**Ubicación:** Cusco, Cusco, Cusco  
**Solicita:** Bach. Gonzalo Arroyo Fernández Baca

**Fecha:** jueves, 4 de Marzo de 2021

**Agregado:** Fino  
**Cantera:** Cordoba

**PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO**

MTC E 203 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-29

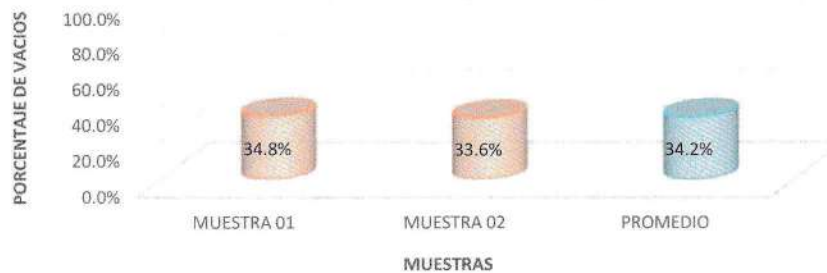
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Número de Molde	P-1	P-1
Peso del Molde (gr)	7249.0	7249.0
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	12270.0	12366.0
Peso de la Muestra Varillada (gr)	5021.0	5117.0
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	3054.5	3054.5
Peso Unitario Varillado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.644	1.675
Peso Específico Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2522	2522
Peso Unitario Varillado (kg/m <sup>3</sup> )	1644	1675
Porcentaje de Vacíos	34.8%	33.6%

Cálculo del % de Error	%	Cumple máx. 2 %
Peso Unitario Varillado	1.91%	Si!
Porcentaje de Vacíos	3.71%	No

**PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADO FINO**



**PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO FINO**



<b>PESO UNITARIO VARILLADO = 1660 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PORCENTAJE DE VACIOS = 34.2%</b>

**CORPORACION AYAR S.A.C**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*Mijail E. Rozas Gómez*  
**Ing. Mijail E. Rozas Gómez**  
JEFE DE LABORATORIO  
C.I.P. 142088




# ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO (Rotura de Briquetas a Compresión)

PROYECTO : "ANALISIS DEL DESARROLLO E INFLUENCIAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO DE CALIDAD FC= 210 KG/CM2 CURADO CON ACEITE DE LINAZA EN COMPARACION CON LOS METODOS DE CURADO TRADICIONALES UTILIZADOS EN LA CUIDAD DEL CUSCO EVALUADOS A TEMPERATURA AMBIENTE"

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO: CUSCO.  
PROVINCIA: CUSCO.

SOLICITANTE : Gonzalo Arroyo Fernández Baca.  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

FECHA : MARZO DEL 2021.

  
Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
ING. CIVIL - ESPECIALISTA  
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
CIP: N° 184003



1. GENERALIDADES:

El ensayo a la compresión del concreto es un método muy común, empleado por los ingenieros y proyectistas, porque a través de él pueden verificar si el concreto que están empleando en una determinada obra con una proporción o diseño definido logra alcanzar la resistencia exigida en dicha obra.

2. NORMATIVIDAD:

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E-060 (CONCRETO ARMADO)

Método de Ensayo a la Compresión de Probetas de Hormigón (Concreto).

Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o la edad de ensayo establecida para la determinación de la fuerza de compresión ( $f'c$ ).

3. EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL CONCRETO:

El concreto debe ser ensayado de acuerdo con los requisitos de los siguientes acápite.

Los ensayos de concreto fresco realizados en la obra, la preparación de probetas que requieren de un curado bajo las condiciones de obra. La preparación de probetas que se vaya a ensayar en laboratorio y el registro de temperatura del concreto fresco mientras se preparan las probetas para los ensayos de resistencia debe ser realizada por técnicos calificados en ensayos de campo. Todos los ensayos de laboratorio deben ser realizados por un técnico de laboratorio calificado.

Frecuencia de los ensayos:

Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 50 m<sup>3</sup> de concreto, ni por menos de una vez por cada 300 m<sup>3</sup> de superficie de losas o muros. No deberá tomarse menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones cuando se trate de concreto pre mezclado.

Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida anteriormente mencionados proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben de hacerse por lo menos de cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada una cuando se empiecen menos de cinco tandas.

Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días a la edad de ensayo establecida para la determinación de la fuerza de compresión ( $f'c$ ).



Probetas curadas en el laboratorio:

Las muestras para los ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con standard Practice for Samping Freshly Concrete (ASTM C 172).

Las probetas cilíndricas para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con "Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C 31M) y deben ensayarse de acuerdo con "Test Method for Compresive of Cylindrical Concrete Specimens" (ASTM C 39M).

La resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria, si cumple con dos requisitos siguientes:

1. Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a la fuerza de compresión ( $f'c$ ).
2. Ningún resultado individual del ensayo de resistencia consecutivos es igual o superior a la fuerza de compresión ( $f'c$ ).

Probetas curadas en obra:

Si lo requiere la Supervision, deben realizarse ensayos de resistencia de probetas cilíndricas curadas en condiciones de Obra.

El curado de las probetas bajo condiciones de obra deberá realizarse en condiciones sililares a las del elemento estructural al cual ellas representan y estas deben moldearse al mismo tiempo y esa misma muestra de concreto que las probetas a ser curadas en laboratorio.

Deben seguirse las condiciones de "Practice of Makieng and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C 31M).

Los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mojarse cuando la resistencia de las probetas cilíndricas curadas en la obra, a la edad de ensayo establecida para determinar  $f'c$ , sea inferior al 85% de la resistencia de los cilindros correspondientes curados en laboratorio. La limitación del 85% no se aplica cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en la Obra excede a la fuerza de compresión ( $f'c$ ) en más de 3.5 Mpa.





4. CONSIDERACIONES:

Esquema de los tipos de Falla:

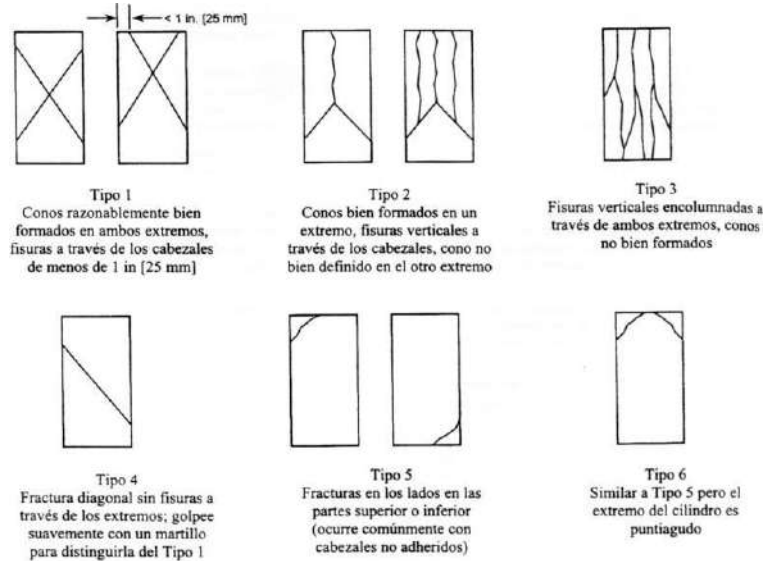


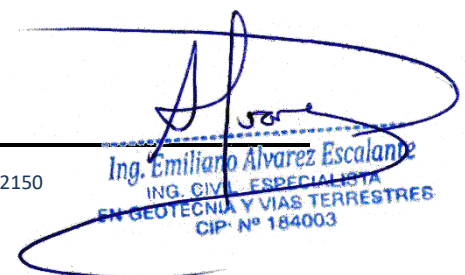
FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

5. EQUIPO UTILIZADO:

La máquina para Ensayos de Concreto Modelo MATEST S.p.A. TREVIOLLO 24048 ITALY – C041PN132, ha sido diseñada para la realización de ensayos de laboratorio de muestras de concretos, bloques de adoquines, otros elementos de albañilería, asegurando ensayos a compresión, flexión y tracción indirecta. Características:

- CAPACITY: 1500 kN
  - MAX press: 589.69 bar
  - Elastic en: 1870 J
  - Piston Area: 254.46 cm<sup>2</sup>
  - Modelo: C041PN132
6. REFRENTADO EN PROBETAS CILINDRICAS MOLDEADAS Y/O NUCLEOS EXTRAIDOS INSITU USANDO YESOS DE ALTA RESISTENCIA.

El refrentado consiste en nivelar y corregir los defectos de la superficie y geometría de las probetas cilíndricas moldeadas y de los núcleos extraídos in situ mediante perforación. Los defectos están constituidos principalmente por la inclinación del eje y las irregularidades de las bases de las probetas, las técnicas utilizadas son el refrentado estándar y el refrentado con almohadillas de neopreno, presentándose problemas en ambos. En el primero se utiliza mayormente mortero de azufre, la cual desprende gases tóxicos, en la segunda técnica, las probetas fallan de manera violenta y pueden desarrollar fracturas prematuras en los bordes, reduciendo el área de contacto de la prensa con la muestra, lo que genera duda en los valores de resistencia alcanzados. Las ventajas del uso de yeso de alta resistencia ayudan al mejor confinamiento en las caras de contacto de compresión aplicándose uniformemente la carga obteniendo mejores fallas.







LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

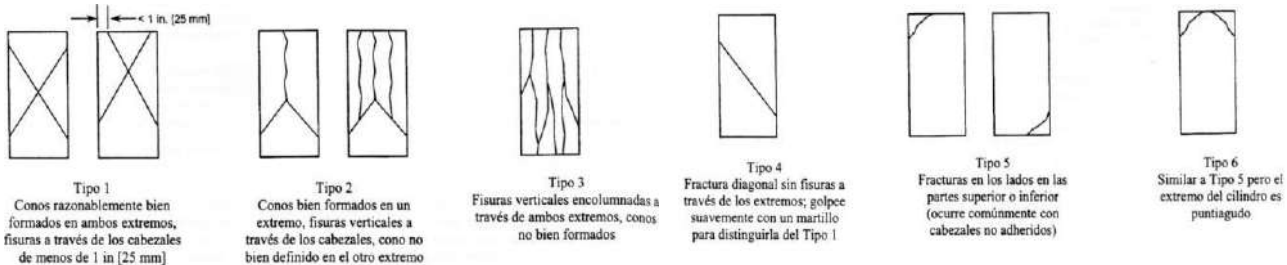
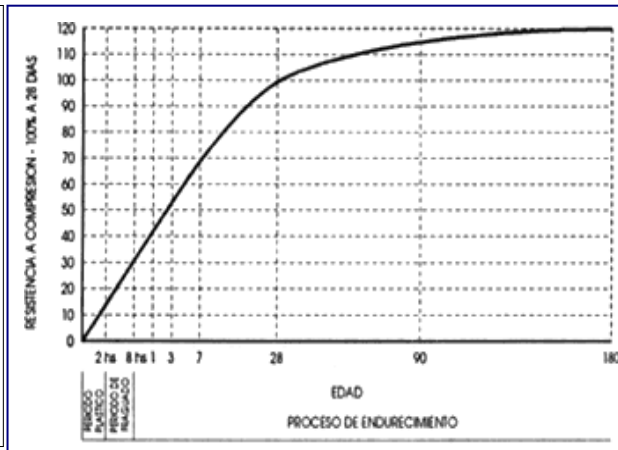
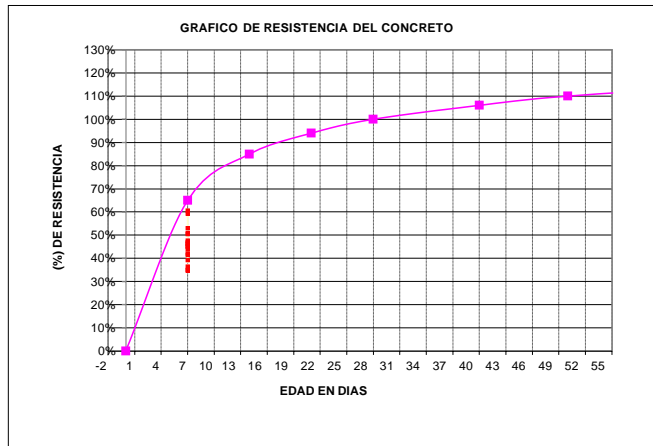
7. EXPRESION DE RESULTADOS:

ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS

**PROYECTO:** "ANALISIS DEL DESARROLLO E INFLUENCIAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO DE CALIDAD FC= 210 KG/CM2 CURADO CON ACEITE DE LINAZA EN COMPARACION CON LOS METODOS DE CURADO TRADICIONALES UTILIZADOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO EVALUADOS A TEMPERATURA AMBIENTE"  
**SOLICITADO:** Gonzalo Arroyo Fernández Baca Carlos  
**FECHA:** Eduardo Contreras Castilla  
**OBSERVACION:** CUSCO, MARZO DEL 2021  
 Briquetas proporcionadas por el Solicitante.

Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO (F'c) (kg/cm2)	DIAL (MPa)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	Debe tener
1	SUMERGIDO	16/03/2021	23/03/2021	7	210	12,22	15,15	124,6	59,3%	60,0%
2	SUMERGIDO	16/03/2021	23/03/2021	7	210	10,92	15,15	111,3	53,0%	60,0%
3	SUMERGIDO	16/03/2021	23/03/2021	7	210	12,48	15,15	127,3	60,6%	60,0%
4	SIN CURAR	17/03/2021	24/03/2021	7	210	7,16	15,15	73,0	34,8%	60,0%
5	SIN CURAR	17/03/2021	24/03/2021	7	210	7,50	15,15	76,5	36,4%	60,0%
6	SIN CURAR	17/03/2021	24/03/2021	7	210	7,21	15,15	73,5	35,0%	60,0%
7	ADITIVO SIKA	16/03/2021	23/03/2021	7	210	9,30	15,15	94,8	45,2%	60,0%
8	ADITIVO SIKA	16/03/2021	23/03/2021	7	210	8,67	15,15	88,4	42,1%	60,0%
9	ADITIVO SIKA	16/03/2021	23/03/2021	7	210	9,56	15,15	97,5	46,4%	60,0%
10	ADITIVO CHEMA	16/03/2021	23/03/2021	7	210	10,48	15,15	106,9	50,9%	60,0%
11	ADITIVO CHEMA	16/03/2021	23/03/2021	7	210	10,39	15,15	105,9	50,4%	60,0%
12	ADITIVO CHEMA	16/03/2021	23/03/2021	7	210	9,83	15,15	100,3	47,8%	60,0%
13	ASPERSION	16/03/2021	23/03/2021	7	210	9,29	15,15	94,7	45,1%	60,0%
14	ASPERSION	16/03/2021	23/03/2021	7	210	8,11	15,15	82,6	39,4%	60,0%
15	ASPERSION	16/03/2021	23/03/2021	7	210	9,07	15,15	92,4	44,0%	60,0%
16	ACEITE DE LINAZA	16/03/2021	23/03/2021	7	210	9,68	15,15	98,7	47,0%	60,0%
17	ACEITE DE LINAZA	16/03/2021	23/03/2021	7	210	8,55	15,15	87,2	41,5%	60,0%
18	ACEITE DE LINAZA	16/03/2021	23/03/2021	7	210	9,51	15,15	96,9	46,2%	60,0%

**SI CUMPLE** La resistencia de la briqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño  
**EN EL RANGO** La resistencia de la briqueta es Igual o Superior al 60% de la resistencia de Diseño  
**NO CUMPLE** La resistencia de la briqueta es Inferior al 60% de la resistencia de Diseño



Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

*Ing. Emiliano Alvarez Escalante*  
 ING. CIVIL - ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP: N° 184003

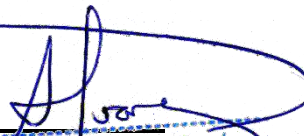


8. PANEL FOTOGRÁFICO:







  
 Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP: N° 184003



# ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO (Rotura de Briquetas a Compresión)

PROYECTO : "ANALISIS DEL DESARROLLO E INFLUENCIAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO DE CALIDAD FC= 210 KG/CM2 CURADO CON ACEITE DE LINAZA EN COMPARACION CON LOS METODOS DE CURADO TRADICIONALES UTILIZADOS EN LA CUIDAD DEL CUSCO EVALUADOS A TEMPERATURA AMBIENTE"

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO: CUSCO.  
PROVINCIA: CUSCO.

SOLICITANTE : Gonzalo Arroyo Fernández Baca.  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

FECHA : MARZO DEL 2021.

  
Ing. Emilianio Alvarez Escalante  
ING. CIVIL ESPECIALISTA  
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
CIP. N° 184003



1. GENERALIDADES:

El ensayo a la compresión del concreto es un método muy común, empleado por los ingenieros y proyectistas, porque a través de él pueden verificar si el concreto que están empleando en una determinada obra con una proporción o diseño definido logra alcanzar la resistencia exigida en dicha obra.

2. NORMATIVIDAD:

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E-060 (CONCRETO ARMADO)

Método de Ensayo a la Compresión de Probetas de Hormigón (Concreto).

Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o la edad de ensayo establecida para la determinación de la fuerza de compresión ( $f'c$ ).

3. EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL CONCRETO:

El concreto debe ser ensayado de acuerdo con los requisitos de los siguientes acápite.

Los ensayos de concreto fresco realizados en la obra, la preparación de probetas que requieren de un curado bajo las condiciones de obra. La preparación de probetas que se vaya a ensayar en laboratorio y el registro de temperatura del concreto fresco mientras se preparan las probetas para los ensayos de resistencia debe ser realizada por técnicos calificados en ensayos de campo. Todos los ensayos de laboratorio deben ser realizados por un técnico de laboratorio calificado.

Frecuencia de los ensayos:

Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 50 m<sup>3</sup> de concreto, ni por menos de una vez por cada 300 m<sup>3</sup> de superficie de losas o muros. No deberá tomarse menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones cuando se trate de concreto pre mezclado.

Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida anteriormente mencionados proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben de hacerse por lo menos de cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada una cuando se empiecen menos de cinco tandas.

Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días a la edad de ensayo establecida para la determinación de la fuerza de compresión ( $f'c$ ).



Probetas curadas en el laboratorio:

Las muestras para los ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con standard Practice for Samping Freshly Concrete (ASTM C 172).

Las probetas cilíndricas para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con "Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C 31M) y deben ensayarse de acuerdo con "Test Method for Compresive of Cylindrical Concrete Specimens" (ASTM C 39M).

La resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria, si cumple con dos requisitos siguientes:

1. Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a la fuerza de compresión ( $f'c$ ).
2. Ningún resultado individual del ensayo de resistencia consecutivos es igual o superior a la fuerza de compresión ( $f'c$ ).

Probetas curadas en obra:

Si lo requiere la Supervision, deben realizarse ensayos de resistencia de probetas cilíndricas curadas en condiciones de Obra.

El curado de las probetas bajo condiciones de obra deberá realizarse en condiciones sililares a las del elemento estructural al cual ellas representan y estas deben moldearse al mismo tiempo y esa misma muestra de concreto que las probetas a ser curadas en laboratorio.

Deben seguirse las condiciones de "Practice of Makieng and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C 31M).

Los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mojarse cuando la resistencia de las probetas cilíndricas curadas en la obra, a la edad de ensayo establecida para determinar  $f'c$ , sea inferior al 85% de la resistencia de los cilindros correspondientes curados en laboratorio. La limitación del 85% no se aplica cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en la Obra excede a la fuerza de compresión ( $f'c$ ) en más de 3.5 Mpa.





4. CONSIDERACIONES:

Esquema de los tipos de Falla:

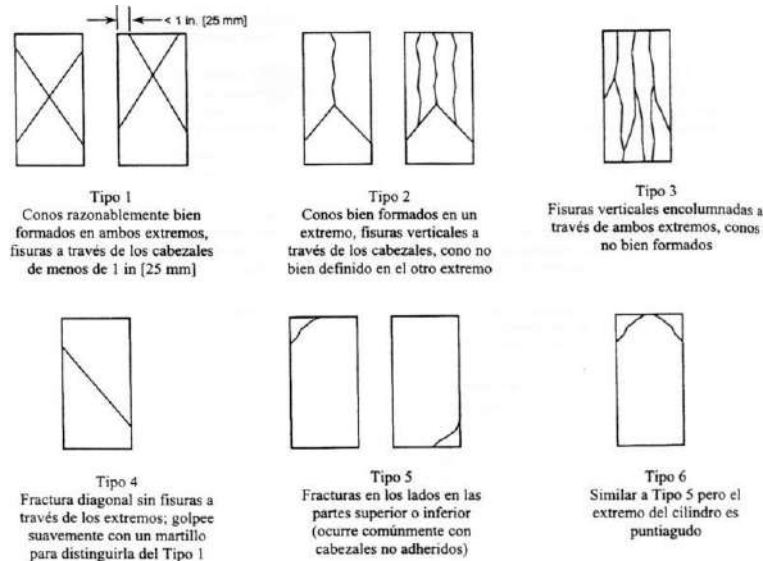


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

5. EQUIPO UTILIZADO:

La máquina para Ensayos de Concreto Modelo MATEST S.p.A. TREVILOLO 24048 ITALY – C041PN132, ha sido diseñada para la realización de ensayos de laboratorio de muestras de concretos, bloques de adoquines, otros elementos de albañilería, asegurando ensayos a compresión, flexión y tracción indirecta. Características:

- CAPACITY: 1500 kN
  - MAX press: 589.69 bar
  - Elastic en: 1870 J
  - Piston Area: 254.46 cm<sup>2</sup>
  - Modelo: C041PN132
6. REFRENTADO EN PROBETAS CILINDRICAS MOLDEADAS Y/O NUCLEOS EXTRAIDOS INSITU USANDO YESOS DE ALTA RESISTENCIA.

El refrentado consiste en nivelar y corregir los defectos de la superficie y geometría de las probetas cilíndricas moldeadas y de los núcleos extraídos in situ mediante perforación.

Los defectos están constituidos principalmente por la inclinación del eje y las irregularidades de las bases de las probetas, las técnicas utilizadas son el refrentado estándar y el refrentado con almohadillas de neopreno, presentándose problemas en ambos. En el primero se utiliza mayormente mortero de azufre, la cual desprende gases tóxicos, en la segunda técnica, las probetas fallan de manera violenta y pueden desarrollar fracturas prematuras en los bordes, reduciendo el área de contacto de la prensa con la muestra, lo que genera duda en los valores de resistencia alcanzados. Las ventajas del uso de yeso de alta resistencia ayudan al mejor confinamiento en las caras de contacto de compresión aplicándose uniformemente la carga obteniendo mejores fallas.



LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

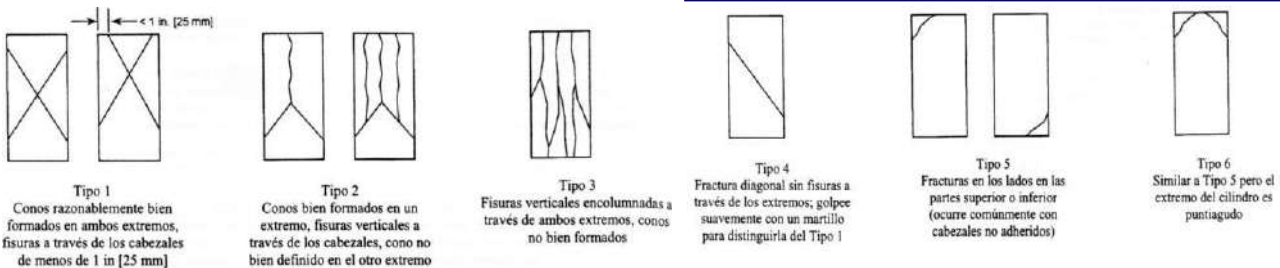
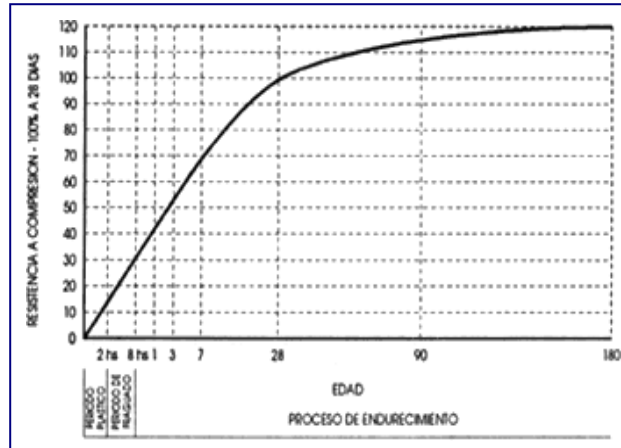
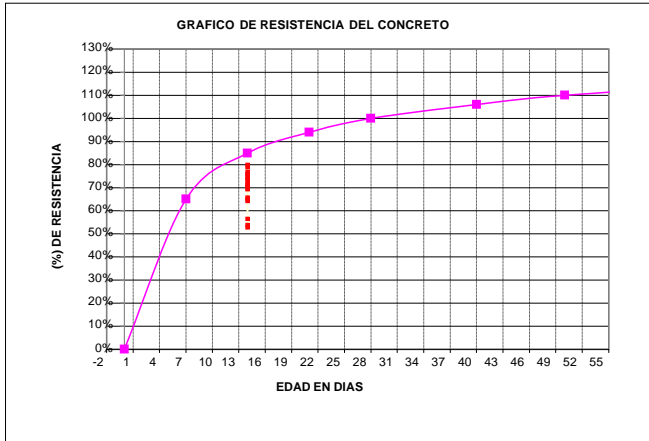
7. EXPRESION DE RESULTADOS:

ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS

**PROYECTO:** "ANALISIS DEL DESARROLLO E INFLUENCIAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO DE CALIDAD FC= 210 KG/CM2 CURADO CON ACEITE DE LINAZA EN COMPARACION CON LOS METODOS DE CURADO TRADICIONALES UTILIZADOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO EVALUADOS A TEMPERATURA AMBIENTE"  
**SOLICITADO:** Gonzalo Arroyo Fernández Baca Carlos  
**FECHA:** Eduardo Contreras Castilla  
**OBSERVACION:** CUSCO, MARZO DEL 2021  
 Briquetas proporcionadas por el Solicitante.

Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO (F'c) (kg/cm2)	DIAL (MPa)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	Debe tener
1	SUMERGIDO	16/03/2021	30/03/2021	14	210	15,79	15,15	161,0	76,7%	80,0%
2	SUMERGIDO	16/03/2021	30/03/2021	14	210	16,44	15,15	167,6	79,8%	80,0%
3	SUMERGIDO	16/03/2021	30/03/2021	14	210	16,22	15,15	165,4	78,8%	80,0%
4	SIN CURAR	16/03/2021	30/03/2021	14	210	11,10	15,15	113,2	53,9%	80,0%
5	SIN CURAR	16/03/2021	30/03/2021	14	210	10,86	15,15	110,7	52,7%	80,0%
6	SIN CURAR	16/03/2021	30/03/2021	14	210	11,63	15,15	118,5	56,5%	80,0%
7	ADITIVO SIKA	16/03/2021	30/03/2021	14	210	14,35	15,15	146,3	69,7%	80,0%
8	ADITIVO SIKA	16/03/2021	30/03/2021	14	210	14,28	15,15	145,6	69,4%	80,0%
9	ADITIVO SIKA	16/03/2021	30/03/2021	14	210	14,75	15,15	150,4	71,6%	80,0%
10	ADITIVO CHEMA	16/03/2021	30/03/2021	14	210	15,47	15,15	157,7	75,1%	80,0%
11	ADITIVO CHEMA	16/03/2021	30/03/2021	14	210	15,63	15,15	159,3	75,9%	80,0%
12	ADITIVO CHEMA	16/03/2021	30/03/2021	14	210	15,14	15,15	154,4	73,5%	80,0%
13	ASPERSION	16/03/2021	30/03/2021	14	210	13,40	15,15	136,6	65,1%	80,0%
14	ASPERSION	16/03/2021	30/03/2021	14	210	13,23	15,15	134,9	64,2%	80,0%
15	ASPERSION	16/03/2021	30/03/2021	14	210	13,54	15,15	138,1	65,7%	80,0%
16	ACEITE DE LINAZA	16/03/2021	30/03/2021	14	210	15,22	15,15	155,2	73,9%	80,0%
17	ACEITE DE LINAZA	16/03/2021	30/03/2021	14	210	14,74	15,15	150,3	71,6%	80,0%
18	ACEITE DE LINAZA	16/03/2021	30/03/2021	14	210	14,54	15,15	148,2	70,6%	80,0%

- SI CUMPLE** La resistencia de la briqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño
- EN EL RANGO** La resistencia de la briqueta es Igual o Superior al 80% de la resistencia de Diseño
- NO CUMPLE** La resistencia de la briqueta es Inferior al 80% de la resistencia de Diseño



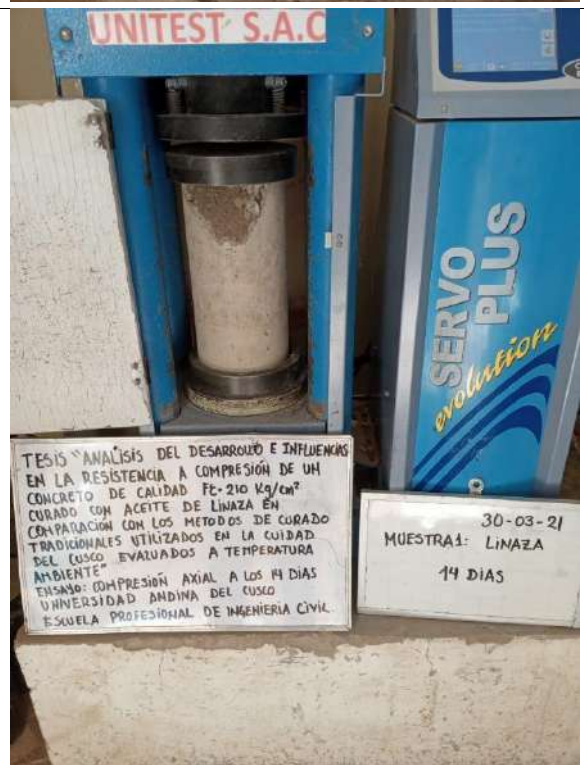
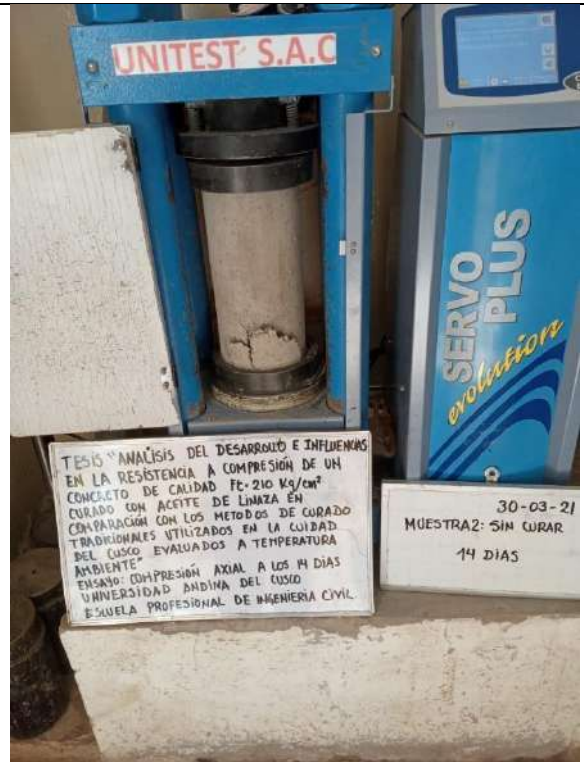
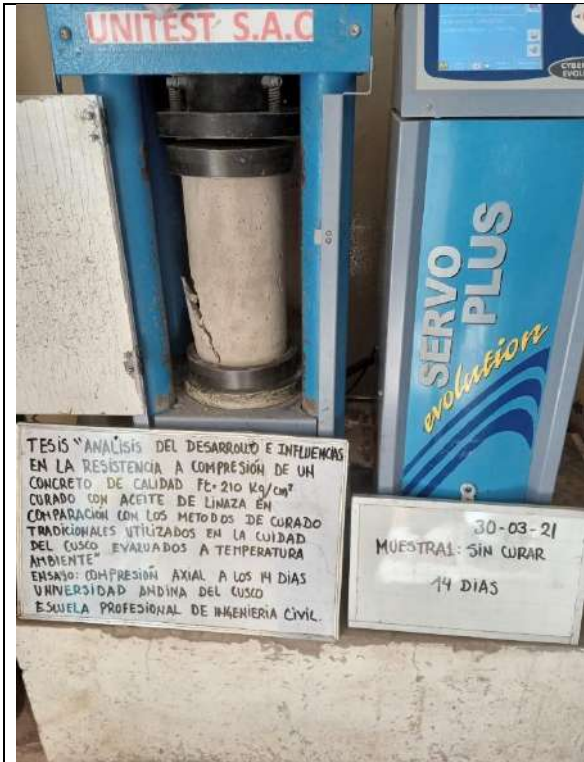
Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

*Ing. Emiliano Alvarez Escalante*  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP: N° 184003

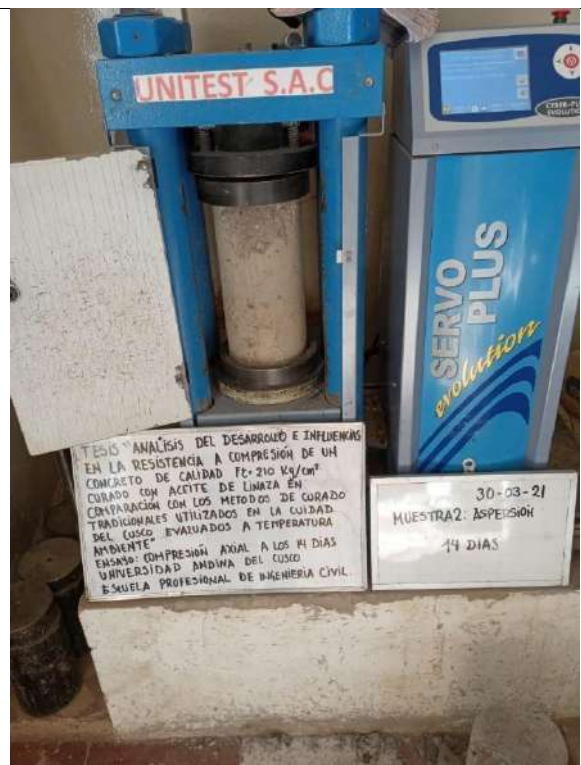
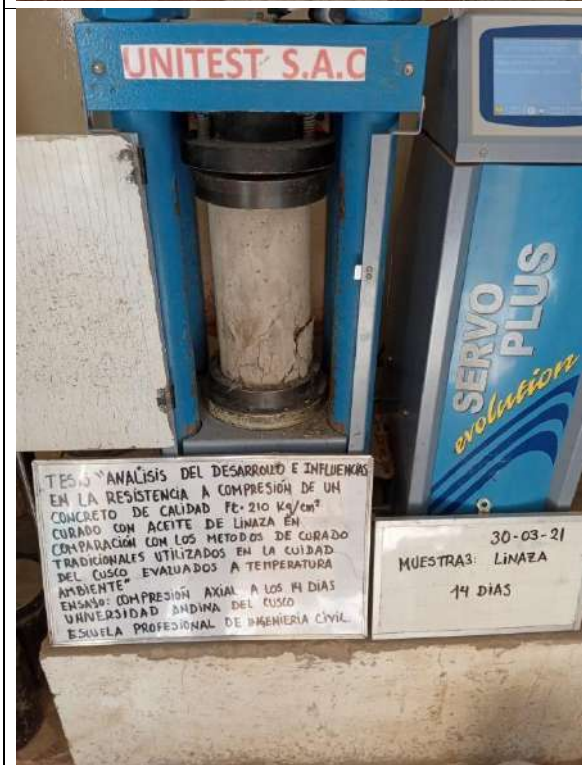
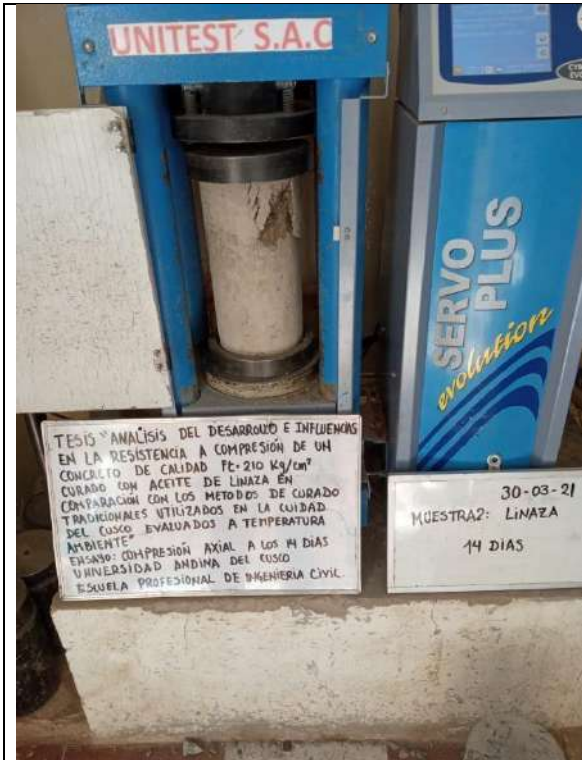


8. PANEL FOTOGRÁFICO:



  
 Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP: N° 184003





  
 Ing. Emilaro Alvarez Escalante  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP. N° 184003



# ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO (Rotura de Briquetas a Compresión)



**PROYECTO** : "ANALISIS DEL DESARROLLO E INFLUENCIAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO DE CALIDAD FC= 210 KG/CM2 CURADO CON ACEITE DE LINAZA EN COMPARACION CON LOS METODOS DE CURADO TRADICIONALES UTILIZADOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO EVALUADOS A TEMPERATURA AMBIENTE"

**UBICACIÓN** : **DEPARTAMENTO:** CUSCO.  
**PROVINCIA:** CUSCO.

**SOLICITANTE** : Gonzalo Arroyo Fernández Baca.  
Carlos Eduardo Contreras Castilla

**FECHA** : ABRIL DEL 2021.



### 1. GENERALIDADES:

El ensayo a la compresión del concreto es un método muy común, empleado por los ingenieros y proyectistas, porque a través de él pueden verificar si el concreto que están empleando en una determinada obra con una proporción o diseño definido logra alcanzar la resistencia exigida en dicha obra.

### 2. NORMATIVIDAD:

#### REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E-060 (CONCRETO ARMADO)

Método de Ensayo a la Compresión de Probetas de Hormigón (Concreto).

Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o la edad de ensayo establecida para la determinación de la fuerza de compresión ( $f'c$ ).

### 3. EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL CONCRETO:

El concreto debe ser ensayado de acuerdo con los requisitos de los siguientes acápite.

Los ensayos de concreto fresco realizados en la obra, la preparación de probetas que requieren de un curado bajo las condiciones de obra. La preparación de probetas que se vaya a ensayar en laboratorio y el registro de temperatura del concreto fresco mientras se preparan las probetas para los ensayos de resistencia debe ser realizada por técnicos calificados en ensayos de campo. Todos los ensayos de laboratorio deben ser realizados por un técnico de laboratorio calificado.

#### Frecuencia de los ensayos:

Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 50 m<sup>3</sup> de concreto, ni por menos de una vez por cada 300 m<sup>3</sup> de superficie de losas o muros. No deberá tomarse menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones cuando se trate de concreto pre mezclado.

Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida anteriormente mencionados proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben de hacerse por lo menos de cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada una cuando se empiecen menos de cinco tandas.

Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días a la edad de ensayo establecida para la determinación de la fuerza de compresión ( $f'c$ ).





#### Probetas curadas en el laboratorio:

Las muestras para los ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con standard Practice for Samping Freshly Concrete (ASTM C 172).

Las probetas cilíndricas para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con "Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C 31M) y deben ensayarse de acuerdo con "Test Method for Compresive of Cylindrical Concrete Specimens" (ASTM C 39M).

La resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria, si cumple con dos requisitos siguientes:

1. Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a la fuerza de compresión ( $f'c$ ).
2. Ningún resultado individual del ensayo de resistencia consecutivos es igual o superior a la fuerza de compresión ( $f'c$ ).

#### Probetas curadas en obra:

Si lo requiere la Supervision, deben realizarse ensayos de resistencia de probetas cilíndricas curadas en condiciones de Obra.

El curado de las probetas bajo condiciones de obra deberá realizarse en condiciones sililares a las del elemento estructural al cual ellas representan y estas deben moldearse al mismo tiempo y esa misma muestra de concreto que las probetas a ser curadas en laboratorio.

Deben seguirse las condiciones de "Practice of Makieng and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C 31M).

Los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mojarse cuando la resistencia de las probetas cilíndricas curadas en la obra, a la edad de ensayo establecida para determinar  $f'c$ , sea inferior al 85% de la resistencia de los cilindros correspondientes curados en laboratorio. La limitación del 85% no se aplica cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en la Obra excede a la fuerza de compresión ( $f'c$ ) en más de 3.5 Mpa.

#### 4. CONSIDERACIONES:

Esquema de los tipos de Falla:

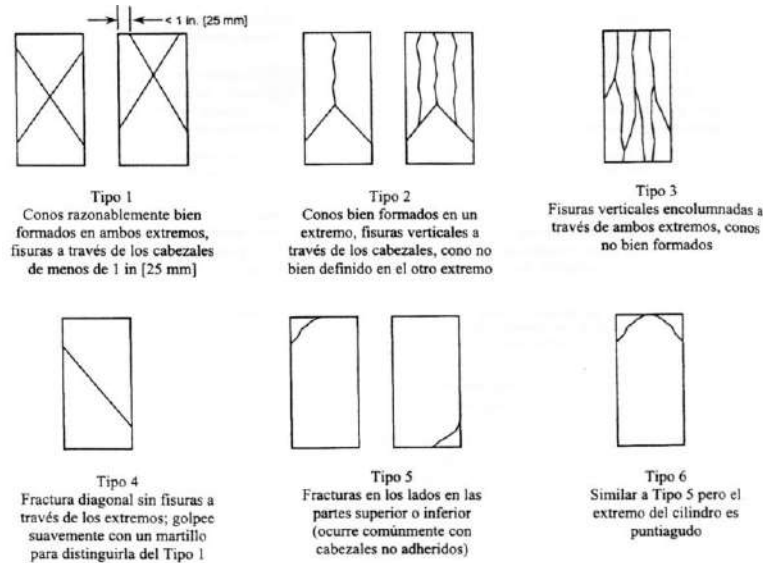


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

#### 5. EQUIPO UTILIZADO:

La máquina para Ensayos de Concreto Modelo MATEST S.p.A. TREVILOLO 24048 ITALY – C041PN132, ha sido diseñada para la realización de ensayos de laboratorio de muestras de concretos, bloques de adoquines, otros elementos de albañilería, asegurando ensayos a compresión, flexión y tracción indirecta. Características:

- CAPACITY: 1500 kN
- MAX press: 589.69 bar
- Elastic en: 1870 J
- Piston Area: 254.46 cm<sup>2</sup>
- Modelo: C041PN132

#### 6. REFRENTADO EN PROBETAS CILINDRICAS MOLDEADAS Y/O NUCLEOS EXTRAIDOS INSITU USANDO YESOS DE ALTA RESISTENCIA.

El refrentado consiste en nivelar y corregir los defectos de la superficie y geometría de las probetas cilíndricas moldeadas y de los núcleos extraídos in situ mediante perforación.

Los defectos están constituidos principalmente por la inclinación del eje y las irregularidades de las bases de las probetas, las técnicas utilizadas son el refrentado estándar y el refrentado con almohadillas de neopreno, presentándose problemas en ambos. En el primero se utiliza mayormente mortero de azufre, la cual desprende gases tóxicos, en la segunda técnica, las probetas fallan de manera violenta y pueden desarrollar fracturas prematuras en los bordes, reduciendo el área de contacto de la prensa con la muestra, lo que genera duda en los valores de resistencia alcanzados. Las ventajas del uso de yeso de alta resistencia ayudan al mejor confinamiento en las caras de contacto de compresión aplicándose uniformemente la carga obteniendo mejores fallas.



7. EXPRESION DE RESULTADOS:

ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS

**PROYECTO:** \*ANALISIS DEL DESARROLLO E INFLUENCIAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO DE CALIDAD FC= 210 KG/CM2 CURADO CON ACEITE DE LINAZA EN COMPARACION CON LOS METODOS DE CURADO TRADICIONALES UTILIZADOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO EVALUADOS A TEMPERATURA  
Gonzalo Arroyo Fernández Baca Carlos

**SOLICITADO:** Eduardo Contreras Castilla

**FECHA:** CUSCO, ABRIL DEL 2021

**OBSERVACION:** Briquetas proporcionadas por el Solicitante.

Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD (dias)	DISEÑO (F'c) (kg/cm2)	DIAL (MPa)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	Debe tener
1	SUMERGIDO	16/03/2021	13/04/2021	28	210	22,91	15,15	233,6	111,2%	100,0%
2	SUMERGIDO	16/03/2021	13/04/2021	28	210	22,90	15,15	233,5	111,2%	100,0%
3	SUMERGIDO	16/03/2021	13/04/2021	28	210	23,43	15,15	238,9	113,8%	100,0%
4	SIN CURAR	16/03/2021	13/04/2021	28	210	15,24	15,15	155,4	74,0%	100,0%
5	SIN CURAR	16/03/2021	13/04/2021	28	210	14,15	15,15	144,3	68,7%	100,0%
6	SIN CURAR	16/03/2021	13/04/2021	28	210	17,11	15,15	174,4	83,1%	100,0%
7	ADITIVO SIKA	16/03/2021	13/04/2021	28	210	19,94	15,15	203,4	96,8%	100,0%
8	ADITIVO SIKA	16/03/2021	13/04/2021	28	210	20,55	15,15	209,6	99,8%	100,0%
9	ADITIVO SIKA	16/03/2021	13/04/2021	28	210	19,87	15,15	202,6	96,5%	100,0%
10	ADITIVO CHEMA	16/03/2021	13/04/2021	28	210	22,84	15,15	232,9	110,9%	100,0%
11	ADITIVO CHEMA	16/03/2021	13/04/2021	28	210	22,72	15,15	231,6	110,3%	100,0%
12	ADITIVO CHEMA	16/03/2021	13/04/2021	28	210	21,84	15,15	222,7	106,1%	100,0%
13	ASPERSION	16/03/2021	13/04/2021	28	210	17,40	15,15	177,4	84,5%	100,0%
14	ASPERSION	16/03/2021	13/04/2021	28	210	17,63	15,15	179,7	85,6%	100,0%
15	ASPERSION	16/03/2021	13/04/2021	28	210	18,05	15,15	184,1	87,6%	100,0%
16	ACEITE DE LINAZA	16/03/2021	13/04/2021	28	210	19,59	15,15	199,8	95,1%	100,0%
17	ACEITE DE LINAZA	16/03/2021	13/04/2021	28	210	21,00	15,15	214,1	102,0%	100,0%
18	ACEITE DE LINAZA	16/03/2021	13/04/2021	28	210	20,79	15,15	212,0	101,0%	100,0%

SI CUMPLE
EN EL RANGO
NO CUMPLE

La resistencia de la briqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño

La resistencia de la briqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño

La resistencia de la briqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño

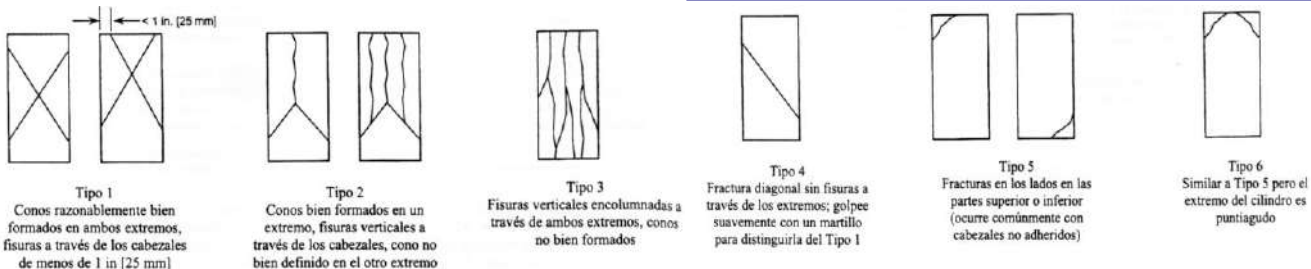
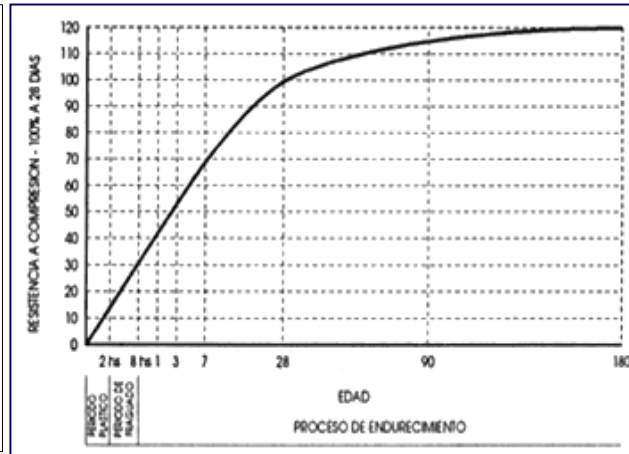
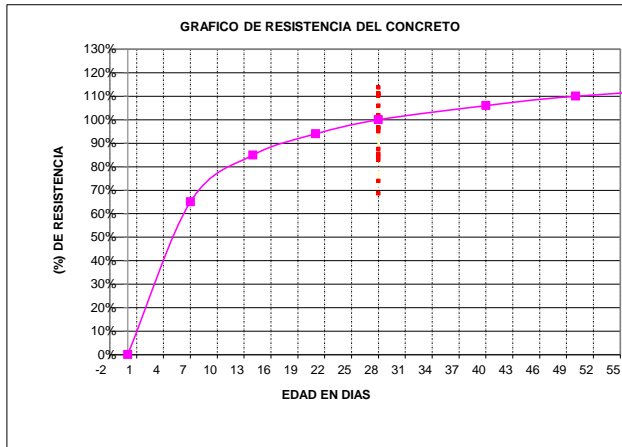


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
ING. CIVIL ESPECIALISTA  
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
CIP- N° 184003



8. PANEL FOTOGRÁFICO:







Calidad que Construye

Curador de concreto tipo membrana de color blanco,  
Para climas cálidos y con fuerte radiación solar.

VERSION: 01  
FECHA: 24/11/2016

## DESCRIPCIÓN

MEMBRANIL C-9 es un curador en forma de emulsión de parafina blanca tipo membrana, que produce una retención de hasta el 95% del agua de mezcla del concreto y evita por reflexión la absorción de los rayos solares. Ideal para aplicaciones en climas cálidos y con fuerte irradiación solar. Cumple con la norma ASTM C-309, TIPO II, clase "A".

## VENTAJAS

- Excelente desempeño en climas tropicales con temperaturas altas y fuerte radiación solar. Produce una membrana blanca la cual por reflexión absorbe los rayos solares.
- Retiene aproximadamente 95% del agua de mezcla en el concreto, evitando su evaporación por efectos del calor y viento.
- Fácil aplicación, viene listo para usarse con mochila pulverizadora, brocha o rodillo
- Ayuda a controlar las micro fisuras y el resecamiento prematuro del concreto permitiendo el normal desarrollo de las resistencias.
- La capa blanca formada permite visualizar la superficie cubierta con el producto, obteniéndose una membrana uniforme.
- Libre de VOC.

## USOS

- Como agente de curado para todo tipo de concretos en zonas con altas temperaturas y radiación solar sobre elementos horizontales, verticales o inclinados tales como losas, pistas, veredas, columnas, vigas, canales de irrigación, pavimentos rígidos o pisos en concreto y donde se necesite asegurar una completa hidratación del concreto.

## DATOS TÉCNICOS

Característica	Valor	Método
Apariencia	Líquido.	-----
Color	Blanco.	-----
Densidad	3.70 Kg/gal ± 0.1	-----
pH	7.0 – 9.0	-----
Olor	Suave a hidrocarburos	-----
Retención de agua	> 95%	ASTM C-156
Reflectancia	> 60%	ASTM E-1347
Tiempo de secado	< 4h	ASTM C-309
VOC	0.0 g/L	-----
Solubilidad	Agua	-----

## PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

### Aplicación.

1. Sobre el concreto fresco, tan pronto como el agua de sangrado haya desaparecido de la superficie.
2. Inmediatamente después del desencofrado.

### Limpieza del equipo.



*Calidad que Construye*

**Curador de concreto tipo membrana de color blanco,  
Para climas cálidos y con fuerte radiación solar.**

VERSION: 01  
FECHA: 24/11/2016

Una vez culminado el trabajo, lavar el equipo utilizado con agua y detergente.

---

**RENDIMIENTO** 15m<sup>2</sup>/gal aproximadamente, varía de acuerdo a la textura, porosidad de la superficie y al equipo utilizado para su aplicación.

---

**PRESENTACIÓN**

- Envase de 1 gal.
- Envase de 5 gal.
- Envase de 55 gal.

---

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

---

**PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES**

Las superficies tratadas con MEMBRANIL C-9 pueden ser protegidas con cualquier tipo de pintura o adhesivo, previo lavado y remoción del producto.

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

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

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

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





## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# SikaCem<sup>®</sup> Curador

Curador químico para concreto y mortero

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem<sup>®</sup> Curador es un compuesto de curado que al ser pulverizado sobre el concreto fresco se adhiere a la superficie de éste (concreto), formando una película impermeable al agua y al aire, evitando la evaporación del agua de la mezcla y el secado prematuro del concreto por efectos del sol y/o viento.

### USOS

- Techos
- Losas o pisos
- Vigas y/o columnas
- Veredas
- Rampas de acceso
- Canales de riego
- Carreteras
- Puentes
- Construcciones en generales de concreto

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Reducir el riesgo de fisuración por secado prematuro del agua.
- Rapidez y facilidad de aplicación, ya que se pulveriza sobre la superficie del concreto.
- Reduce los tiempos de curado con agua (7 días) y la mano de obra.

Después de 3 horas de aplicado, SikaCem<sup>®</sup> Curador no es afectado por las lluvias y su efecto se mantiene durante 3 semanas mínimo.

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Envase plástico x1gal</li><li>▪ Balde x 18 L</li></ul>
<b>Apariencia / Color</b>	Líquido / Incoloro
<b>Vida Útil</b>	2 años
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	SikaCem <sup>®</sup> Curador puede ser almacenado en un sitio libre de congelamiento a temperaturas sobre los +5 °C .
<b>Densidad</b>	1.11 +/- 0.01 Kg/L



## Consumo

Dependiendo de las condiciones ambientales, especialmente de la velocidad del viento, el rendimiento es de 5 m<sup>2</sup> por litro de SikaCem® Curador 0,2 L/m<sup>2</sup>.

- Envase x1 gal rinde 19 m<sup>2</sup>
- Balde x18 l rinde 90 m<sup>2</sup>

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

SikaCem® Curador se aplica sobre la superficie del concreto fresco, una vez que este haya adquirido una tonalidad opaca superficialmente, es decir, en cuanto haya evaporado el exceso de agua de mezcla, tiempo que puede estar entre media hora y tres horas después de finalizada su colocación, dependiendo del viento y la temperatura ambiente.

Se debe agitar el contenido de los envases antes de su aplicación.

Es recomendable el uso de pulverizadores (fumigadores) para su uso y rendimiento óptimo, mas SikaCem® Curador puede ser aplicado con brocha o rodillo.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

### Sika Perú

Habilitación Industrial  
El Lúcumo Mz. "B" Lote 6  
Lurín, Lima  
Tel. (511) 618-6060

### Hoja De Datos Del Producto

SikaCem® Curador  
Septiembre 2021, Versión 01.03

SikaCemCurador-es-PE-(09-2021)-1-3.pdf





# ACEITE DE LINAZA

## DESCRIPCIÓN:

Producto elaborado en base a solventes y aceite secante de primera calidad.

## CARACTERISTICAS:

Aspecto	: Líquido
Color	: Ámbar
Olor	: Característico
Densidad a 25°C	: 0.89 gr/ml

## USOS:

Generalmente se utiliza para adelgazar y dar mayor fluidez a la pintura esmalte. Para limpiar, impermeabilizar y abrillantar superficies de madera, esteras etc.

## APLICACIÓN:

Retire todo el polvo de la superficie con ayuda de un trapo luego aplique y deje secar.

## PRECAUCIONES:

- Producto Inflamable.
- No inhalar directamente.
- Manténgase lejos del alcance de los niños.
- En caso de contacto con los ojos enjuagar con abundante agua limpia.
- Mantener el envase lejos del contacto con la luz.
- Usar guantes para proteger las manos.

## PRESENTACION:

Cilindro x55 Glns. S/Envase      Bidón x5 Glns.C/Envase      Galón C/Envase

Litros (P. x20)

LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTA INFORMACION ESTAN BASADOS EN NUESTROS CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIA TECNICA .ESTA NO PRESUPONE NIGUNA GARANTÍA, SON NUESTROS CUENTES QUIENES DEBERAN HACER PRUEBAS PREVIAS ANTES DE APUCARLOS PARA USO PROPIO ASIMISMO ESTAMOS A SU DISPOSICION PARA ATENDERLOS CON NUESTRO ASESOR TÉCNICO

CORPORACIÓN INDUSTRIAL LOSARO S.A.C.

DIRECCION DEL PROVEEDOR: CALLE STA ANA 130, CHACRA CERRO – COMAS

TELEFONO DEL PROVEEDOR : 01 719-6166/ 01 719-6167