

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“COMPARACIÓN ENTRE EL CURADO CONVENCIONAL Y CURADO
CON SIKACEM EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, JAÉN 2022”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. JOSÉ CÉSAR FLORES RABANAL

ASESOR:

ING. LUCIO MARCIAL SIFUENTES INOSTROZA

CAJAMARCA, JAÉN – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

FACULTAD DE INGENIERÍA

1. Investigador: Bach. JOSÉ CÉSAR FLORES RABANAL
DNI: 47235050
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL
2. Asesor: Ing. Lucio Marcial Sifuentes Inostroza
Facultad: Ingeniería Civil
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"COMPARACIÓN ENTRE EL CURADO CONVENCIONAL Y CURADO CON SIKACEM EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, JAÉN 2022"
6. Fecha de evaluación: 13/01/2025
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 14 %
9. Código Documento: 3117:420632764
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 13/01/2025



FIRMA DEL ASESOR

Nombres y Apellidos:
LUCIO MARCIAL SIFUENTES INOSTROZA
DNI: 26617505



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 13/01/2025 16:22:23-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : "COMPARACIÓN ENTRE EL CURADO CONVENCIONAL Y CURADO CON SIKACEM EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, JAÉN 2022"

ASESOR : Ing. Lucio Marcial Sifuentes Inostroza.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0043-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 15 de enero de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **veintinueve días del mes de enero de 2025**, siendo las diez horas (10:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A – Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

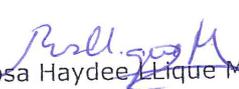
Presidente : Dra. Ing. Rosa Haydee LLique Mondragón.
Vocal : Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Secretario : M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada "COMPARACIÓN ENTRE EL CURADO CONVENCIONAL Y CURADO CON SIKACEM EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, JAÉN 2022", presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil JOSÉ CÉSAR FLORES RABANAL, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Filial Jaén, asesorado por el Ing. Lucio Marcial Sifuentes Inostroza, para la obtención del Título Profesional

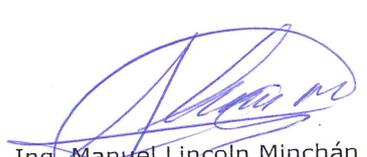
Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : ⁰⁵ PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : ¹⁰ PTS.
EVALUACIÓN FINAL : ¹⁵ PTS ^{Quince} (En letras)

En consecuencia, se lo declara ^{APROBADO} con el calificativo de ^{15 (Quince)} acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las ^{11:30a} horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.


Dra. Ing. Rosa Haydee LLique Mondragón.
Presidente


Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Vocal


M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.
Secretario


Ing. Lucio Marcial Sifuentes Inostroza.
Asesor



EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Civil: JOSÉ CÉSAR FLORES RABANAL.

RUBRO	PUNTAJE
	Máximo/Calificación
2. DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	
2.1. Capacidad de síntesis	03
2.2. Dominio del tema	03
2.3. Consistencia de las alternativas presentadas	02
2.4. Precisión y seguridad en las respuestas	02
PUNTAJE TOTAL (MÁXIMO 12 PUNTOS)	10

Cajamarca, 29 de enero de 2025


Dra. Ing. Rosa Haydee Llique-Mondragón.
Presidente


Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Vocal


M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.
Secretario


Ing. Lucio Marcial Sifuentes Inostroza.
Asesor



EVALUACIÓN FINAL DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Civil: JOSÉ CÉSAR FLORES RABANAL.

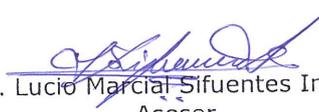
RUBRO	PUNTAJE
A.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PRIVADA	05
B.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	10
EVALUACIÓN FINAL	
EN NÚMEROS (A + B)	15
EN LETRAS (A + B)	Quince
- Excelente 20 - 19	BUENO
- Muy Bueno 18 - 17	
- Bueno 16 - 14	
- Regular 13 a 11	
- Desaprobado 10 a menos	

Cajamarca, 29 de enero de 2025


Dra. Ing. Rosa Haydee Llique Mondragón.
Presidente


Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Vocal


M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.
Secretario


Ing. Lucio Marcial Sifuentes Inostroza.
Asesor

**COPYRIGHT © 2025 by
JOSÉ CÉSAR FLORES RABANAL
Todos los derechos reservados**

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por ser tan bondadoso y darme la sabiduría, las fuerzas y capacidad para culminar mis estudios universitarios y concluir con el proyecto de tesis.

Al ING. LUCIO MARCIAL SIFUENTES INOSTROZA asesor de tesis que fue mi guía en este camino del conocimiento y ejemplo de superación.

A la Universidad, mi alma mater, por darnos los conocimientos que sirvieron para desenvolverme en el campo profesional de nuestra carrera.

El autor

DEDICATORIA

A Jehová Dios, por la vida, la sabiduría y la oportunidad que me brinda para llegar hasta aquí y lograr uno de mis sueños.

A mi padre JEREMIAS JACINTO FLORES AÑORGA, a mi madre RITA FLOR RABANAL RUBIO. por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más.

A novia NABBY CHEYNI IPANAQUE RODAS quien estuvo a mi lado en todo momento y así poder lograr mi objetivo; mis hermanos: Eduar, Jhon, Alex, Mishelle, Esteban, Aarón y a toda mi familia que es lo mejor y lo más valioso que Jehová Dios me ha dado.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Hipótesis.....	2
1.4. Justificación de la investigación.....	2
1.5. Alcances y delimitaciones de la investigación.....	2
1.6. Limitaciones.....	3
1.7. Objetivos.....	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes teóricos.....	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	4
2.1.3. Antecedentes locales	5
2.2. Bases teóricas.....	6
2.2.1. Concreto	6
2.2.2. Propiedades del concreto fresco.....	6
2.2.3. Propiedades del concreto endurecido.	7
2.2.4. Componentes del concreto.	8
2.2.5. Curado de concreto	9
2.2.6. Métodos de curado.....	10
2.2.7. Aditivo SIKACEM.....	10
2.2.8. Resistencia a la compresión del concreto	11
2.3. Definición de términos básicos	13

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	14
3.2. Cantera de agregados.....	15
3.3. Metodología.....	16
3.4. Variables.....	16
3.5. Población de estudio.....	16
3.6. Muestra.....	17
3.7. Unidad de análisis.....	18
3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.9. Materiales y equipos.....	18
3.10. Estudio de las características físicas de los agregados.....	18
3.11. Diseño de mezcla.....	22
3.11.1. Consideraciones para el diseño de mezcla.....	22
3.12. Características de los materiales para el diseño de mezcla.....	23
3.12.1. Agregado fino.....	23
3.12.2. Agregado grueso.....	23
3.12.3. Cemento.....	23
3.12.4. Aditivo usado.....	24
3.13. Procedimiento para la determinación de las proporciones para el diseño de mezcla.....	24
3.13.1. Dosificación de materiales corregido final.....	24
3.13.2. Elaboración de especímenes cilíndricos de concreto.....	25
3.13.3. Vaciado de especímenes de concreto.....	25
3.13.4. Curado de especímenes de concreto.....	25
3.14. Ensayo a compresión del concreto.....	25
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	26
4.1. Características físicas y mecánicas de los agregados.....	26
4.2. Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ curado por inmersión, aspersion en agua y con aditivo SikaCem.....	27
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
5.1. Conclusiones.....	30

5.2. Recomendaciones.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Límites permisibles para el agua de mezcla.....	9
Tabla 2	Coordenadas de ubicación de la cantera en estudio.....	16
Tabla 3	Tamaño de la muestra para cada tipo de curado y periodo de ensayo.....	17
Tabla 4	Propiedades del aditivo químico.....	24
Tabla 5	Cantidad de material del aditivo SikaCem.....	24
Tabla 6	Dosificación de materiales para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	24
Tabla 7	Caracterización de los agregados utilizados para la elaboración del concreto..	26
Tabla 8	Resistencia a la compresión promedio del concreto a todas las edades de curado.....	27
Tabla 09	Peso específico y absorción del agregado fino.....	35
Tabla 10	Peso específico y absorción del agregado grueso.....	35
Tabla 11	Peso unitario volumétrico suelto del agregado fino.....	35
Tabla 12	Peso unitario volumétrico suelto del agregado grueso.....	36
Tabla 13	Peso unitario volumétrico compactado del agregado fino.....	36
Tabla 14	Peso unitario volumétrico compactado del agregado grueso.....	37
Tabla 15	Contenido de humedad del agregado fino.....	37
Tabla 16	Contenido de humedad del agregado grueso.....	37
Tabla 17	Análisis granulométrico del agregado fino. Muestra inicial = 500 gr.....	38
Tabla 18	Análisis granulométrico del agregado grueso. Muestra inicial 5518 gr.....	39
Tabla 19	Cantidad de material que pasa la malla N°200 del agregado fino.....	40
Tabla 20	Cantidad de material que pasa la malla N°200 del agregado grueso.....	40
Tabla 21	Propiedades de los agregados.....	40
Tabla 22	Datos generales de los materiales.....	41
Tabla 23	Resistencia promedio requerido.....	41
Tabla 24	Asentamiento por tipo de construcción.....	42
Tabla 25	Contenido de aire atrapado.....	42
Tabla 26	Relación agua / cemento.....	43

Tabla 27 Volumen unitario de agua.....	43
Tabla 28 Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto.....	44
Tabla 29 Sumatoria de volúmenes absolutos de los materiales.	46
Tabla 30 Resistencia del concreto a los 7 días de curado por inmersión en agua (Patrón).....	49
Tabla 31 Resistencia del concreto a los 14 días de curado por inmersión en agua (Patrón).....	50
Tabla 32 Resistencia del concreto a los 21 días de curado por inmersión en agua (Patrón).....	51
Tabla 33 Resistencia del concreto a los 28 días de curado por inmersión en agua (Patrón).....	52
Tabla 34 Resistencia del concreto a los 7 días de curado por aspersion con agua.	53
Tabla 35 Resistencia del concreto a los 14 días de curado por aspersion con agua.	54
Tabla 36 Resistencia del concreto a los 21 días de curado por aspersion con agua.	55
Tabla 37 Resistencia del concreto a los 28 días de curado por aspersion con agua.	56
Tabla 38 Resistencia del concreto a los 7 días de curado con Sika CEM 1° Capa.....	57
Tabla 39 Resistencia del concreto a los 14 días de curado con Sika CEM 1° Capa.....	58
Tabla 40 Resistencia del concreto a los 21 días de curado con Sika CEM 1° Capa.....	59
Tabla 41 Resistencia del concreto a los 28 días de curado con Sika CEM 1° Capa.....	60
Tabla 42 Resistencia del concreto a los 7 días de curado con Sika CEM 2° Capas.....	61
Tabla 43 Resistencia del concreto a los 14 días de curado con Sika CEM 2° Capas.....	62
Tabla 44 Resistencia del concreto a los 21 días de curado con Sika CEM 2° Capas.....	63
Tabla 45 Resistencia del concreto a los 28 días de curado con Sika CEM 2° Capas.....	64
Tabla 46 Resistencia del concreto a los 7 días de curado con Sika CEM 3° Capas.....	65
Tabla 47 Resistencia del concreto a los 14 días de curado con Sika CEM 3° Capas.....	66
Tabla 48 Resistencia del concreto a los 21 días de curado con Sika CEM 3° Capas.....	67
Tabla 49 Resistencia del concreto a los 28 días de curado con Sika CEM 3° Capas.....	68
Tabla 50 Peso unitario del concreto en estado fresco para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	69
Tabla 51 Peso unitario del concreto endurecido para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	70

Tabla 52 Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MAI28-1, curado convencional por inmersión	71
Tabla 53 Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MAI28-5, curado convencional por inmersión	72
Tabla 54 Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MAA28-1, curado convencional por aspersion	73
Tabla 55 Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MAA28-2, curado convencional por aspersion.	74
Tabla 56 Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MS1°28-1, curado con aditivo SikaCem 1° capa.....	75
Tabla 57 Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MS1°28-2, curado con aditivo SikaCem 1° capa.....	76
Tabla 58 Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MS2°28-3, curado con aditivo SikaCem 2° capa.....	77
Tabla 59 Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MS2°28-5, curado con aditivo SikaCem 2° capa.....	78
Tabla 60 Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MS3°28-3, curado con aditivo SikaCem 3° capa.....	79
Tabla 61 Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MS3°28-3, curado con aditivo SikaCem 3° capa.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa político del Perú.	14
Figura 2 Ubicación de Cajamarca en el mapa del Perú.	14
Figura 3 Microzonificación de la investigación.....	15
Figura 4 Ubicación de la cantera “Ocaña”.	15
Figura 5 Extracción del material de agregado fino de la cantera Ocaña.	81
Figura 6 Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino y grueso.....	81
Figura 7 Determinación del peso específico del agregado fino y grueso.	82
Figura 8 Determinación del peso unitario suelto del agregado fino y grueso.	82
Figura 9 Ensayo de determinación del asentamiento del cono de abrams.	83
Figura 10 Elaboración de Testigos de concreto para el curado del concreto convencional y curado con aditivo químico curador SikaCem.	83
Figura 11 Se realizó el curado de las probetas con aditivo químico SIKACEM.	84
Figura 12 Curado de las probetas con aditivo en capas.	84
Figura 13 Curado de las probetas con método del curado convencional por inmersión..	85
Figura 14 Curado de las probetas con método del curado convencional por aspersión..	85
Figura 15 Ensayo de resistencia a la compresión de testigo de concreto de curado convencional y SikaCem a los 7,14,21 y 28 días.....	86
Figura 16 Ensayo de resistencia a la compresión de testigo de concreto de curado convencional y SikaCem a los 7,14,21 y 28 días.....	86
Figura 17 Molde cilíndrico de la probeta.	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resistencia a compresión vs edad en días de los diferentes curados para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de diseño.....	28
Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado fino.....	38
Gráfico 3. Curva granulométrica del agregado grueso.....	39

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo principal de comparar la eficiencia del curado convencional en agua y curado con aditivo SikaCem en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Jaén. La problemática de esta investigación radica en que, un curado inapropiado disminuye notablemente la resistencia del concreto endurecido. La investigación fue experimental donde se evaluó la relación causa/efecto, y para ello se ensayaron probetas cilíndricas de concreto las cuales fueron sometidas a los siguientes procesos de curado: inmersión, aspersión con agua, aspersión con 1 capa de aditivo SikaCem, aspersión con 2 capas de aditivo SikaCem y aspersión con 3 capas de aditivo SikaCem. Los resultados para el ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de curado fueron, 267.95 kg/cm^2 , 234.16 kg/cm^2 , 213.93 kg/cm^2 , 215.41 kg/cm^2 y 217.00 kg/cm^2 , respectivamente. Concluyéndose que el curado por inmersión en agua es más eficiente que los curados con aditivo SikaCem en capas.

Palabras clave: Concreto, curado, resistencia a la compresión, aditivo SikaCem.

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the main objective of comparing the efficiency of conventional curing in water and curing with SikaCem additive on the compressive strength of concrete $f'_c=210$ kg/cm² in the city of Jaén. The problem of this research lies in the fact that inappropriate curing significantly reduces the resistance of the hardened concrete. The research was experimental where the cause/effect relationship was evaluated, and for this cylindrical concrete specimens were tested which were subjected to the following curing processes: immersion, spraying with water, spraying with 1 layer of SikaCem additive, spraying with 2 layers of SikaCem additive and spraying with 3 layers of SikaCem additive. The results for the compressive strength test at 28 days of curing were 267.95 kg/cm², 234.16 kg/cm², 213.93 kg/cm², 215.41 kg/cm² and 217.00 kg/cm², respectively. Concluding that curing by immersion in water is more efficient than curing with SikaCem additive in layers.

Keywords: Concrete, curing, compressive strength, SikaCem admixture.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El concreto se compone de una mezcla equilibrada de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua, todos en proporciones que buscan alcanzar propiedades específicas de resistencia. En ocasiones, se incorpora un aditivo para alterar ciertas características y mejorar su desempeño (Abanto, 2017). Uno de los aspectos esenciales en el proceso de construcción con concreto es el curado, que asegura al material las condiciones necesarias de humedad y temperatura, permitiendo así que desarrolle las propiedades estructurales para las que fue diseñado y conforme a sus características de composición (Fernández, 2010).

Un curado inadecuado del concreto puede disminuir significativamente su resistencia y durabilidad, el curado oportuno aumenta la resistencia a la abrasión de pisos de concreto, vías y obras hidráulicas, y reduce la posibilidad de aparición de grietas por contracción plástica. (Cemento yura, 2022). La rápida pérdida de agua interna del concreto recién colocado es la causa principal de las fisuras de contracción plástica. En condiciones ambientales normales el hormigón después de fraguado sigue expuesto a perder más agua por efecto de la evaporación y por el consumo debido a la hidratación del cemento (Toirac,2014)

El curado implica mantener una humedad adecuada en el concreto durante varios días después de su colocación para que el cemento y el agua puedan reaccionar químicamente, logrando junto con los agregados las propiedades de resistencia requeridas, a la vez que se controla su temperatura y humedad (Rondón, 2018). Sin embargo, la ejecución de esta técnica es indispensable y juega un rol importante, puesto que un curado inadecuado reduce considerablemente la resistencia del concreto. Por esta razón, el curado se considera uno de los factores críticos para asegurar la integridad de una estructura construida con concreto de alta calidad, promoviendo la hidratación completa del cementante y el desarrollo de su resistencia potencial, evitando la aparición de fisuras por contracción plástica y por secado (Reyes & Chahuayo, 2019).

En muchas construcciones civiles, el proceso de curado del concreto no recibe la atención necesaria, y a menudo se observan prácticas inadecuadas en su aplicación. Generalmente, se emplea el método de curado tradicional o el curado con aditivos plastificantes, que generan una membrana impermeable; sin embargo, existe incertidumbre acerca de la efectividad de estos métodos y su impacto en la resistencia a la compresión del concreto. Esto se debe a que frecuentemente se presentan problemas,

de agrietamiento en estructuras expuestas a condiciones ambientales adversas, lo que sugiere que una elección incorrecta del tipo de curado podría estar contribuyendo a estos problemas (Tejada, 2016).

Al existir diferentes métodos para realizar el curado del concreto, surge la necesidad de identificar cuál de estos es más beneficioso desde un punto de vista técnico, es decir, cuál permite al concreto alcanzar las propiedades de diseño deseadas. Por esta razón, la presente investigación se enfoca en un análisis comparativo entre los métodos: el curado por inmersión, aspersion con agua y el curado utilizando el aditivo SikaCem aplicado en múltiples capas.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el método adecuado para el curado del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al curado convencional o curado con SIKACEM en la ciudad de Jaén?

1.3. Hipótesis

El curado con Sikacem es el curado adecuado para el en concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en comparación con el curado convencional en la ciudad de Jaén.

1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación abordó la problemática de las deficiencias y los inadecuados métodos de curado empleados comúnmente en las obras de la ciudad de Jaén, la cual permite identificar que método de curado ofrece optimizar los mejores resultados del concreto en la resistencia a la compresión, puesto que, en las construcciones de esta ciudad a veces no se cumplen con ciertos métodos ya sea por curado convencional o empleando aditivos curadores.

La elección del método de curado influye directamente en las propiedades mecánicas del concreto; sin embargo, realizar esta investigación permitió determinar que el uso del aditivo Sikacem no representa una ventaja significativa sobre el método tradicional por inmersión ni aspersion con agua, lo que podría tener implicaciones importantes en la práctica de la construcción. Contrariamente se determinó que el curado convencional por inmersión en agua resultó ser mas eficiente que los otros métodos de curado.

1.5. Alcances y delimitaciones de la investigación

En esta investigación se fabricaron especímenes de concreto de resistencia de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Se evaluó su comportamiento a la resistencia a la compresión mediante distintos métodos de curado: inmersión en agua, aspersion con agua, con

aditivo SikaCem en 1 capa, con aditivo SikaCem en 2 capas y con aditivo SikaCem en 3 capas. La ejecución de los ensayos de resistencia a la compresión se realizó distintos periodos de curado: 7, 14, 21 y 28 días.

1.6. Limitaciones

Para el estudio no se consideró el ensayo a la resistencia a la flexión, y para la medición de la película de la membrana del aditivo químico SikaCem no se contó con los instrumentos adecuados.

1.7. Objetivos

Objetivo general

Comparar el curado convencional y curado con SikaCem en la resistencia del concreto, Jaén 2022.

Objetivos específicos

- Determinar las características físicas y mecánicas de los agregados.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ curado por inmersión en agua, aspersion con agua y con aditivo SikaCem.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos

2.1.1. Antecedentes internacionales

Tejada & Cordoba (2023) en su investigación “influencias del curado por inmersión a la interperie en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Quibdó – Chocó”, evaluaron concretos curados mediante inmersión, con papel flim y sin cobertura a la interperie. Los resultados mostraron que en el curado por inmersión ofrece el mejor desempeño, con una resistencia de aumenta de forma directamente proporcional al tiempo. Por otro lado, en los métodos de curados con papel flim y en los concretos expuestos al clima sin cobertura. Se observo que, despues de los 56 dias, la resistencia obtenida tiende a disminuir significativamente.

Manobanda (2013) en su estudio “el curado del hormigon y su incidencias en las propiedades mecanicas finales” fue realizado un estudio al curado del hormigón para mejorar las propiedades mecánicas finales, utilizando agua y como aditivo Sikacem, además de los agregados: Grueso y Fino de la cantera “Planta de Trituración de Áridos Constructora Arias”; para luego dosificar un hormigón que alcanza una resistencia de 210 kg/cm^2 a los 28 días de edad y un asentamiento de 6,00 a 9,00 centímetros. Con este hormigón se realizó cilindros de prueba, para después someterlos a distintas técnicas de curado. Los resultados determinaron la resistencia a la compresión de los testigos, evidenciando así las ventajas y desventajas que tiene cada técnica de curado y demostrando la necesidad de curar una estructura de hormigón. En la investigación se concluyó que el 74,29 % aplica el método de curado por aspersión o rocío de agua, y solo el 2,86 % lo realiza de acuerdo a la normativa.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Mego (2023) en su investigación “Evaluación de la influencia del aditivo superplastificante Sikacem en la resistencia a compresión del concreto $f_c=210 kg/cm^2$, lima-2021” evaluó la influencia del aditivo superplastificante SIKACEM en la resistencia a compresión del concreto $f_c= 210 kg/cm^2$, en la ciudad de Lima, y para ello se realizaron tres diseños de mezcla de concreto por el método ACI .El primero fue un diseño patrón, el segundo diseño fue incorporando el aditivo superplastificante sikacem con una

dosificación del 0.5% y 0.7% del peso del cemento y el último fue agregando el aditivo superplastificante sikacem con una dosificación del 1% del peso del cemento. La resistencia a compresión se determinó mediante ensayos a compresión elaborando muestras de concreto a 3, 7, 28 días de curado. Y luego de realizar los procesos correspondientes se calcularon las resistencias promedio para cada grupo mencionado donde al comparar los resultados obtenidos con el concreto patrón y el aditivo superplastificante al 0.5%, se concluye que con esta dosificación se obtiene la mejor resistencia teniendo así una influencia positiva logrando un incremento notable de la resistencia a compresión ya que se obtuvieron 225.5 kg/cm², 310.6 kg/cm², 341.8 kg/cm² en las edades de 3, 7, 28 días respectivamente por lo que los resultados demuestran que su uso mejora notablemente su resistencia y trabajabilidad.

Rojas (2021) en su investigación evaluó la influencia de los métodos de curado en la resistencia de losa de concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Lima, y para ello analizó cómo diferentes métodos de curado afectan la resistencia de losa de concreto con una resistencia de diseño de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Este estudio aplicó tres métodos de curado: método convencional (por inmersión), curado con aditivo SikaCem y curado con mantas húmedas. Los resultados obtenidos a los 28 días indicaron que el concreto curado convencionalmente alcanzó la mayor resistencia a la compresión con 267.3 kg/cm², seguido por el curado con mantas húmedas con 255.7 kg/cm², y finalmente el curado con aditivo SikaCem con 235.3 kg/cm². En resistencia a tracción, los valores fueron 19.5 kg/cm², 16.9 kg/cm² y 17.8 kg/cm² respectivamente, mientras que en resistencia a flexión los valores alcanzados fueron 40.7 kg/cm², 32.7 kg/cm² y 29.3 kg/cm². Se concluyó que la efectividad del curado influye directamente en la resistencia final del concreto, con el método convencional mostrando los mejores resultados.

2.1.3. Antecedentes locales

Tarrillo (2024) estudió la comparación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sometidos a diferentes tipos de curados. Los tipos de curado examinados fueron por rociado, cubiertas húmedas y mediante un aditivo SikaCem que forma una membrana impermeabilizante, comparándolos con el curado estándar por inmersión. Los resultados de resistencia a la compresión promedio a los 28 días fueron los siguientes: 265.45 kg/cm² para el curado por inmersión, 232.79 kg/cm² para el curado por rociado, 249.68 kg/cm² para el curado con cubiertas húmedas, y 222.61 kg/cm² para el curado con aditivo SikaCem. La investigación concluye que el tipo de curado tiene una

influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto, destacándose el método de cubiertas húmedas como el más efectivo después del curado por inmersión, mientras que el curado con aditivo SikaCem mostró el menor desempeño en términos de resistencia.

Tapia , (2024). "influencia de los métodos de curado con aditivo químico en la resistencia a compresión del concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y 210 kg/cm^2 ". Se ha explorado métodos de curado para mejorar las propiedades del concreto, por lo que esta investigación aborda la comparación entre el curado tradicional con agua y el uso de aditivos químicos formadores de membranas en el concreto a su vez la investigación realizada es del tipo experimental. Se evaluaron tres aditivos: curado tradicional en agua, SikaCem, Antisol S y Z Membrana A, en mezclas de concreto con resistencias $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Se realizaron pruebas en 96 especímenes a diferentes edades (3, 7, 14 y 28 días). Los resultados muestran que el curado tradicional logra resistencias promedio de 246.63 kg/cm^2 y 292.67 kg/cm^2 para $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente. En contraste, Chema Membranil Reforzado alcanza 190.90 kg/cm^2 y 255.50 kg/cm^2 , Sika Antisol S obtiene 185.40 kg/cm^2 y 244.80 kg/cm^2 , mientras que Z Membrana A registra 179.80 kg/cm^2 y 244.00 kg/cm^2 para las mismas especificaciones. Estos hallazgos sugieren que el curado tradicional con agua es más efectivo para alcanzar resistencias a la compresión requeridas en comparación con el uso de aditivos químicos formadores de membranas. Sin embargo, los aditivos también pueden proporcionar resultados aceptables, aunque ligeramente inferiores en términos de resistencia a la compresión.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concreto

Mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuados para obtener ciertas propiedades, especialmente en la resistencia (Abanto, 2017).

2.2.2. Propiedades del concreto fresco

Trabajabilidad

Propiedad del concreto en estado no endurecido que determina su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado de manera adecuada (Rivas, 2014).

Estabilidad

Desplazamiento producido en el concreto sin tener la consideración de fuerzas

externas, permitiendo que se tenga un concreto homogéneo y uniforme que normalmente está en función a la exudación y segregación (Abanto C. 2017).

Segregación

Tendencia del concreto a separarse en diferentes densidades de los agregados cuando se encuentra en estado fresco. Esto es problemático, ya que puede resultar en que los agregados de mayor densidad se asienten en el fondo de la mezcla, afectando su homogeneidad (Abanto, 2017).

Exudación

Fenómeno en el que el agua emerge a la superficie del concreto, mientras que las partículas sólidas sedimentan en el fondo de la mezcla. Este fenómeno se explica a través de principios físicos relacionados con el flujo de líquidos en sistemas capilares, influenciados por la viscosidad y la diferencia de densidades de los materiales. Además, la exudación está fuertemente influenciada por la cantidad de material fino en los agregados y la finura del cemento (Abanto, 2017).

Según la norma ACI (2019), la exudación puede ocurrir si hay un exceso de agua en la mezcla de concreto o cuando la tasa de evaporación en la superficie es elevada. La presencia de agua en exceso puede incrementar la plasticidad de la mezcla y facilitar su migración hacia la superficie.

Contracción

Disminución del volumen del concreto que ocurre durante el proceso de endurecimiento y secado, provocada por la evaporación del exceso de agua en la mezcla. Este fenómeno genera una pérdida de humedad y, por ende, una deformación lineal del material. La contracción está relacionada con la naturaleza de los agregados y la relación agua/cemento (ACI, 2019).

2.2.3. Propiedades del concreto endurecido.

Elasticidad

Según Abanto (2017), el módulo de elasticidad, conocido también como módulo de Young o módulo de elasticidad longitudinal, se utiliza para caracterizar la elasticidad del concreto. Este parámetro mide la rigidez del concreto y su habilidad para resistir deformaciones elásticas. De acuerdo con el ACI (2019), es una propiedad importante en el diseño estructural, ya que afecta directamente la distribución de cargas y deformaciones en las estructuras de concreto.

Resistencia

Rivas (2014) define la resistencia como el máximo esfuerzo que un material puede soportar sin fracturarse. Es una propiedad del concreto que le permite resistir cargas y

esfuerzos, mostrando un mejor comportamiento bajo compresión que bajo tracción. Esta característica depende de la relación agua/cemento en la mezcla y también está influenciada por la temperatura y el tiempo (Abanto, 2017).

Extensibilidad

Para Mheta & Monteiro (2014) la describen como la capacidad del concreto para deformarse sin agrietarse. Este fenómeno está asociado a la distorsión unitaria máxima que el concreto puede alcanzar sin fisuras, y generalmente depende de la elasticidad del material y del flujo plástico, que ocurre cuando hay deformación bajo carga constante a lo largo del tiempo.

2.2.4. Componentes del concreto.

Cemento Portland: Material con propiedades adhesivas y cohesivas que permite la unión de los agregados (arena y piedra) para formar un material compacto con características de resistencia y durabilidad (Matallana, 2019).

Agregado grueso: Es uno de los componentes fundamentales del concreto. Es fundamental considerar su calidad y caracterización para asegurar que las mezclas cumplan con los requisitos de resistencia establecidos en el diseño. Este agregado se compone generalmente de roca o grava triturada proveniente de canteras (Matallana, 2019).

Agregado fino: Proviene de la desintegración natural o artificial de rocas y es aquel que pasa completamente por un tamiz de 3/8 de pulgada (9.5 mm) y queda retenido en una malla número 200. Este tipo de agregado debe cumplir con las normas establecidas por ITINTEC 400.037.

Agua: El agua utilizada en la elaboración de concretos y morteros debe ser cristalina y clara, libre de azúcares, ácidos, álcalis, materia orgánica y aceites. Debe ser potable, sin sustancias que puedan afectar negativamente el fraguado, la resistencia, la durabilidad o la apariencia del concreto (Rivas, 2014).

La normativa en Perú establece requisitos específicos para el uso del agua y los contenidos perjudiciales de acuerdo con la norma técnica peruana 339.088 (NTP 339.088). Esta norma determina que el agua apta para el amasado o curado del concreto y morteros debe contener propiedades y sustancias dentro de límites establecidos

Tabla 1*Límites permisibles para el agua de mezcla.*

	Limite	Método de Ensayo
Concentración máxima en el agua de mezcla combinada, ppm ^B		
A. Cloruro como Cl., ppm		
1 En concreto pretensado, tableros de puentes, o designados de otra manera.	500 ^C	NTP 334.086
2 Otros concreto reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido o metales diversos o con formas metálicas galvanizadas permanentes	1,000 ^C	NTP 334.086
B. Sulfatos como SO ₄ , ppm	3000	NTP 334.086
C. Alcalis como (Na ₂ O + 0.658 K ₂ O), ppm	600	NTP 334.086
D. Sólidos totales por masa, ppm	50000	ASTM C1603

Fuente: NTP 339.088. (2014)

Aditivos: Son productos químicos que se agregan al concreto en la etapa de mezclado para modificar algunas de las propiedades de la mezcla que nunca deben ser considerados un sustituto de un buen diseño de mezcla, de buena mano de obra o del uso de buenos materiales (Umiri, 2024)

2.2.5. Curado de concreto

De acuerdo con el ACI 308 R, el curado es el proceso mediante el cual el concreto, elaborado con cemento hidráulico, madura y endurece a lo largo del tiempo. Esto se debe a que la hidratación del cemento continúa en presencia de una cantidad adecuada de agua.

2.2.5.1. Tiempo de curado

Debe considerarse en función de varios factores, según la PCA (Asociación de Productores de Cemento Portland) y el ACI (Instituto Norteamericano del Concreto). Estos factores afectan la duración necesaria del curado para una estructura de concreto y el tiempo que debe transcurrir para evitar deformaciones. Entre los factores a considerar

se incluyen:

- ✓ La proporción de arena en la mezcla.
- ✓ La relación agua-cemento en la mezcla.
- ✓ La distribución de agregados por el tamaño.
- ✓ También el uso de aditivos.
- ✓ Las condiciones externas como el medio ambiente la temperatura, el uso de la membrana de vapor y la exposición al agua.

2.2.6. Métodos de curado convencional

a) Curado con agua:

Anegamiento o inmersión: Este es el método más comúnmente utilizado para curar el concreto, donde se sumerge completamente la unidad de concreto terminada en agua hasta una altura determinada (Tejada, 2016).

Rociado o Aspersión: Este es el método implica el uso de aspersores que aplican agua en el concreto, adaptándose a condiciones ambientales, efectiva para altas temperaturas, cada vez que la superficie de concreto este más fría que el entorno interior, la presión atmosférica dará lugar a la formación de una película de humedad sobre la superficie. (ACI, 2016).

2.2.7. Aditivo SIKACEM

Es un compuesto de curado que, al aplicarse en forma de pulverización sobre el concreto fresco, forma una película impermeable al agua y al aire, evitando así la evaporación del agua de la mezcla y el secado prematuro por el sol o el viento (SikaCem, 2021).

Característica / ventaja:

- ✓ Reduce el riesgo de fisuración por secado prematuro del agua.
- ✓ Es fácil y rápido de aplicar, ya que se pulveriza sobre la superficie del concreto. Tras tres horas de aplicación, no se ve afectado por la lluvia y su efecto dura un mínimo de tres semanas (SikaCem, 2021).

Usos:

Es aplicable en techos, losas, pisos, vigas, columnas, veredas, rampas de acceso, canales de riego, carreteras, puentes y otras construcciones de concreto.

Instrucciones de aplicación

Se debe aplicar sobre el concreto fresco una vez que haya adquirido un aspecto opaco, lo que indica que ha evaporado el exceso de agua. Este tiempo oscila entre media

hora y tres horas después de la colocación, dependiendo de las condiciones ambientales. Es recomendable agitar el contenido de los envases antes de aplicar y se sugiere el uso de pulverizadores para un rendimiento óptimo, aunque también se puede aplicar con brocha o rodillo (SikaCem, 2021).

2.2.8. Resistencia a la compresión del concreto

Es la característica clave del concreto y generalmente, la única especificada en el diseño de la mezcla, ya que es esencial para la seguridad y durabilidad estructural (Neville & Brooks, 2010). Esta propiedad define la calidad final del concreto. Dado que no puede evaluarse cuando el concreto está en estado plástico, se suelen preparar muestras de la mezcla para someterlas a pruebas de compresión una vez endurecido (Neville & Brooks, 2010).

2.2.8.1. Ensayo de resistencia inicial

Las pruebas de resistencia tempranas, típicamente a los 7 días, permiten verificar la calidad del concreto empleado. En proyectos de construcción, se realizan ensayos en tiempos específicos para asegurar que se cumplen los requerimientos de diseño y las especificaciones técnicas (Abanto, 2017).

2.2.8.2. Ensayo de resistencia a largo plazo

La resistencia a la compresión generalmente se evalúa a los 28 días, un tiempo estándar para asegurar que el concreto cumpla con los requisitos estructurales. En algunos casos, como al evaluar estructuras existentes, se efectúan ensayos a intervalos mayores (Neville & Brooks, 2010).

2.2.8.3. Pruebas in situ

Los cilindros de concreto, extraídos de la estructura en el momento adecuado, se llevan al laboratorio para pruebas de compresión (NTP 339.033, 2015). También pueden emplearse métodos no destructivos, como el ultrasonido o la esclerometría, para estimar la resistencia directamente en la obra. Sin embargo, los resultados tempranos deben interpretarse con cautela, especialmente en estructuras críticas, ya que no siempre reflejan la resistencia final (Neville & Brooks, 2010).

2.2.8.4. Factores que influyen en la resistencia del concreto

La resistencia a la compresión del concreto depende de múltiples factores, cuya comprensión es fundamental para un diseño y construcción de estructuras duraderas y eficientes (Abanto, 2017). A continuación, se destacan algunos de los factores principales:

a) Contenido de Cemento

El cemento, al ser el componente activo del concreto, es fundamental en el desarrollo de la resistencia del material. La cantidad utilizada afecta directamente esta propiedad, ya que una mayor proporción de cemento suele aumentar la resistencia. Es importante que el contenido de cemento esté en equilibrio con el tamaño máximo de los agregados (Abanto, 2017).

b) Relación agua/cemento (a/c)

Existe una relación inversa entre la cantidad de agua en la mezcla y la resistencia del concreto; una menor relación agua-cemento generalmente conduce a un concreto más resistente (Neville & Brooks, 2010).

c) Calidad y tamaño de los agregados

Los agregados de alta calidad y bien distribuidos mejoran la resistencia del concreto. Su forma y textura también influyen: los agregados redondeados y con superficies lisas tienden a optimizar las propiedades resistentes (Neville & Brooks, 2010).

d) Curado del concreto

El proceso de curado es esencial para que el concreto desarrolle su resistencia potencial. Según el ACI (2019), la eficacia y duración del curado impactan directamente en la resistencia final del material.

e) Edad del concreto

La resistencia a la compresión del concreto tiende a aumentar con el tiempo. Aunque la resistencia a los 28 días es un estándar, este aumento puede continuar después de este período (Neville & Brooks, 2010).

2.2.8.5. Medida de la resistencia a la compresión

La evaluación de la resistencia a la compresión del concreto se lleva a cabo a través de ensayos diseñados específicamente para evaluar su capacidad para soportar cargas compresivas (Abanto, 2017).

Los ensayos más reconocidos y utilizados para determinar la resistencia a la compresión son los cilíndricos, los que se llevan a cabo mediante probetas con forma cilíndrica. La mezcla de concreto se vierte en moldes de hierro fundido o acero que tiene 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, siendo la relación existente entre diámetro y altura de 1:2. Todos los pasos a seguir para poder realizar este ensayo se encuentran en la NTC 550 y 673 (Abanto, 2017). Según el ACI (2019) este ensayo es fundamental para la evaluación del concreto en proyectos estructurales y proporciona datos importantes para el diseño y control de calidad.

2.3. Definición de términos básicos

- **Concreto:** Mezcla compuesta por agregados finos y gruesos, cemento, agua y, en algunos casos específicos, aditivos. Su rendimiento es favorable bajo cargas axiales (NTP 339.047, 2014).
- **Curado convencional:** Método que implica sumergir completamente el elemento de concreto en agua. Es ideal para superficies planas como losas o pavimentos (Abanto, 2017).
- **Curado con SikaCem:** Aditivo químico que es aplicado por aspersión sobre el concreto endurecido, genera una película protectora que evita la evaporación del agua (NTP 339.047, 2019).
- **Resistencia a la compresión del concreto:** Capacidad máxima que el concreto puede soportar frente a cargas axiales, medida como fuerza por unidad de área (NTP 339.034, 2021).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio

Figura 1

Mapa político del Perú.



Fuente: Ayala & Hernández (2019).

Figura 2

Ubicación de Cajamarca en el mapa del Perú.



Fuente: Ayala & Hernández (2019).

Figura 3

Microzonificación de la investigación.



Fuente: Google imágenes (2024).

3.2. Cantera de agregados

Para esta investigación se utilizó los agregados de la cantera “Ocaña”, la cual está ubicada en la carretera Jaén - San Ignacio a 6.67 km de la ciudad de Jaén, siendo su fuente de extracción el río Amojú.

Figura 4

Ubicación de la cantera “Ocaña”.



Fuente: Google Earth (2024).

Tabla 2

Coordenadas de ubicación de la cantera en estudio.

Ubicación	coordenadas	coordenadas
	UTM (Norte)	UTM (Este)
Ciudad de Jaén	9371238	747235
Cantera "Ocaña"	9373515	748038

3.3. Metodología

3.3.1. Tipo, nivel, diseño y método de investigación

- **Tipo:** Aplicada. Porque busca que los conocimientos adquiridos en la presente investigación sean al beneficio de la sociedad. Se busca determinar la eficiencia de los tipos de curado en el concreto a una resistencia $F'c=210$ kg/cm², la comparación del curado convencional y curado con SikaCem que cumplan con las características deseadas.
- **Nivel:** Correlacional. Se estudió la relación entre el curado por inmersión, aspersion y con Sikacem en 1, 2 y 3 capas; con respecto a la resistencia a la compresión del concreto.
- **Diseño:** Experimental, porque se realizó la manipulación deliberada de las variables de estudio del curado convencional y curado con Sikacem, para determinar la resistencia del concreto a los 7, 14, 21 y 28 días, y poder realizar la comparación.
- **Enfoque:** Cuantitativo. Se logró determinar cuantitativamente los efectos del tipo de curado en la resistencia del concreto.
- **Medición:** Longitudinal. Porque se estudió el comportamiento de las muestras durante un período de 7, 14, 21 y 28 días.

3.4. Variables

- **Variable independiente**
Tipo de curado: curado por inmersión, aspersion de agua, curado con aditivo químico SikaCem
- **Variable dependiente**
Resistencia a la compresión del concreto.

3.5. Población de estudio

Los especímenes de concreto fueron probetas cilíndricas de seis pulgadas (6") de diámetro y doce pulgadas (12") de altura que se elaboraron con un diseño de mezcla

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, los cuales fueron sometidos al curado por inmersión, aspersión y curado con aditivo SikaCem con 1°, 2° y 3° capas

3.6. Muestra

El tamaño de la muestra se determinó de manera probabilística aplicando la fórmula para **Poblaciones Finitas**, puesto que se conoce el número total de especímenes que se fabricaron para formar la población.

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población o universo (150)

$Z_a^2 = 1,96^2$ (si la confiabilidad es 95%)

p = Significancia estadística (5%)

$q = 1 - p = (1 - 0.05 = 0.95)$

d = Precisión (5%)

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

$$n = \frac{150 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2(150 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95}$$

$n = 120$ muestras

Por lo tanto, de las 150 unidades que se fabricaron para la prueba de resistencia a la compresión, de acuerdo con la fórmula de poblaciones finitas, solamente se ensayaron 120 probetas, de las cuales se dividieron en 5 tipos de curado (tratamientos) y 4 edades de ensayo (periodos de curado), obteniendo un tamaño de muestra de 6 repeticiones para cada tratamiento, quedando distribuida la muestra de la siguiente manera:

Tabla 3

Tamaño de la muestra para cada tipo de curado y periodo de ensayo.

Tratamientos	Edades de ensayo				Total
	7 días	14 días	21 días	28 días	
Inmersión en agua	6	6	6	6	120 probetas
Aspersión con agua	6	6	6	6	
Curador SIKACEM 1 capa	6	6	6	6	
Curador SIKACEM 2 capas	6	6	6	6	
Curador SIKACEM 3 capas	6	6	6	6	
Sub total	30	30	30	30	

3.7. Unidad de análisis

Resistencia a la compresión de probetas de concreto mediante el curado por inmersión, aspersión y con aditivo SikaCem en 1, 2 y 3 capas.

3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

Estudio experimental porque se manipuló la variable del curado convencional y curado SikaCem, para determinar el efecto en la resistencia a la compresión.

Instrumentos: Manual de ensayo de materiales, manual ACI, formatos de recopilación de información, Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

3.9. Materiales y equipos

3.9.1. Materiales

- ❖ Cemento Pacasmayo tipo I.
- ❖ Agua potable.
- ❖ Agregado fino.
- ❖ Agregado grueso.
- ❖ Aditivo químico SikaCem.

3.9.2. Equipos

- ❖ Juegos de tamices: 2 ½", 2", 1 ½", 1", ½", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.
- ❖ Balanza de precisión de 30 kg. De sensibilidad de 1g. y balanza de 500 gr. sensibilidad de 0.1 gr.
- ❖ Mezcladora eléctrica de capacidad de 180 litros ≈ a 180 kg.
- ❖ Horno con termostato.
- ❖ Prensa universal de compresión axial.

3.10. Estudio de las características físicas de los agregados

Para este estudio se trasladó los materiales de agregado fino y agregado grueso de la cantera "Ocaña" al laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales, para la realización de los siguientes ensayos:

1. Muestro de agregado fino (arena) y agregado grueso (piedra 1/2") (ASTM D-75).
2. Peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C-128 ó NTP. 400.022).
3. Peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C-127 ó NTP. 400.021).
4. Peso unitario compactado del agregado fino y grueso (ASTM C-29 ó NTP. 400.017).

5. Peso unitario suelto del agregado fino y grueso (ASTM C-29 ó NTP.400.017).
6. Contenido de humedad del agregado fino y grueso (ASTM D-2216 ó NTP. 339-127).
7. Análisis granulométrico de los agregado fino y grueso (ASTM C-136 ó NTP. 400.012).
8. Curva granulométrica del agregado fino y grueso (NTP 400.037).
9. Determinación de la cantidad de material que pasa la malla N°200 de los agregados finos y grueso, respecto a la norma (ASTM C-117 ó NTP. 400.018).

3.10.1. Peso específico y absorción de los agregados

3.10.1.1. Peso específico y absorción del agregado fino

Procedimiento

- ✓ Se preparó la muestra con un molde cónico, determinándose el estado superficialmente seco del agregado fino.
- ✓ Se introdujo 500 gr del agregado fino en estado seco en el matraz para llenarlo de agua hasta el 90 % de su capacidad calibrada.
- ✓ Se agitó el matraz con el fin de expulsar las burbujas de aire atrapado.
- ✓ Se colocó la muestra en el horno a una temperatura de 110 °C, durante 24 horas.
- ✓ Finalmente se determinó el peso específico del agregado.

Fórmulas

$$Peso\ Especifico = \frac{A}{(B + S - C)} \dots \dots \dots (3.1)$$

$$Peso\ Especifico\ (SSS) = \frac{S}{(B + S - C)} \dots \dots \dots (3.2)$$

$$Peso\ Especifico\ Aparente = \frac{A}{(B + A - C)} \dots \dots \dots (3.3)$$

$$Absorción\ (\%) = \left(\frac{S - A}{A} \right) 100 \dots \dots \dots (3.4)$$

Donde:

A= Peso de la muestra secado al horno.

B= Peso del picnómetro con agua hasta la marca.

C= Peso del picnómetro con agua + muestra S.S.S.

S= Peso saturado con superficie seca (S.S.S).

3.10.1.2. Peso específico y absorción del agregado grueso

Procedimiento

- ✓ Se realizó el muestreo de acuerdo a la NTP. 400.10.
- ✓ Se zarandó el agregado grueso por el tamiz N°4, para la separación del material fino.
- ✓ Se lavó el agregado grueso cuidadosamente para eliminar el polvo u otros recubrimientos de la superficie hasta tener el agua del lavado cristalino.
- ✓ La muestra se llevó al horno a una temperatura de 110 °C, y luego se enfrió a una temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y posteriormente se determinaron sus pesos.
- ✓ Seguidamente se sumergió el material en la canastilla para hallar el peso de la muestra sumergida.

Fórmulas

$$\text{Peso Especifico} = \frac{A}{(B - C)} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$\text{Peso Especifico (SSS)} = \frac{B}{(B - C)} \dots \dots \dots (3.6)$$

$$\text{Peso Especifico Aparente} = \frac{A}{(A - C)} \dots \dots \dots (3.7)$$

$$\text{Absorción (\%)} = \left(\frac{B - A}{A} \right) * 100 \dots \dots \dots (3.8)$$

Donde:

A= Peso de la muestra secado al horno

B= Peso de la muestra al aire SSD.

C= Peso de la muestra sumergida.

3.10.1.3. Peso unitario compactado del agregado fino y grueso

Procedimiento

- ✓ Se seleccionó la muestra representativa para el muestreo del agregado a ensayar.
- ✓ Se pesó el molde, y con la pala se llenó aproximadamente 1/3 del agregado del volumen del molde, se compactó con 25 golpes con una varilla y se repitió en tres partes.
- ✓ Se finalizó con los pesos del molde más el material.

Fórmula

$$PUC = \left(\frac{(P. \text{material} + \text{Recipiente}) - (P. \text{Recipiente})}{\text{Volumen Recipiente}} \right) \dots \dots (3.9)$$

3.10.1.4. Peso suelto del agregado fino y grueso

Procedimiento

- ✓ Se escogió la muestra representativa para el muestreo del agregado a ensayar.
- ✓ Se tomó el peso del molde a una altura de 30 centímetros, luego se realizó el llenado del material en caída libre hasta llenarlo.
- ✓ Con el material lleno se enrasó tratando de no aplastar el agregado, finalmente se limpió y se determinó los pesos.

Formula

$$PUS = \left(\frac{(P. material + Recipiente) - (P. Recipiente)}{Volumen Recipiente} \right) \dots \dots (3.10)$$

3.10.1.5. Contenido de humedad del agregado fino y grueso

Procedimiento

- ✓ Se colocó la muestra del agregado a ensayar a un recipiente, luego se pesó el recipiente más la muestra húmeda.
- ✓ Se llevó al horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas.
- ✓ Luego se determinó el peso del recipiente de cada agregado.

Fórmula

Determinación del contenido de humedad en %

$$CH \% = \left(\frac{(P. M. Húmeda) - (P. M. Seca)}{P. muestra seca} \right) * 100 \dots \dots (3.11)$$

3.10.1.6. Análisis granulométrico del agregado fino

Procedimiento

- ✓ La muestra se colocó al horno durante 24 horas a 50°C
- ✓ Se pasó la muestra por cada tamiz, según la abertura (N°4 + N°8 + N°16 + N°30 + N°50 + N°100 y fondo).
- ✓ Se determinó el peso retenido de la muestra en cada tamiz, y se determinó el porcentaje retenido acumulado, y el porcentaje acumulado.

Módulo de finura del agregado fino

$$MF = \frac{\sum \% Retenidos de acum. (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100} \dots \dots \dots (3.12)$$

Se determinó el cálculo sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar y dividiendo la suma entre 100.

3.10.1.7. Granulometría del agregado grueso

Procedimiento

- ✓ La muestra se colocó al horno durante 24 horas a 50°C
- ✓ Se realizó el ensayo con la preparación de la de la muestra de 5000 gramos.
- ✓ Se pasó la muestra por cada tamiz, según su abertura (N°1 1/2" + N°3/4" + N°3/8" + N°4 y fondo).
- ✓ Se determinó el peso retenido de la muestra en cada tamiz, y determinando el porcentaje retenido acumulado, y el porcentaje acumulado.

Módulo de fineza del agregado grueso

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retn. de acum. (N}^\circ 1 \ 1/2'' + N^\circ 3/4'' + N^\circ 3/8'' + N^\circ 4)}{100} \dots\dots\dots (3.13)$$

Se calculó sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar y dividiendo la suma entre 100.

Tamaño máximo nominal.

Es el parámetro que se deriva del análisis granulométrico, definido de acuerdo a la NTP 400.037, siendo el tamaño máximo nominal del agregado de esta investigación 3/4".

3.11. Diseño de mezcla

3.11.1. Consideraciones para el diseño de mezcla

Es importante que el diseño del concreto tenga una trabajabilidad adecuada, la cual depende principalmente de las propiedades y característica de los agregados y calidad del cemento.

Resistencia de diseño:

Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

Tamaño máximo nominal:

El tamaño máximo del agregado fue de 3/4 ".

Asentamiento:

El asentamiento que se determinó fue el correspondiente a una mezcla plástica: 3" – 4".

Relación agua cemento:

La relación agua cemento, se tuvo en cuenta el tipo de mezcla fue de 0.56.

Contenido del aire:

El contenido de aire considerado es el porcentaje de aire atrapado que proporciona el tamaño máximo nominal el agregado grueso, el que corresponde a 2.0%.

Selección del volumen agua mezclado:

Para el volumen de agua se consideró teniendo en cuenta las características del concreto

elaborado de 205 litros / m³.

Contenido de cemento:

Se calculó de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$Cemento = \frac{Agua}{Relación\ agua\ materiale\ cementante}$$

3.12. Características de los materiales para el diseño de mezcla

3.12.1. Agregado fino

Se determinó las características del agregado fino, los cuales cumplen con la NTP.400.037.

- Peso unitario compactado seco : 1685 kg/m³
- Peso unitario suelto seco : 1880 kg/m³
- Peso específico de masa : 2.66 gr/cm³
- Porcentaje de absorción : 2.15 %
- Contenido de humedad : 3.54 %
- Módulo de fineza : 2.52

3.12.2. Agregado grueso

Se determinó las características del agregado grueso, los cuales cumplen con la NTP.400.037.

- Peso unitario compactado seco : 1601kg/m³
- Peso unitario suelto seco : 1456 kgcm³
- Peso específico : 2.68 gr/cm³
- Porcentaje de absorción : 1.82 %
- Contenido de humedad : 1.55 %
- Tamaño máximo nominal : 3/4"
- Perfil : angular

3.12.3. Cemento

Las especificaciones técnicas del cemento también cumplen con la norma ASTM C-150 Y NTP. 334.009.

- Tipo : Cemento Portland tipo I
- Marca : Cementos Pacasmayo
- Peso específico : 3.15 gr/cm³

3.12.4. Aditivo usado

Las propiedades del aditivo curador Sikacem también cumplieron con las normativas NTP 339.086 y ACTM C-309

Tabla 4

Propiedades del aditivo químico.

Marca	Nombre	Tipo	Densidad
Sika	Sikacem	Curador Químico	1.11 ± 0.01 kg/lts.

Para el cálculo del área a curar de una probeta cilíndrica, se consideró los datos la del Anexo VIII.

Área total del cilindro = 0.177 m²

- El total de área para una probeta cilíndrica de concreto de 0.177 m².
- Para un total de 24 probetas cilíndricas el área es de 4.25 m².
- De la ficha técnica del aditivo curador químico Sikacem rinde para 90 m² un balde de 18 litros. (**Anexo IX**)

Tabla 5

Cantidad de material del aditivo SikaCem.

Material	Cantidad 24 especímenes
Curador químico Sikacem	0.85 lts.

La Tabla 5 muestra la cantidad de aditivo SikaCem que se utilizó para cubrir solamente con una capa para un periodo de ensayo.

3.13. Proporciones para el diseño de mezcla

3.13.1. Dosificación de materiales corregido final

Tabla 6

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

Material	Peso por m ³	Tanda para 6 especímenes
Cemento	350.43 kg	11.14 kg
Agua efectiva	196.24 lts.	6.24 lts.
Agregado fino	842.77 kg	22.80 kg
Agregado grueso	961.08 kg	30.56 kg
Aditivo		0.85 lts.

Proporción de materiales: 1:00; 2.40; 2.74; 22.80 lts./bolsa.

3.13.2. Elaboración de especímenes cilíndricos de concreto

Se consideró la NTP. 339.183 y los ajustes realizados en la dosificación del diseño de mezcla.

3.13.3. Vaciado de especímenes de concreto

Procedimiento

- ✓ Se dosificó cada material de acuerdo a las proporciones requeridas.
- ✓ Se mezcló el agregado grueso junto con el agua de mezcla, seguidamente el agregado fino y el cemento.
- ✓ Después de 5 minutos de haberlo mezclado correctamente y tener la consistencia necesaria, se retira toda la mezcla a un recipiente.
- ✓ Se realizó el ensayo del cono de Abrams para medir el asentamiento de acuerdo a la NTP 339.035.
- ✓ Finalmente, con un cucharón se llenaron los moldes de concreto, en tres capas con 25 golpes por capa con la varilla compactadora en forma espiral.

3.13.4. Curado de especímenes de concreto

3.13.4.1. Curado inicial

Las probetas sin ser desmoldadas fueron almacenadas por un periodo de 16 a 18 horas protegidas del sol y humedad, debido que, en la ciudad de Jaén oscilan temperaturas calurosas.

3.13.4.2. Curado final

Después de haber fraguado el tiempo de almacenado los testigos de concreto, se desmoldaron las probetas para ser curadas con su respectivo método. Para el curado convencional, se sumergieron las probetas en recipientes con agua limpia en pozo de agua, por aspersión con agua se curó cada una de las probetas y para el curado con aditivo SikaCem mediante aspersión de acuerdo al número de capas que le corresponda a cada tratamiento (1°, 2° y 3° capas).

3.14. Ensayo a compresión del concreto

Se ensayaron los especímenes de concreto a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, utilizando una prensa hidráulica, y para ello se tuvo en cuenta los parámetros y procedimientos de la NTP 339.034.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Características físicas y mecánicas de los agregados

Tabla 7

Caracterización de los agregados utilizados para la elaboración del concreto.

Descripción	Agregado Fino		Agregado Grueso	
Peso Unitario compactado Seco:	1880	Kg/cm ³	1601	Kg/cm ³
Peso Unitario suelto Seco:	1685	Kg/cm ³	1456	Kg/cm ³
Peso Específico del Agregados:	2.66	gr/cm ³	2.68	gr/cm ³
Peso Específico aparente	2.76	gr/cm ³	2.76	gr/cm ³
Porcentaje de Absorción:	2.15	%	1.82	%
Contenido de Humedad:	3.54	%	1.55	%
Módulo de Fineza:	2.52		6.87	
Tamaño Máximo Nominal:		3/4	Pulg
% que pasa la malla N°200	1.55		0.93	%
Perfil:			Angular	

La Tabla 7, muestra un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " de pulgada para el agregado grueso, el cual cumple con la Norma Técnica NTP 400.037. También, presentó un módulo de finura de 2.52 para el agregado fino y de 6.87 para el agregado grueso, tamaños que están dentro de los límites requeridos por la NTP 400.037. Estos valores confirman que los agregados utilizados cumplen con las especificaciones necesarias para el diseño de mezclas.

Además, presenta los resultados del ensayo de absorción, 2.15% y 1.82%, y peso específico, 2.66 gr/cm³ y 2.68 gr/cm³, para el agregado fino y agregado grueso respectivamente, indicando que cumplen con los parámetros de la norma NTP 400.037, y son apropiados para el diseño de la mezcla.

Respecto a la cantidad de partículas finas (limos) con un diámetro menor a 75 µm, se obtuvo un valor de 0.93% para el agregado grueso, cumpliendo con el máximo del 1%

establecido en la NTP 400.018. Para el agregado fino, se obtuvo un valor de 1.55%, dentro del límite permitido del 5% según la misma norma.

A partir de estos resultados, se determinó que los agregados evaluados en esta investigación cumplen con los estándares establecidos en las normativas pertinentes. Esto se refleja en que los valores de resistencia a la compresión del concreto elaborado con estos agregados superan el diseño especificado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en todas las edades de prueba (7, 14, 21 y 28 días). Este hallazgo subraya la importancia de utilizar materiales de calidad en la construcción, los cuales deben cumplir con las normativas vigentes para asegurar la eficiencia y durabilidad del producto final.

4.2. Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ curado por inmersión, aspersion en agua y con aditivo SikaCem

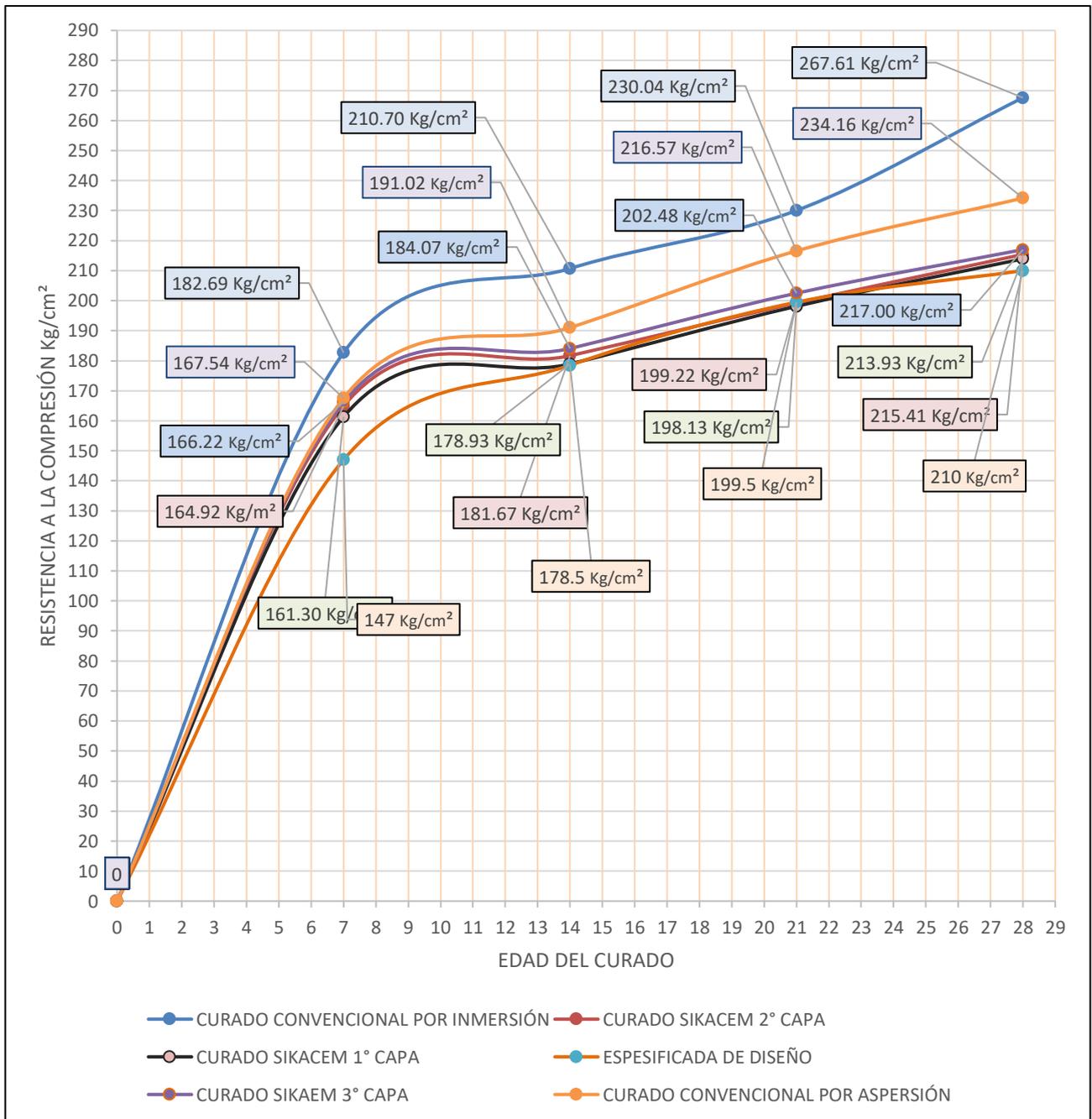
Tabla 8

Resistencia a la compresión promedio del concreto a todas las edades de curado.

Tipos de curado	Edades de ensayo			
	7 días (kg/cm ²)	14 días (kg/cm ²)	21 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)
Inmersión en agua	182.69	210.70	230.04	267.95
Aspersion con agua	167.54	191.02	216.57	234.16
Curado con Sika CEM 1° Capa	161.30	178.93	198.13	213.93
Curado con Sika CEM 2° Capas	164.92	181.67	199.22	215.41
Curado con Sika CEM 3° Capas	166.22	184.07	202.48	217.00
Resistencia del diseño	147	178.5	199.5	210

Gráfico 1

Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto para cada tipo de curado y periodo de ensayo.



En la Tabla 8 y Gráfico 1, se puede evidenciar que la técnica de curado que alcanzó alta resistencia a la compresión del concreto es el método tradicional por inmersión en agua, alcanzado una resistencia final de 267.95 kg/cm² a los 28 días, mientras que los otros métodos de curado por aspersión en agua y con aditivo SikaCem 1° capa, SikaCem 2° capas y SikaCem 3° capas, obtuvieron resistencias de 234.16

kg/cm², 213.93 kg/cm², 215.41 kg/cm² y 217.00 kg/cm² a los 28 días respectivamente. De esta manera se comprueba que la permanencia del concreto sumergido en agua garantiza un fraguado lento manteniendo su pérdida de humedad y temperatura que garantice su completa hidratación y desarrollo de su resistencia.

Sin embargo, los concretos curados por aspersión con agua y aditivo SikaCem, ofrecieron menores resistencias, por el motivo que la forma de aplicación de este producto es mediante pulverización, no garantizando la cubierta total del concreto con el agua y la membrana plástica, debido que, por la naturaleza de su aplicación no es uniforme, por ende, puede evaporarse la humedad contenida. Esta afirmación se corrobora debido a que el concreto curado con el aditivo SikaCem con 3 capas, supera la resistencia de los concretos cubiertos con 2 y 1 capa.

Asimismo, también se puede afirmar que la función de la membrana plastificante que cubre el concreto con aditivo SikaCem, es únicamente evitar que la humedad contenida en la pieza se evapore rápidamente, y de ninguna manera le proporciona algún contenido de humedad adicional en caso se haya tenido deficiencias en su elaboración en la relación agua/cemento. Mientras que lo contrario sucede con el curado por inmersión y aspersión, que no solo evita que el agua contenida en el concreto se evapore rápidamente, si no que este método también le confiere humedad adicional al concreto, corrigiendo las deficiencias de la relación agua/cemento, en caso se haya tenido en su proceso de elaboración.

Estos resultados son similares con Tarrillo (2024), donde existe diferencias significativas en la calidad del concreto y su resistencia está determinada en función al tipo de curado, siendo que el uso de aditivo Sikacem no asegura el buen curado.

4.3. Contrastación de la hipótesis

De acuerdo con la hipótesis planteada, y los resultados obtenidos de los ensayos de la resistencia a compresión del concreto sometido al curado por inmersión, la resistencia es mayor en comparación del curado con el aditivo Sikacem, a los 28 días.

El incremento de la resistencia a la compresión del curado por inmersión en comparación con el curado aditivo SikaCem, considerando que la hipótesis planteada en esta investigación fue: “El curado con Sikacem es el curado adecuado para el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en comparación con el curado convencional en la ciudad de Jaén.”. Por lo que se refuta la hipótesis planteada, determinado la invalidez de esta.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ El análisis comparativo de los dos métodos de curado evidencia que el concreto curado por inmersión en agua alcanzó mayores valores de resistencia a la compresión en todas las edades de prueba en comparación con el concreto curado por aspersion con agua y con aditivo SikaCem. Esto sugiere que el curado por inmersión es más efectivo en términos de resistencia para concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ Los agregados utilizados cumplen con las características físicas y mecánicas establecidas en la normativa NTP 400.037. Tanto el agregado fino como el grueso presentan módulos de finura y propiedades granulométricas adecuadas para su uso en concreto estructural. Adicionalmente, los valores de absorción y peso específico se encuentran dentro de los rangos normativos, lo cual confirma que los agregados son de buena calidad y adecuados para la elaboración de mezclas de concreto.
- ✓ El método por inmersión en agua alcanzó una resistencia final de 267.95 kg/cm^2 a los 28 días, mientras que los otros métodos de curado por aspersion con agua y con aditivo SikaCem 1° capa, SikaCem 2° capas y SikaCem 3° capas, obtuvieron resistencias menores, siendo aún estas superiores a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda a futuras investigaciones con el aditivo Sikacem, el uso del aditivo mayores a 3 capas para determinar la resistencia del concreto.
- ✓ Realizar investigaciones de resistencia a la flexión y resistencia a la tracción del concreto, aplicando los mismos métodos de curado de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2017). *Tecnología del concreto (teoría y problemas)*. 2.a ed. Lima: Editorial San Marcos. 242 pp. ISBN: 9786123020606.
<https://www.udocz.com/apuntes/21543/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>
- American Concrete Institute – ACI (2019) *Building Code Requirements for Structural Concrete*. ACI 318 – 19.
<https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=318U19>.
- Ayala, R. & Hernández, O. (2019). *Evaluación de la condición del deterioro superficial en el pavimento rígido de la avenida Pakamuros para determinar la serviciabilidad de los usuarios, provincia de Jaén, 2019*. [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Jaén]. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/280>
- Chan J. (1994). *Practica estandar para curado de concreto*. ACI 308 R.
https://www.academia.edu/9825141/Pr%C3%A1ctica_est%C3%A1ndar_para_el_curado_del_concreto_ACI_308
- Fernández, L. (2010). Propuesta de indicadores de la eficacia del curado en obra. *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo*. Enero-junio, 2010, 1(2), 17-29. ISSN: 2007-3011.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112010000200002
- Méndez, G. (2022). *Análisis comparativo de las ventajas económicas y técnicas del curado con aditivo y curado tradicional para concretos $f'c=175$ kg/cm², Carmen Alto - Huamanga - Ayacucho – 2022*. [Tesis de Pregrado. Universidad Continental]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13457>
- Mego, C. (2023). *Evaluación de la influencia del aditivo superplastificante SIKACEM en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², Lima - 2021*. [Tesis de Pregrado. Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/33111>
- Neville, A. & Brooks, J. (2010). *Concrete Technology. 2nd ed. Pearson Education Limited*.
<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2420055>

- NTP (2019). Norma Técnica Peruana en la construcción. Revisión en enero del 2019.
- Reyes, I., & Chahuayo, J. (2019). *Influencia de los métodos de curado en la resistencia de un concreto autocompactante en zonas frías*. [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio institucional. [file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/TESIS-2019-ING.%20CIVIL REYES%20QUISPE%20Y%20CHAHUAYO%20QUISPE%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/TESIS-2019-ING.%20CIVIL%20REYES%20QUISPE%20Y%20CHAHUAYO%20QUISPE%20(1).pdf)
- Rivas, O. (2014). *Elementos de concreto*. Sonora, México. <https://es.scribd.com/document/311561745/Concreto-Riva-Lopez>
- Rojas L. (2021). *Influencia de los métodos de curado en la resistencia de losa de concreto de $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$, Lima – 2021*. [Tesis de Pregrado. Universidad. Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/78918>
- Rondón, P. (2018). *Análisis y comparación de diferentes métodos de curado para elaborar concreto con resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Arequipa*. [Tesis de Pregrado. Universidad Católica de Santa María]. Repositorio institucional. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/504a16fe-13cf-4549-ba54-f4dfe31e0ff8>
- Tarrillo, E. (2024). *Comparación de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sometidos a diferentes tipos de curados*. [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6345>
- Tejada, L. (2016). *Efectividad del curado interno del concreto mediante la saturación del agregado grueso en comparación a otros tipos de curado*. Cajamarca. [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1295>
- Tejada L. & Córdoba J. (2023). *Influencia del curado por inmersión a la intemperie en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Quibdó – Chocó*. Ingeniería y competitividad [en línea]. Diciembre-octubre, 2023, 25(2), e:2521180. ISSN: 01233033. Disponible en: https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/11818
- Umiri, D. (2024). *Los aditivos para el concreto*. Cementos Yura. <https://www.yura.com.pe/blog/los-aditivos-para-el-concreto/>
- Tapia , (2024). “influencia de los métodos de curado con aditivo químico en la resistencia a compresión del concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y 210 kg/cm^2 ” <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6785>
- Villegas, X., Niacato, V., Lagos, E. & Romero, F. (2023). Incidencia del tipo de agua y

curado en las propiedades del hormigón: Incidence of the type of water and curing on the properties of the concrete. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 5964-5981.

<https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/1028>

Zambrano, L., Alava, R., Ruíz, W. & Menéndez, E. (2022). *Aplicación de métodos de curado su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón*. *Revista Gaceta Técnica* [en línea]. Enero - junio, 2022, 23(1), 35-47. ISSN: 2477-9539. Disponible en: <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.4>

ANEXOS

ANEXO I: Cálculo de peso específico y absorción de los agregados

Tabla 09

Peso específico y absorción del agregado fino.

Muestra	Unidad	Agregado fino	
A = Peso de la Muestra Secada al Horno	gr.	490.00	489.00
B = Peso del Picnómetro con Agua hasta la Marca	gr.	910.00	911.00
C = Peso de Picnómetro con Agua + Muestra S.S.S	gr.	1222.00	1223.00
S = Peso Saturada con Superficie Seca (S.S.S)	gr.	500.00	500.00
Peso específico	(gr/cm ³)	2.66	2.66
Peso específico promedio	(gr/cm ³)	2.66	
Peso específico aparente	(gr/cm ³)	2.75	2.76
Peso específico aparente promedio	(gr/cm ³)	2.76	
Porcentaje de absorción	%	2.04	2.25
Porcentaje de absorción promedio	%	2.15	

Tabla 10

Peso específico y absorción del agregado grueso.

Muestra	Unidad	Agregado grueso	
A = Peso de la Muestra Secada al Horno	gr.	5257.00	5255.00
B = Peso de la Muestra al Aire SSD	gr.	5351.00	5352.00
C = Peso de la Muestra Sumergida	gr.	3353.00	3351.00
Peso específico	(gr/cm ³)	2.68	2.67
Peso específico promedio	(gr/cm ³)	2.68	
Peso específico aparente	(gr/cm ³)	2.761	2.760
Peso específico aparente promedio	(gr/cm ³)	2.76	
Porcentaje de absorción	%	1.79	1.85
Porcentaje de absorción promedio	%	1.82	

ANEXO II: Cálculo de peso unitario compactado y suelto de los agregados

Tabla 11

Peso unitario volumétrico suelto del agregado fino.

Muestra	Unidad	Agregado fino	
---------	--------	---------------	--

Peso del Material + Molde	gr.	6829.00	6897.00	6915.00
Peso del Molde	gr.	2336.00	2336.00	2336.00
Peso del Material Suelto	gr.	4493.00	4561.00	4579.00
Volumen del Molde	gr.	2697.00	2697.00	2697.00
Peso unitario suelto	(gr/cm ³)	1.666	1.691	1.698
Peso unitario suelto promedio	(gr/cm ³)		1.685	

Tabla 12

Peso unitario volumétrico suelto del agregado grueso.

Muestra	Unidad	Agregado grueso		
Peso del Material + Molde	gr.	18906.00	18802.00	18762.00
Peso del Molde	gr.	5332.00	5332.00	5332.00
Peso del Material Suelto	gr.	13574.00	13470.00	13430.00
Volumen del Molde	gr.	9268.00	9268.00	9268.00
Peso unitario suelto	(gr/cm ³)	1.465	1.453	1.449
Peso unitario suelto promedio	(gr/cm ³)		1.456	

Tabla 13

Peso unitario volumétrico compactado del agregado fino.

Muestra	Unidad	Agregado fino		
Peso del Material + Molde	gr.	7346.00	7423.00	7450.00
Peso del Molde	gr.	2336.00	2336.00	2336.00
Peso del Material Suelto	gr.	5010.00	5087.00	5114.00
Volumen del Molde	gr.	2697.00	2697.00	2697.00
Peso unitario suelto	(gr/cm ³)	1.858	1.886	1.896
Peso unitario suelto promedio	(gr/cm ³)		1.880	

Tabla 14*Peso unitario volumétrico compactado del agregado grueso.*

Muestra	Unidad	Agregado grueso		
Peso del Material + Molde	gr.	20188.00	20092.00	20244.00
Peso del Molde	gr.	5332.00	5332.00	5332.00
Peso del Material Suelto	gr.	14856.00	14760.00	14912.00
Volumen del Molde	gr.	9268.00	9268.00	9268.00
Peso unitario suelto	(gr/cm ³)	1.603	1.593	1.609
Peso unitario suelto promedio	(gr/cm ³)		1.601	

ANEXO III: Cálculo del Contenido de humedad de los agregados**Tabla 15***Contenido de humedad del agregado fino.*

Muestra	Unidad	Agregado Fino
Peso del Recipiente	gr.	124.90
Peso del Recipiente + Muestra Húmeda	gr.	624.90
Peso del Recipiente + Muestra Seca	gr.	607.80
Contenido Humedad	%	3.54

Tabla 16*Contenido de humedad del agregado grueso.*

Muestra	Unidad	Agregado Grueso
Peso del Recipiente	gr.	123.50
Peso del Recipiente + Muestra Humeda	gr.	1126.50
Peso Del Recipiente + Muestra Seca	gr.	1111.20
Contenido Humedad	%	1.55

ANEXO IV: Cálculo de análisis granulométrico de los agregados

Tabla 17

Análisis granulométrico del agregado fino. Muestra inicial = 500 gr.

Malla	Peso Retenido	Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado que Pasa
(mm)	(g.)	(%)	(%)	(%)
Muestra inicial	500 gr.			
1/2"	12.50			
3/8"	9.50			100.00
N° 4	23.07	4.61	4.61	95.39
N° 8	34.64	6.93	11.54	88.46
N° 16	58.23	11.65	23.19	76.81
N° 30	105.69	21.14	44.33	55.67
N° 50	158.36	31.67	76.00	24.00
N° 100	83.73	16.75	92.74	7.26
N°200	22.35	4.47	97.21	2.79
< 200	13.93	2.79	100.00	0.00
Módulo de Finura =				2.52

Gráfico 2

Huso granulométrico del agregado fino.

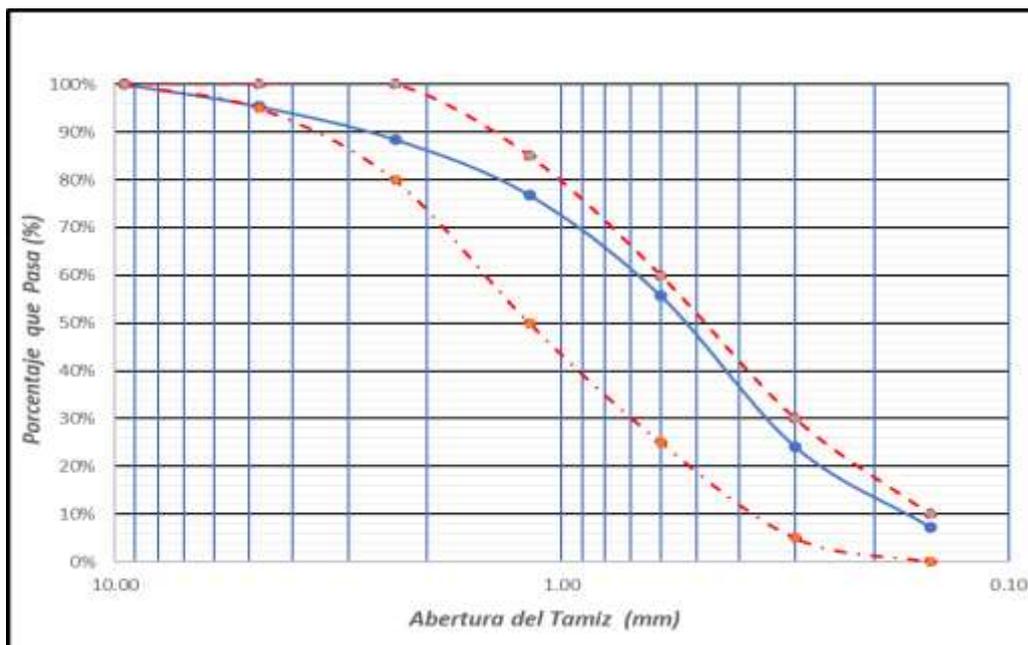


Tabla 18

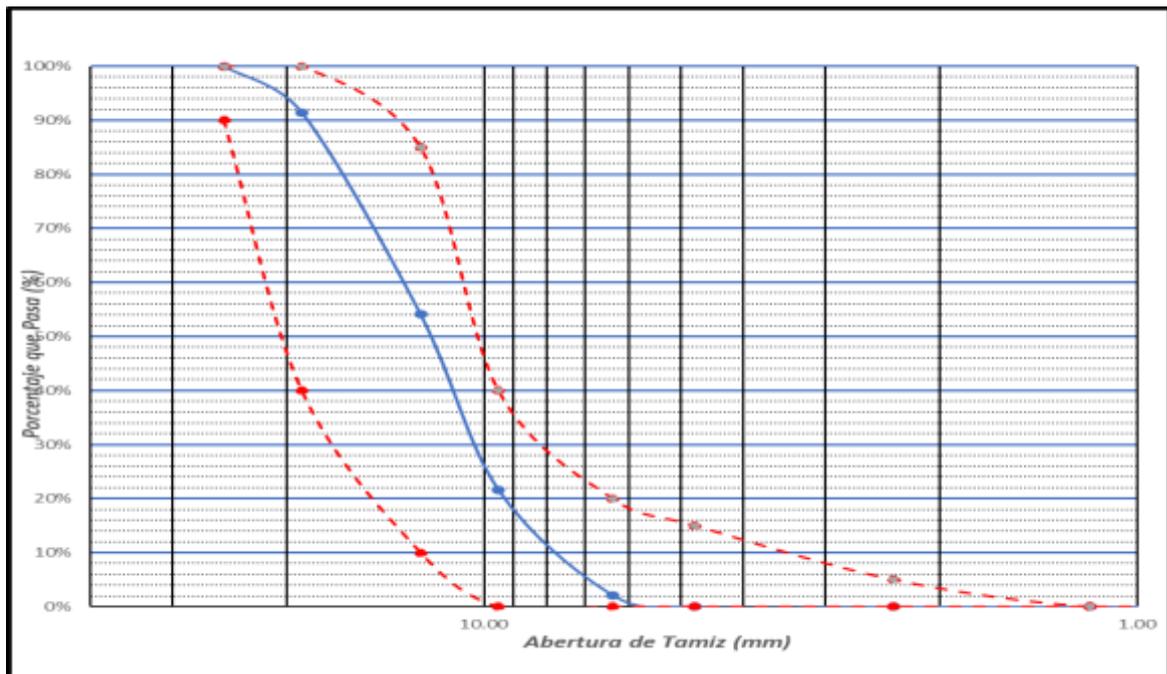
Análisis granulométrico del agregado grueso. Muestra inicial 5518 gr.

Malla	Peso Retenido	Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado que Pasa
Pulgada (mm)	(g.)	(%)	(%)	(%)
1"	25.00			100
3/4"	19.00	472.00	8.55	91.45
1/2"	12.50	2061.00	37.35	54.10
3/8"	9.50	1791.00	32.46	21.64
1/4 "	6.35	1076.00	19.50	2.14
N° 4	4.75	118.00	2.14	100.00
N° 8	2.36	0.00	0.00	100.00
<200	0	0.00	0.00	100.00
Muestra Inicial	5518 gr			

Módulo de Finura =	6.87
Tamaño Máximo =	1 "
Tamaño Máximo Nominal =	3/4 "

Gráfico 3

Huso granulométrico del agregado grueso.



ANEXO V: Cálculo de cantidad de material que pasa la malla N°200 de los agregados

Tabla 19

Cantidad de material que pasa la malla N°200 del agregado fino.

Muestra	Unidad	Agregado Fino		
Peso de la Tara	gr.	122.30	125.30	126.50
Peso de la Tara + Muestra Seca	gr.	624.50	623.50	625.10
Peso de la Tara + Muestra Lavada y Seca	gr.	615.30	616.30	618.60
Material Menor al Tamiz N°200	%	1.87	1.47	1.32
Material Menor al Tamiz N°200 Promedio	%		1.55	

Tabla 20

Cantidad de material que pasa la malla N°200 del agregado grueso.

Muestra	Unidad	Agregado Fino		
Peso de la Tara	gr.	129.30	133.60	129.80
Peso de la Tara + Muestra Seca	gr.	1129.30	1133.60	1129.80
Peso de la Tara + Muestra Lavada y Seca	gr.	1118.80	1126.60	1119.60
Material Menor Al Tamiz N°200	%	1.06	0.70	1.03
Material Menor Al Tamiz N°200 Promedio	%		0.93	

ANEXO VI: Diseño de mezcla del concreto por el Método del ACI 211 para una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

1) Propiedades de los agregados

Tabla 21

Propiedades de los agregados.

Descripción	Agregado Fino		Agregado Grueso	
Peso Unitario compactado	1685		1456	
Seco:		Kg/cm ³		Kg/cm ³
Peso Unitario suelto Seco:	1880	Kg/cm ³	1601	Kg/cm ³
Peso Específico del Agregados:	2.66	gr/cm ³	2.68	gr/cm ³
Porcentaje de Absorción:	2.15	%	1.82	%
Contenido de Humedad:	3.54	%	1.55	%
Módulo de Fineza:	2.52		
Tamaño Máximo Nominal:		3/4	"

Perfil:	Angular
---------	---------

Tabla 22

Datos generales de los materiales.

Datos Generales	
Tipo de Construcción:	Pavimentos en la ciudad Jaén
Resistencia de Concreto:	210 Kg/cm ²
Peso Específico del Agua:	1000 Kg/cm ³
Aditivo:	Curador Químico SikaCem
Datos del Cemento	
Tipo:	Pacasmayo - Tipo I
Peso por Bolsa de Cemento:	42.5 kg
Peso Específico del Cemento	3.15 gr/cm ³
Aire Incorporado:	NO

2) Resistencia promedio requerida.

En este punto al no contar con datos de desviación estándar para el cálculo de la resistencia, siempre tenemos que diseñar para algo que la resistencia de diseño, se obtuvo el $f'c$ de la siguiente manera.

Tabla 23

Resistencia promedio requerido.

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: (Comité ACI-211)

De la tabla 24 se obtuvo $f'cr = 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$

3) Asentamiento

Los valores de asentamiento son de acuerdo al tipo de diseño que se requiera de acuerdo a la tabla siguiente. Tenga una consistencia plástica, correspondiente a un asentamiento de 3" a 4".

Tabla 24*Asentamiento por tipo de construcción.*

Tipo de Estructura	Asentamiento en Pulgadas	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y Muros de Cimentación Reforzado.	3	1
Cimentación Simples, Cajas y Sub Estructuras de Muro.	3	1
Vigas y Muros Armados.	4	1
Columnas de Edificios.	4	1
Losas y Pimientos	3	1
Concreto Ciclopeo	2	1

Fuente: Diseño de Mezclas – Enrique Riva L.

4) Contenido de aire atrapado.

En la tabla siguiente determinó el porcentaje aproximado de aire atrapado en nuestro diseño de mezcla, de acuerdo al tamaño máximo nominal de nuestro agregado grueso es $\frac{3}{4}$ " nos da un 2.0 % de aire atrapado.

Tabla 25*Contenido de aire atrapado.*

TNM Agregado Grueso	Aire Atrapado %
$\frac{3}{8}$ "	3.0
$\frac{1}{2}$ "	2.5
$\frac{3}{4}$ "	2.0
1"	1.5
1 $\frac{1}{2}$ "	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: (Comité ACI-211)

5) Relación de agua / cemento(a/c).

De la tabla siguiente se determinó la relación de agua/cemento de la operación interpolando dando una cifra de $a/c = 0.56$.

Tabla 26*Relación agua / cemento.*

Relacion A/C para f'cr		
f'cr (28 días)	Sin Aire Incorporado	Con Aire Incorporado
140	0.82	0.74
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	0.4
400	0.43	
420	0.41	
450	0.38	

Fuente: (comité ACI-211)

6) Peso unitario de agua

La tabla siguiente del concreto sin aire incorporado el asentamiento del diseño está en 3" a 4" y el tamaño máximo nominal de nuestro agregado grueso es de ¾", siendo un volumen unitario de agua de 205 lts/m^3 correspondiente a la tabla de concreto sin aire incorporado.

Tabla 27*Volumen unitario de agua.*

Asentamiento	Agua, en $1/m^3$, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8 "	½ "	¾ "	1 "	1 ½ "	2 "	3 "	6 "
	Concreto sin aire incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...

Fuente: (Comité ACI-211)

7) Peso del cemento

El peso del cemento ya habiendo determinado la relación de agua cemento y el volumen unitario de agua, se realizó el peso de cemento expresado en metro cubico.

$$\text{Peso cemento} = \frac{\text{agua}}{\text{relacion a/c}}$$

De lo expresado $\text{Peso cemento} = \frac{205}{0.56} \approx c = 366.07 \text{ kg}$ (por m^3 de concreto).

7.1.- Para la determinación del factor cemento

$$\text{Factor cemento} = \frac{\text{Peso del Cemento}}{\text{Peso de Bolsa de Cemento}}$$

De lo expresado $\text{Factor cemento} = \frac{366.07 \text{ kg}}{42.50 \text{ kg}} \approx Fc = 8.61$ (por m^3 de concreto).

8) Peso unitario del agregado grueso

Primeramente, determinó el volumen del agregado grueso de la tabla siguiente de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso que es $\frac{3}{4}$ " y módulo de fineza del agregado fino que es 2.52, se realizó la extrapolación de acuerdo a la tabla, resultando el volumen del agregado grueso es de 0.65 m^3 .

Tabla 28

Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

Tamaño Máximo del Agregado Grueso		Volumen de Agregado Varillado en Seco, por Volumen Unitario de Concreto para Diferentes Módulos de Finura del Agregado Fino			
Mm	Plg.	2.4	2.6	2.8	3
9.5	$\frac{3}{8}$ "	0.5	0.48	0.46	0.44
12.5	$\frac{1}{2}$ "	0.59	0.57	0.55	0.53
19	$\frac{3}{4}$ "	0.66	0.64	0.62	0.6
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
38	$1 \frac{1}{2}$ "	0.75	0.73	0.71	0.69
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
75	3"	0.82	0.8	0.78	0.76
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: (Comité ACI-211)

8.1.- Peso total del agregado grueso

✓ **Peso unitario compactado del agregado grueso = 1456 kg/m^3**

$$\text{Peso total A. G} = 0.65 \text{ m}^3 \times 1456 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso total A. G} = 946.4 \text{ Kg}$$

9) Volumen absoluto de los materiales para el concreto

Para este siguiente paso determinaremos las cantidades de volúmenes absoluto de cada uno de los materiales para determinar el peso del agregado fino.

9.1.- Volumen absoluto del cemento

- ✓ **Peso del cemento = 366.07 Kg**

$$\text{Peso Especifico del Cemento} = 3.15 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \approx 3,150 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen Absoluto del Cemento} = \frac{366.07 \text{ kg}}{3,150 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO} = 0.116 \text{ m}^3$$

9.2.- Volumen absoluto del agregado grueso

- ✓ **Peso del agregado grueso = 946.4 Kg**

$$\text{Peso Especifico del agregado grueso} = 2.68 \text{ gr/cm}^3 \times 1000$$

$$\text{Peso Especifico del agregado grueso} = 2680 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen Absoluto del A. G} = \frac{946.4 \text{ kg}}{2680 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{VOLUMEN ABSOLUTO A. G} = 0.353 \text{ m}^3$$

9.3.- Volumen absoluto del agua

- ✓ **Peso del agua = 205 Kg**

$$\text{Peso Especifico del agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen Absoluto del agua} = \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA} = 0.205 \text{ m}^3$$

9.4.- Volumen absoluto del aire atrapado

- ✓ **Aire atrapado = 2.0 %**

$$\text{Volumen Absoluto del aire atarpado} = \frac{2}{100}$$

$$\text{VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE ATRAPADO} = 0.02 \text{ m}^3$$

9.5.- Volumen absoluto del agregado fino

Tabla 29

Sumatoria de volúmenes absolutos de los materiales.

MATERIAL	VOLUMEN ABSOLUTO	UND
CEMENTO	0.116	m ³
A. GRUESO	0.353	m ³
AGUA	0.205	m ³
AIRE	0.02	m ³
Σ sumatoria	0.694	m³

✓ El peso absoluto del agregado fino = $1 - 0.694 = 0.306 \text{ m}^3$

9.6.- Peso unitario del agregado fino

$$\text{Peso Especifico del agregado fino} = 2.66 \text{ gr/cm}^3 \times 1000$$

$$\text{Peso Especifico del agregado fino} = 2660 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO} = 0.306 \text{ m}^3 \times 2660 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO} = 813.96 \text{ kg}$$

10) Corrección de los agregados

Para este siguiente paso determinaremos las correcciones por humedad y por absorción de los agregados de los agregados.

10.1.- Por humedad

✓ 10.1.1 Agregado fino

$$\text{Contenido de humedad agregado fino} = 3.54 \%$$

$$\text{Correccion del agregado fino} = 813.96 \text{ kg} \times \left(\frac{4.84}{100} + 1 \right)$$

$$\text{CORRECCIÓN DEL AGREGADO FINO} = 842.77 \text{ kg}$$

✓ 10.1.2 Agregado grueso

$$\text{Contenido de humedad agregado grueso} = 1.55 \%$$

$$\text{Correccion del agregado grueso} = 946.4 \text{ kg} \times \left(\frac{1.55}{100} + 1 \right)$$

$$\text{CORRECCIÓN DEL AGREGADO GRUESO} = 961.08 \text{ kg}$$

10.2.- Por absorción

✓ 10.2.1 Agregado fino

Contenido de humedad agregado fino = 3.54 %

Contenido de absorción agregado fino = 2.15 %

$$\text{Correccion del agregado fino} = 813.96 \text{ kg} \times \left(\frac{3.54 - 2.15}{100} \right)$$

$$\text{CORRECCIÓN DEL AGREGADO FINO} = 11.31 \text{ kg}$$

✓ 10.2.2 Agregado grueso

Contenido de humedad agregado grueso = 1.55 %

Contenido de absorción agregado grueso = 1.82 %

$$\text{Correccion del agregado grueso} = 946.4 \text{ kg} \times \left(\frac{1.55 - 1.82}{100} \right)$$

$$\text{CORRECCIÓN DEL AGREGADO GRUESO} = -2.55 \text{ kg}$$

✓ 10.2.3 Agua libre

$$\text{Agua libre} = 11.31 \text{ kg} + (-2.55 \text{ kg}) = 8.76 \text{ kg} \approx 8.76 \text{ lts.}$$

11) Agua efectiva

Para este siguiente paso determinaremos el agua efectiva.

$$\text{AGUA EFECTIVA} = \text{Peso del Agua} - \text{Agua Libre}$$

$$\text{AGUA EFECTIVA} = 205 \text{ lts} - 8.76 \text{ lts} = 196.24 \text{ lts.}$$

12) Cemento efectivo

Para este siguiente paso determinaremos el cemento efectivo.

$$\text{Cemento Efectivo} = \frac{\text{Agua Efectiva}}{\text{Relacion a/c}}$$

$$\text{CEMENTO EFECTIVO} = \frac{196.24 \text{ kg}}{0.56} = 350.43 \text{ kg}$$

13) Proporciones

13.1.- Proporción en peso

$$\text{CEMENTO} = \frac{\text{cemento efectivo}}{\text{cemento efectivo}} = \frac{350.43 \text{ kg}}{350.43 \text{ kg}} = \mathbf{1.00}$$

$$\text{A. FINO} = \frac{\text{corrección de A. F por humedad}}{\text{cemento efectivo}} = \frac{842.77 \text{ kg}}{350.43 \text{ kg}} = \mathbf{2.40}$$

$$\text{A. GRUESO} = \frac{\text{corrección de A. G por humedad}}{\text{cemento efectivo}} = \frac{961.08 \text{ kg}}{350.43 \text{ kg}} = \mathbf{2.74}$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{agua efectiva}}{\text{factor cemento}} = \frac{196.24}{8.61} = \mathbf{22.80 \text{ lts.}}$$

Proporción en peso:

1.00 ; 2.40 ; 2.74 / 22.80 lts. / bolsa

13.2.- Por bolsa cemento (42.5 kg)

$$CEMENTO = 1.00 \text{ bls.}$$

$$A. FINO = 2.40 \times 42.5 \text{ kg} = 102 \text{ kg/bls}$$

$$A. GRUESO = 2.74 \times 42.5 \text{ kg} = 116.45 \text{ kg/bls}$$

$$AGUA = \frac{195.28}{8.61 \text{ BLS}} = 22.68 \text{ lt/bls}$$

13.3.- Proporción por probetas cilíndricas

$$\text{Altura} = 0.30 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro} = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = \pi \times r^2 \times h \rightarrow \text{Vol} = 3.14 \times \left(\frac{0.15 \text{ m}}{2}\right)^2 \times 0.30 \text{ m} = 0.0053 \text{ m}^3$$

$$\text{Numero de Probetas} = 6$$

$$\text{Volumen total} = 0.0053 \text{ m}^3 \times 6 = 0.0318 \text{ m}^3$$

Datos de
Probetas

$$CEMENTO = P. \text{ del Cemento} \times \text{Volumen T.} = 350.43 \times 0.0318 =$$

11.14 kg

$$A. FINO = P. A. \text{ fino} \times \text{Volumen T.} = 842.77 \times 0.0318 = 22.80 \text{ kg}$$

$$A. GRUESO = P. A. \text{ grueso} \times \text{Volumen T.} = 961.08 \times 0.0318 = 30.56 \text{ kg}$$

$$AGUA = \text{Agua efectiva} \times \text{Volumen T.} = 196.24 \times 0.0318 = 6.24 \text{ lt.}$$

ANEXO VII: Resultado de la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 30

Resistencia del concreto a los 7 días de curado por inmersión en agua (Patrón).

IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	MÉTODO CURADO CONVENCIONAL A LOS 7 DIAS						
			CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm ²)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MAI7-1	7	15.20	325.50	33191.89	181.46	6	210	182.92	87.10%
MAI7-2	7	15.06	318.60	32488.28	178.13	5	210	182.38	86.85%
MAI7-3	7	15.12	323.00	32936.96	179.55	3	210	183.44	87.35%
MAI7-4	7	15.09	317.50	32376.11	178.84	3	210	181.03	86.20%
MAI7-5	7	15.00	311.00	31713.29	176.72	5	210	179.46	85.46%
MAI7-6	7	15.10	328.24	33471.29	179.08	3	210	186.91	89.00%
RESISTENCIA PROMEDIO =								182.69	87.10%

Tabla 31

Resistencia del concreto a los 14 días de curado por inmersión en agua (Patrón).

MÉTODO CURADO CONVENCIONAL A LOS 14 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MAI14-1	14	15.00	365.70	37291.16	176.72	5	210	211.02	100.49%
MAI14-2	14	15.13	389.50	39718.09	179.79	5	210	220.91	105.20%
MAI14-3	14	15.06	371.20	37852.01	178.13	3	210	212.49	101.19%
MAI14-4	14	15.20	368.00	37525.70	181.46	5	210	206.80	98.48%
MAI14-5	14	15.23	370.00	37729.64	182.18	5	210	207.11	98.62%
MAI14-6	14	15.14	363.50	37066.82	180.03	3	210	205.89	98.04%
RESISTENCIA PROMEDIO =								210.70	102.29%

Tabla 32*Resistencia del concreto a los 21 días de curado por inmersión en agua (Patrón).*

MÉTODO CURADO CONVENCIONAL A LOS 21 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm²)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MAI21-1	21	15.23	407.00	41502.60	182.18	5	210	227.82	108.49%
MAI21-2	21	15.06	399.50	40737.81	178.13	5	210	228.70	108.90%
MAI21-3	21	15.12	413.15	42129.73	179.55	3	210	234.64	111.73%
MAI21-4	21	15.15	416.00	42420.35	180.27	6	210	235.32	112.06%
MAI21-5	21	15.00	401.60	40951.96	176.72	3	210	231.74	110.35%
MAI21-6	21	15.16	393.00	40075.00	180.51	3	210	222.02	105.72%
RESISTENCIA PROMEDIO =								230.04	109.71%

Tabla 33

Resistencia del concreto a los 28 días de curado por inmersión en agua (Patrón).

MÉTODO CURADO CONVENCIONAL A LOS 28 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm²)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MAI28-1	28	15.17	489.90	49956.08	180.74	3	210	276.39	131.61%
MAI28-2	28	15.06	462.60	47172.25	178.13	5	210	264.82	126.10%
MAI28-3	28	15.12	466.00	47518.95	179.55	3	210	264.65	126.02%
MAI28-4	28	15.09	475.00	48436.70	178.84	6	210	270.84	128.97%
MAI28-5	28	15.05	472.60	48191.97	177.90	5	210	270.90	129.00%
MAI28-6	28	15.18	461.60	47070.28	180.98	5	210	260.08	123.85%
RESISTENCIA PROMEDIO =								267.95	127.91%

Tabla 34

Resistencia del concreto a los 7 días de curado por aspersión con agua.

MÉTODO CURADO POR ASPERSIÓN A LOS 7 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCION TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MAA7-1	7	15.23	297.60	30346.87	182.18	5	210	166.58	79.32%
MAA7-2	7	15.00	298.30	30418.25	176.72	5	210	172.13	81.97%
MAA7-3	7	15.26	294.90	30071.54	182.89	3	210	164.42	78.30%
MAA7-4	7	15.15	299.60	30550.81	180.27	6	210	169.48	80.70%
MAA7-5	7	15.00	291.80	29755.43	176.72	5	210	168.38	80.18%
MAA7-6	7	15.13	289.60	29531.09	179.79	5	210	164.25	78.21%
RESISTENCIA PROMEDIO =								167.54	79.86%

Tabla 35

Resistencia del concreto a los 14 días de curado por aspersión con agua.

MÉTODO CURADO POR ASPERSIÓN A LOS 14 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCION TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MAA14-1	14	15.30	342.70	34945.80	183.85	5	210	190.07	90.51%
MAA14-2	14	15.22	323.50	32987.94	181.94	5	210	181.32	86.34%
MAA14-3	14	15.31	345.20	35200.73	184.09	3	210	191.21	91.05%
MAA14-4	14	15.21	338.00	34466.54	181.70	5	210	189.69	90.33%
MAA14-5	14	15.15	353.00	35996.12	180.27	5	210	199.68	95.09%
MAA14-6	14	15.00	336.50	34313.58	176.72	3	210	194.17	92.46%
RESISTENCIA PROMEDIO =								191.02	89.30%

Tabla 36

Resistencia del concreto a los 21 días de curado por aspersión con agua.

MÉTODO CURADO POR ASPERSIÓN A LOS 21 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCION TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MAA21-1	21	15.25	388.14	39579.41	182.65	5	210	216.69	103.19%
MAA21-2	21	15.06	395.50	40329.93	178.13	5	210	226.41	107.81%
MAA21-3	21	15.12	371.15	37846.91	179.55	3	210	210.78	100.37%
MAA21-4	21	15.15	369.50	37678.65	180.27	6	210	209.02	99.53%
MAA21-5	21	15.10	389.50	39718.09	179.08	3	210	221.79	105.61%
MAA21-6	21	15.15	379.56	38704.49	180.27	3	210	214.71	102.24%
RESISTENCIA PROMEDIO =								216.57	103.79%

Tabla 37

Resistencia del concreto a los 28 días de curado por aspersión con agua.

MÉTODO CURADO POR ASPERSIÓN A LOS 28 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCION TRANVERSAL (cm²)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MAA28-1	28	15.12	414.90	42308.18	179.55	3	210	235.63	112.20%
MAA28-2	28	15.09	405.60	41359.84	178.84	5	210	231.26	110.12%
MAA28-3	28	15.15	394.50	40227.95	180.27	3	210	223.16	106.27%
MAA28-4	28	15.13	419.50	42777.25	179.79	6	210	237.93	113.30%
MAA28-5	28	15.09	422.50	43083.17	178.84	5	210	240.90	114.71%
MAA28-6	28	15.21	420.60	42889.42	181.70	5	210	236.05	112.40%
RESISTENCIA PROMEDIO =								234.16	109.53%

Tabla 38*Resistencia del concreto a los 7 días de curado con Sika CEM 1° Capa.*

MÉTODO CURADO SIKACEM 1° CAPA A LOS 7 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MS1°7-1	7	15.10	275.60	28103.48	179.08	3	210	156.93	74.73%
MS1°7-2	7	15.15	276.30	28174.86	180.27	5	210	156.30	74.43%
MS1°7-3	7	15.14	276.40	28185.06	180.03	3	210	156.56	74.55%
MS1°7-4	7	15.00	290.50	29622.87	176.72	5	210	167.63	79.82%
MS1°7-5	7	15.00	286.10	29174.19	176.72	6	210	165.09	78.61%
MS1°7-6	7	15.16	292.60	29837.01	180.51	3	210	165.30	78.71%
RESISTENCIA PROMEDIO =								161.30	74.57%

Tabla 39*Resistencia del concreto a los 14 días de curado con Sika CEM 1° Capa.*

MÉTODO CURADO SIKACEM 1° CAPA A LOS 14 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MS1°14-1	14	15.11	325.30	33171.49	179.32	3	210	184.99	88.09%
MS1°14-2	14	15.13	316.50	32274.14	179.79	5	210	179.51	85.48%
MS1°14-3	14	15.06	315.50	32172.17	178.13	3	210	180.61	86.00%
MS1°14-4	14	15.40	319.56	32586.17	186.27	6	210	174.94	83.30%
MS1°14-5	14	15.20	312.60	31876.45	181.46	5	210	175.67	83.65%
MS1°14-6	14	15.13	313.60	31978.42	179.79	3	210	177.86	84.70%
RESISTENCIA PROMEDIO =								178.93	86.53%

Tabla 40*Resistencia del concreto a los 21 días de curado con Sika CEM 1° Capa.*

MÉTODO CURADO SIKACEM 1° CAPA A LOS 21 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MS1°21-1	21	15.09	359.12	36620.18	178.84	6	210	204.76	97.50%
MS1°21-2	21	15.13	357.60	36465.19	179.79	5	210	202.82	96.58%
MS1°21-3	21	15.12	356.00	36302.03	179.55	3	210	202.18	96.28%
MS1°21-4	21	15.15	335.90	34252.39	180.27	5	210	190.01	90.48%
MS1°21-5	21	15.11	325.00	33140.90	179.32	3	210	184.82	88.01%
MS1°21-6	21	15.14	360.50	36760.91	180.03	6	210	204.19	97.23%
RESISTENCIA PROMEDIO =								198.13	96.79%

Tabla 41*Resistencia del concreto a los 28 días de curado con Sika CEM 1° Capa.*

MÉTODO CURADO SIKACEM 1° CAPA A LOS 28 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MS1°28-1	28	15.13	371.00	37831.61	179.79	6	210	210.42	100.20%
MS1°28-2	28	15.06	372.61	37995.79	178.13	5	210	213.30	101.57%
MS1°28-3	28	15.12	381.50	38902.32	179.55	3	210	216.66	103.17%
MS1°28-4	28	15.09	379.56	38704.49	178.84	6	210	216.42	103.06%
MS1°28-5	28	15.11	375.00	38239.50	179.32	3	210	213.25	101.55%
MS1°28-6	28	15.12	376.00	38341.47	179.55	5	210	213.54	101.69%
RESISTENCIA PROMEDIO =								213.93	101.65%

Tabla 42*Resistencia del concreto a los 7 días de curado con Sika CEM 2° Capas.*

MÉTODO CURADO SIKACEM 2° CAPAS A LOS 7 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MS2°7-1	7	15.05	285.60	29123.20	177.90	6	210	163.71	77.96%
MS2°7-2	7	15.11	286.30	29194.58	179.32	5	210	162.81	77.53%
MS2°7-3	7	15.12	286.40	29204.78	179.55	3	210	162.65	77.45%
MS2°7-4	7	15.11	293.69	29948.16	179.32	3	210	167.01	79.53%
MS2°7-5	7	15.03	286.10	29174.19	177.42	5	210	164.43	78.30%
MS2°7-6	7	15.10	296.60	30244.90	179.08	3	210	168.89	80.42%
RESISTENCIA PROMEDIO =								164.92	77.65%

Tabla 43*Resistencia del concreto a los 14 días de curado con Sika CEM 2° Capas.*

MÉTODO CURADO SIKACEM 2° CAPAS A LOS 14 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MS2°14-1	14	15.06	325.30	33171.49	178.13	5	210	186.22	88.68%
MS2°14-2	14	15.12	316.50	32274.14	179.55	5	210	179.75	85.60%
MS2°14-3	14	15.06	315.50	32172.17	178.13	3	210	180.61	86.00%
MS2°14-4	14	15.20	319.56	32586.17	181.46	5	210	179.58	85.51%
MS2°14-5	14	15.13	322.60	32896.17	179.79	5	210	182.97	87.13%
MS2°14-6	14	15.24	323.60	32998.14	182.42	3	210	180.90	86.14%
RESISTENCIA PROMEDIO =								181.67	86.76%

Tabla 44*Resistencia del concreto a los 21 días de curado con Sika CEM 2° Capas.*

MÉTODO CURADO SIKACEM 2° CAPAS A LOS 21 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm²)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MS2°21-1	21	15.23	365.12	37232.02	182.18	5	210	204.37	97.32%
MS2°21-2	21	15.06	362.60	36975.05	178.13	5	210	207.57	98.84%
MS2°21-3	21	15.12	356.00	36302.03	179.55	3	210	202.18	96.28%
MS2°21-4	21	15.15	335.90	34252.39	180.27	6	210	190.01	90.48%
MS2°21-5	21	15.00	325.00	33140.90	176.72	3	210	187.54	89.30%
MS2°21-6	21	15.16	360.50	36760.91	180.51	3	210	203.66	96.98%
RESISTENCIA PROMEDIO =								199.22	97.48%

Tabla 45*Resistencia del concreto a los 28 días de curado con Sika CEM 2° Capas.*

MÉTODO CURADO SIKACEM 2° CAPAS A LOS 28 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MS2°28-1	28	15.17	361.00	36811.89	180.74	3	210	203.67	96.99%
MS2°28-2	28	15.06	379.60	38708.57	178.13	5	210	217.30	103.48%
MS2°28-3	28	15.12	385.50	39310.21	179.55	3	210	218.93	104.25%
MS2°28-4	28	15.09	386.00	39361.19	178.84	6	210	220.09	104.80%
MS2°28-5	28	15.05	375.00	38239.50	177.90	5	210	214.96	102.36%
MS2°28-6	28	15.18	386.00	39361.19	180.98	5	210	217.49	103.57%
RESISTENCIA PROMEDIO =								215.41	101.57%

Tabla 46*Resistencia del concreto a los 7 días de curado con Sika CEM 3° Capas.*

MÉTODO CURADO SIKACEM 3° CAPAS A LOS 7 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MS3°7-1	7	15.15	289.69	29540.27	180.27	6	210	163.87	78.03%
MS3°7-2	7	15.03	289.30	29500.50	177.42	5	210	166.27	79.18%
MS3°7-3	7	15.12	286.40	29204.78	179.55	3	210	162.65	77.45%
MS3°7-4	7	15.09	293.69	29948.16	178.84	3	210	167.46	79.74%
MS3°7-5	7	15.10	296.10	30193.91	179.08	5	210	168.61	80.29%
MS3°7-6	7	15.12	296.60	30244.90	179.55	3	210	168.44	80.21%
RESISTENCIA PROMEDIO =								166.22	78.22%

Tabla 47*Resistencia del concreto a los 14 días de curado con Sika CEM 3° Capas.*

MÉTODO CURADO SIKACEM 3° CAPAS A LOS 14 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCION TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MS3°14-1	14	15.60	329.36	33585.50	191.13	5	210	175.72	83.68%
MS3°14-2	14	15.12	336.50	34313.58	179.55	5	210	191.10	91.00%
MS3°14-3	14	15.00	325.50	33191.89	176.72	3	210	187.83	89.44%
MS3°14-4	14	15.20	319.56	32586.17	181.46	5	210	179.58	85.51%
MS3°14-5	14	15.23	332.60	33915.89	182.18	5	210	186.17	88.65%
MS3°14-6	14	15.11	323.60	32998.14	179.32	3	210	184.02	87.63%
RESISTENCIA PROMEDIO =								184.07	88.04%

Tabla 48

Resistencia del concreto a los 21 días de curado con Sika CEM 3° Capas.

MÉTODO CURADO SIKACEM 3° CAPAS A LOS 21 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCIÓN TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MS3°21-1	21	15.12	355.12	36212.30	179.55	5	210	201.68	96.04%
MS3°21-2	21	15.03	362.60	36975.05	177.42	5	210	208.40	99.24%
MS3°21-3	21	15.15	356.00	36302.03	180.27	3	210	201.38	95.90%
MS3°21-4	21	15.15	345.90	35272.11	180.27	6	210	195.67	93.18%
MS3°21-5	21	15.08	355.60	36261.24	178.60	3	210	203.02	96.68%
MS3°21-6	21	15.12	360.50	36760.91	179.55	3	210	204.73	97.49%
RESISTENCIA PROMEDIO =								202.48	97.06%

Tabla 49*Resistencia del concreto a los 28 días de curado con Sika CEM 3° Capas.*

MÉTODO CURADO SIKACEM 3° CAPAS A LOS 28 DIAS									
IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	SECCION TRANVERSAL (cm2)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	PRORCENTAJE OBTENIDO F'C (%)
MS3°28-1	28	15.16	369.12	37639.90	180.51	3	210	208.53	99.30%
MS3°28-2	28	15.09	379.60	38708.57	178.84	5	210	216.44	103.07%
MS3°28-3	28	15.00	385.50	39310.21	176.72	3	210	222.45	105.93%
MS3°28-4	28	15.09	386.00	39361.19	178.84	6	210	220.09	104.80%
MS3°28-5	28	15.05	375.00	38239.50	177.90	5	210	214.96	102.36%
MS3°28-6	28	15.11	386.00	39361.19	179.32	5	210	219.51	104.53%
RESISTENCIA PROMEDIO =								217.00	102.77%

Tabla 50

Peso unitario del concreto en estado fresco para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

DESCRIPCIÓN	VOLUMEN (M ³)	PESO DEL MOLDE (Kg)	PESO DEL MOLDE + CONCRETO (Kg)	PESO DEL CONCRETO (Kg)	PESO UNITARIO (Kg/cm ³)	LIMITE (Kg/cm ³)
M-1	0.002087	6.977	11.769	4.792	2296.12	2200 - 2400
M-2	0.002087	6.977	11.863	4.886	2341.16	2200 - 2400
M-3	0.002087	6.977	11.759	4.782	2291.33	2200 - 2400
M-4	0.002087	6.977	11.936	4.959	2376.14	2200 - 2400
M-5	0.002087	6.977	11.969	4.992	2391.95	2200 - 2400
M-6	0.002087	6.977	11.793	4.816	2307.62	2200 - 2400
M-7	0.002087	6.977	11.856	4.879	2337.81	2200 - 2400
M-8	0.002087	6.977	11.785	4.808	2303.79	2200 - 2400
M-9	0.002087	6.977	11.689	4.712	2257.79	2200 - 2400
M-10	0.002087	6.977	11.693	4.716	2259.70	2200 - 2400
PROMEDIO					2316.34	

Se detalla en la tabla 47, el promedio del concreto fresco es de 2316.34 kg/cm^3 respectivamente, se concluyó que los resultados están dentro del límite como establece la normativa NTP 339.046.

Tabla 51

Peso unitario del concreto endurecido para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

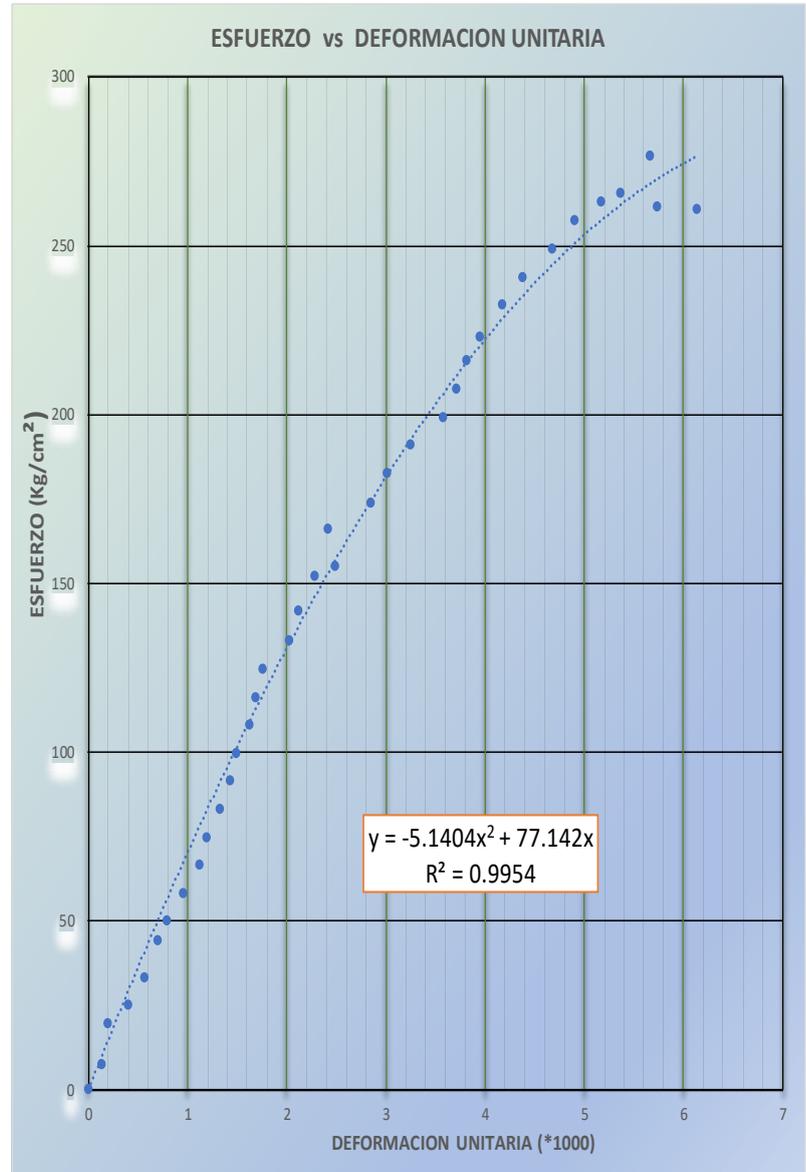
DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (M)	HALTURA (M)	VOLUMEN (M ³)	PESO DEL MOLDE (Kg)	PESO DEL MOLDE + CONCRETO (Kg)	PESO DEL CONCRETO (Kg)	PESO UNITARIO (Kg/cm ³)	LIMITE (Kg/cm ³)
ME-1	0.1523	0.305	0.00555636	6.569	19.305	12.736	2292.15	2200 - 2400
ME-2	0.1517	0.312	0.00563196	7.531	20.211	12.68	2251.44	2200 - 2400
ME-3	0.1506	0.306	0.0054437	5.658	18.455	12.797	2350.79	2200 - 2400
ME-4	0.1512	0.316	0.00566672	7.563	20.306	12.743	2248.74	2200 - 2400
ME-5	0.1509	0.302	0.00539208	8.693	21.368	12.675	2350.67	2200 - 2400
ME-6	0.1525	0.306	0.0055874	8.653	21.805	13.152	2353.87	2200 - 2400
ME-7	0.1518	0.306	0.0055308	7.981	20.607	12.626	2282.85	2200 - 2400
ME-8	0.1523	0.309	0.00562741	6.863	19.556	12.693	2255.57	2200 - 2400
ME-9	0.1506	0.302	0.00538492	6.987	19.719	12.732	2364.38	2200 - 2400
ME-10	0.1512	0.315	0.00564697	5.693	18.494	12.801	2266.88	2200 - 2400
PROMEDIO							2301.73	

Se detalla en la tabla 48 el promedio del concreto fresco es de 2301.73 kg/cm³ respectivamente, se concluye que los resultados están dentro del límite como establece la normativa NTP 339.046.

Tabla 52

Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MAI28-1, curado convencional por inmersión

CODIGO DEL ESPECIMEN:			MAI28-1
EDAD			28
DIAMETRO cm			15.17
ALTURA mm			301.5
AREA cm2			180.74
Valores de Esfuerzo y Deformacion			MAI28-1
CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACION UNITARIA(*1000)	ESFUERZO (Kg/cm ²)
0	0	0	0
1300	0.04	0.13	7.19
3500	0.06	0.20	19.36
4500	0.12	0.40	24.90
6000	0.17	0.56	33.20
8000	0.21	0.70	44.26
9000	0.24	0.80	49.80
10500	0.29	0.96	58.09
12000	0.34	1.13	66.39
13500	0.36	1.19	74.69
15000	0.4	1.33	82.99
16500	0.43	1.43	91.29
18000	0.45	1.49	99.59
19500	0.49	1.63	107.89
21000	0.51	1.69	116.19
22500	0.53	1.76	124.49
24000	0.61	2.02	132.79
25600	0.64	2.12	141.64
27500	0.69	2.29	152.15
28000	0.75	2.49	154.92
30000	0.73	2.42	165.98
31400	0.86	2.85	173.73
33000	0.91	3.02	182.58
34500	0.98	3.25	190.88
36000	1.08	3.58	199.18
37500	1.12	3.71	207.48
39000	1.15	3.81	215.78
40300	1.19	3.95	222.97
42000	1.26	4.18	232.38
43500	1.32	4.38	240.68
45000	1.41	4.68	248.98
46500	1.48	4.91	257.28
47500	1.56	5.17	262.81
48000	1.62	5.37	265.57
49956	1.71	5.67	276.39
47250	1.73	5.74	261.43
47130	1.85	6.14	260.76



ESFUERZO DE ROTURA = 276.39 Kg/cm²

Tabla 53

Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MAI28-5, curado convencional por inmersión

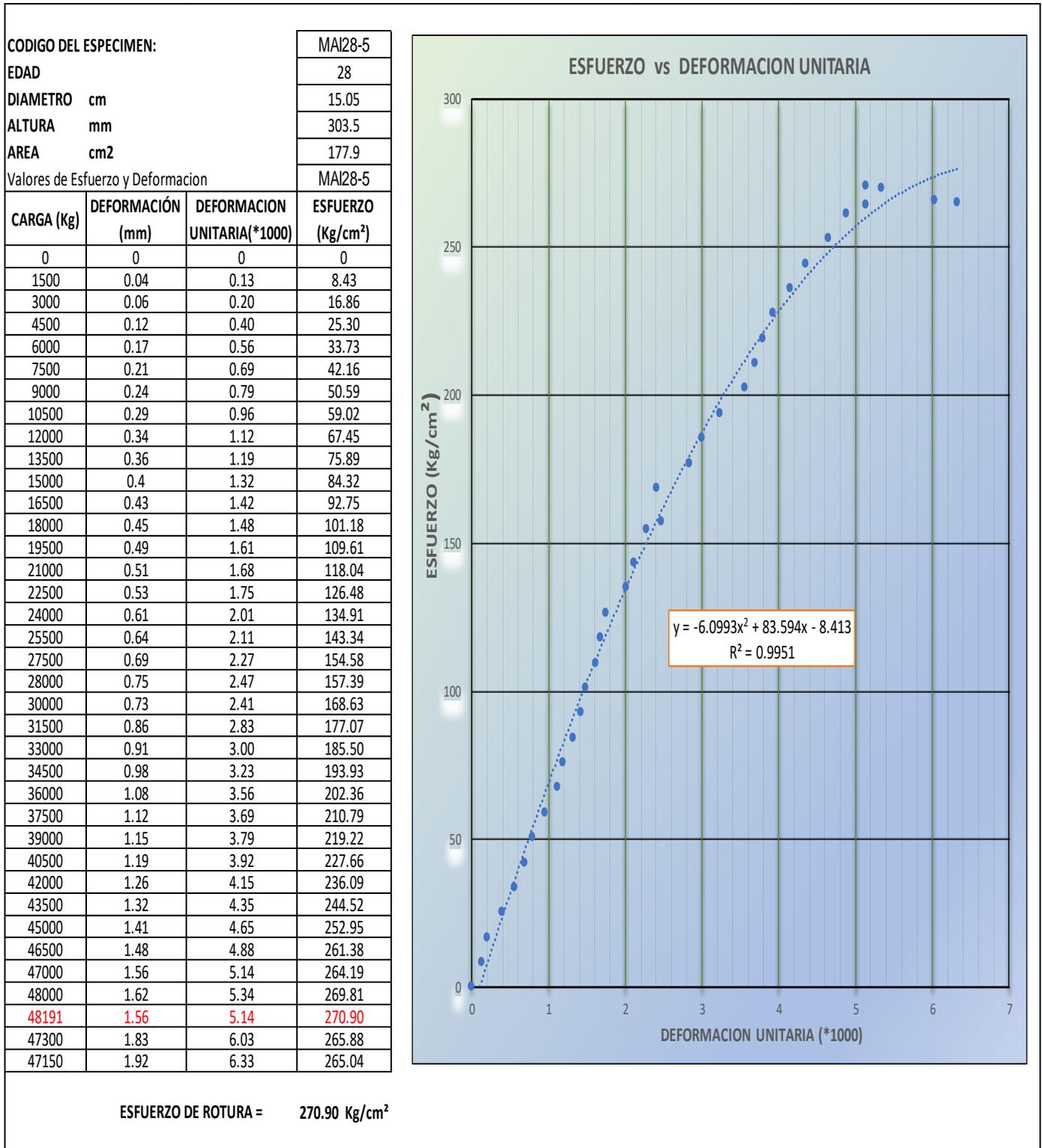
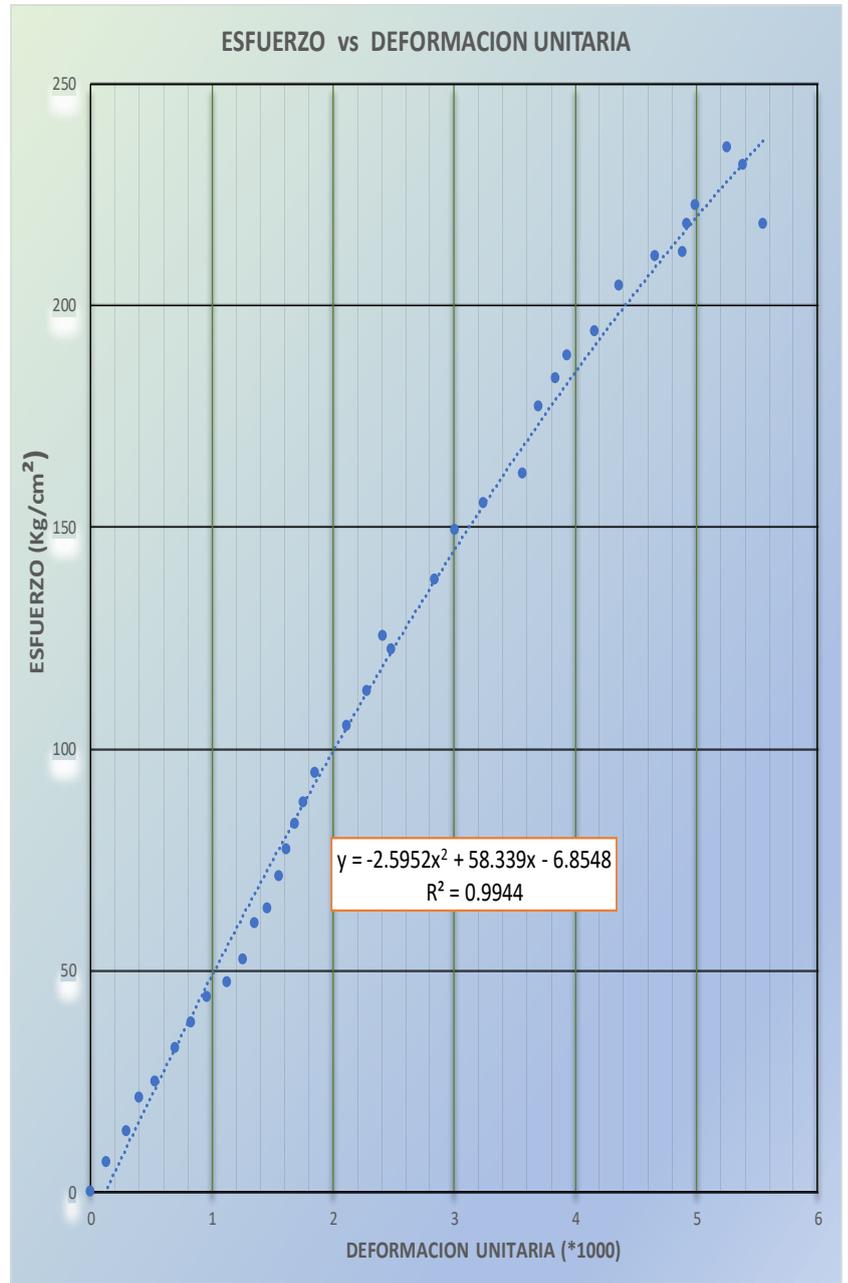


Tabla 54

Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MAA28-1, curado convencional por aspersión

CODIGO DEL ESPECIMEN:			MAA28-1
EDAD			28
DIAMETRO	cm	15.12	
ALTURA	mm	302.6	
AREA	cm ²	179.55	
Valores de Esfuerzo y Deformacion			MAA28-1
CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACION UNITARIA(*1000)	ESFUERZO (Kg/cm ²)
0	0	0	0
1200	0.04	0.13	6.68
2450	0.09	0.30	13.65
3800	0.12	0.40	21.16
4500	0.16	0.53	25.06
5860	0.21	0.69	32.64
6860	0.25	0.83	38.21
7900	0.29	0.96	44.00
8500	0.34	1.12	47.34
9400	0.38	1.26	52.35
10900	0.41	1.35	60.71
11500	0.44	1.45	64.05
12800	0.47	1.55	71.29
13900	0.49	1.62	77.42
14900	0.51	1.69	82.99
15800	0.53	1.75	88.00
17000	0.56	1.85	94.68
18900	0.64	2.12	105.26
20300	0.69	2.28	113.06
22000	0.75	2.48	122.53
22500	0.73	2.41	125.31
24800	0.86	2.84	138.12
26800	0.91	3.01	149.26
27900	0.98	3.24	155.39
29100	1.08	3.57	162.07
31800	1.12	3.70	177.11
32950	1.16	3.83	183.51
33890	1.19	3.93	188.75
34890	1.26	4.16	194.32
36700	1.32	4.36	204.40
37900	1.41	4.66	211.08
38100	1.48	4.89	212.20
39200	1.49	4.92	218.32
40000	1.51	4.99	222.78
42308	1.59	5.25	235.63
41600	1.63	5.39	231.69
39200	1.68	5.55	218.32



ESFUERZO DE ROTURA = 235.63 Kg/cm²

Tabla 55

Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MAA28-2, curado convencional por aspersión.

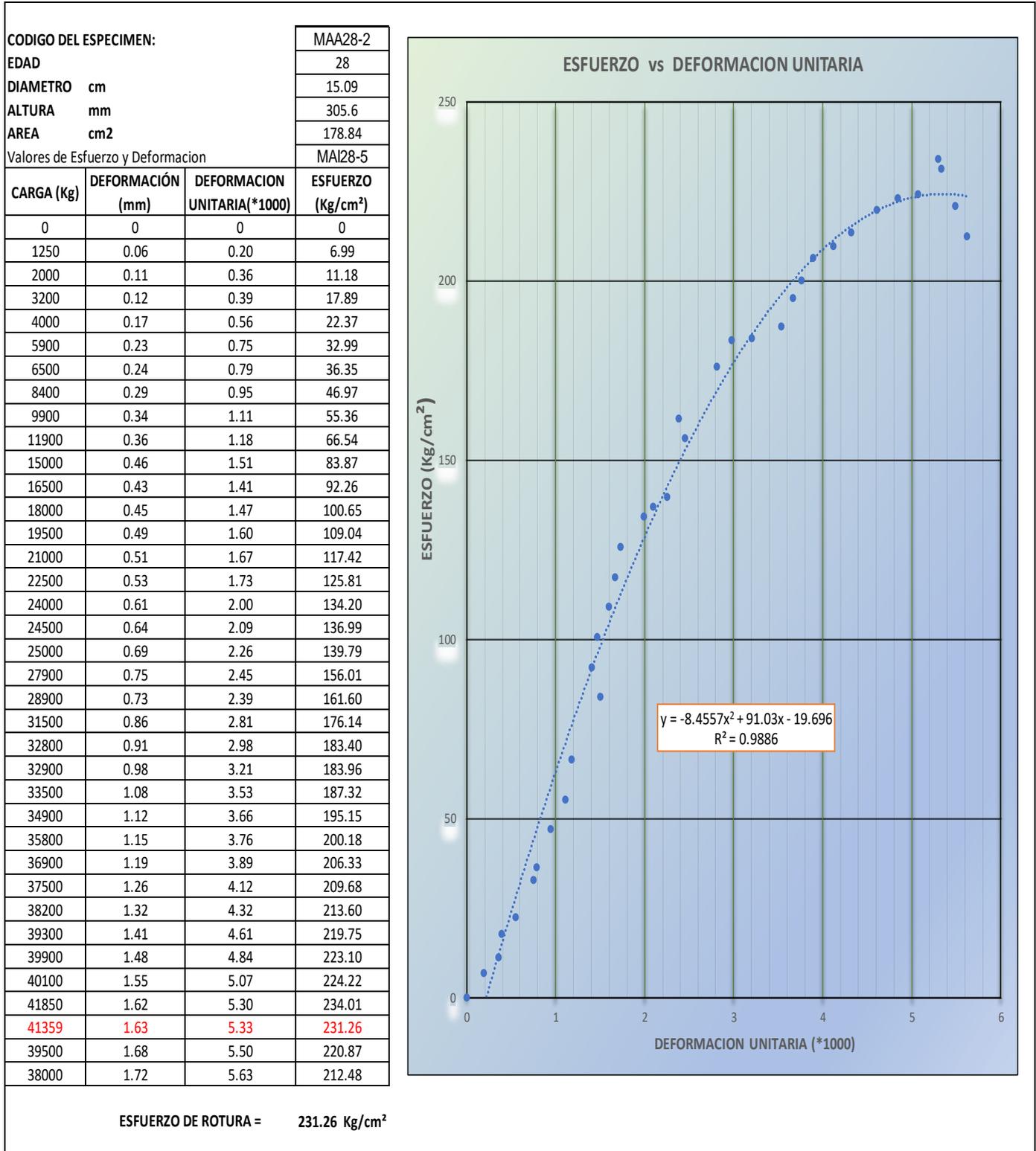
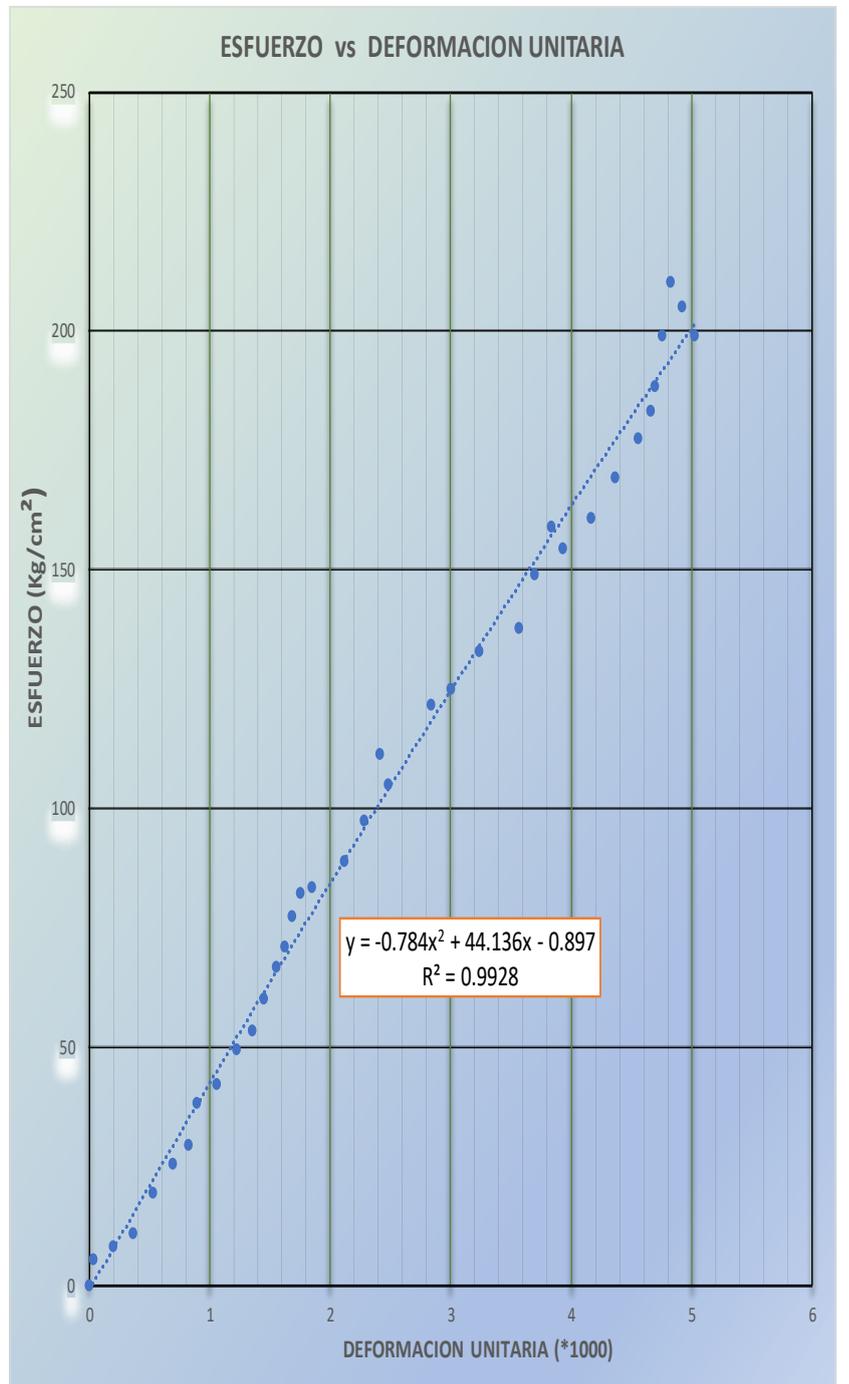


Tabla 56

Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MS1°28-1, curado con aditivo SikaCem 1° capa

CODIGO DEL ESPECIMEN:			MS1°28-1
EDAD			28
DIAMETRO	cm		15.13
ALTURA	mm		302.4
AREA	cm ²		179.79
Valores de Esfuerzo y Deformacion			MS1°28-1
CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACION UNITARIA(*1000)	ESFUERZO (Kg/cm ²)
0	0	0	0
1000	0.01	0.03	5.56
1500	0.06	0.20	8.34
2000	0.11	0.36	11.12
3500	0.16	0.53	19.47
4600	0.21	0.69	25.59
5300	0.25	0.83	29.48
6900	0.27	0.89	38.38
7600	0.32	1.06	42.27
8900	0.37	1.22	49.50
9600	0.41	1.36	53.40
10800	0.44	1.46	60.07
12000	0.47	1.55	66.74
12800	0.49	1.62	71.19
13900	0.51	1.69	77.31
14820	0.53	1.75	82.43
15000	0.56	1.85	83.43
16000	0.64	2.12	88.99
17500	0.69	2.28	97.34
18900	0.75	2.48	105.12
20050	0.73	2.41	111.52
21900	0.86	2.84	121.81
22500	0.91	3.01	125.15
23900	0.98	3.24	132.93
24800	1.08	3.57	137.94
26790	1.12	3.70	149.01
28600	1.16	3.84	159.07
27800	1.19	3.94	154.62
28900	1.26	4.17	160.74
30450	1.32	4.37	169.36
31900	1.38	4.56	177.43
32950	1.41	4.66	183.27
33900	1.42	4.70	188.55
35800	1.44	4.76	199.12
37831	1.46	4.83	210.42
36890	1.49	4.93	205.18
35800	1.52	5.03	199.12

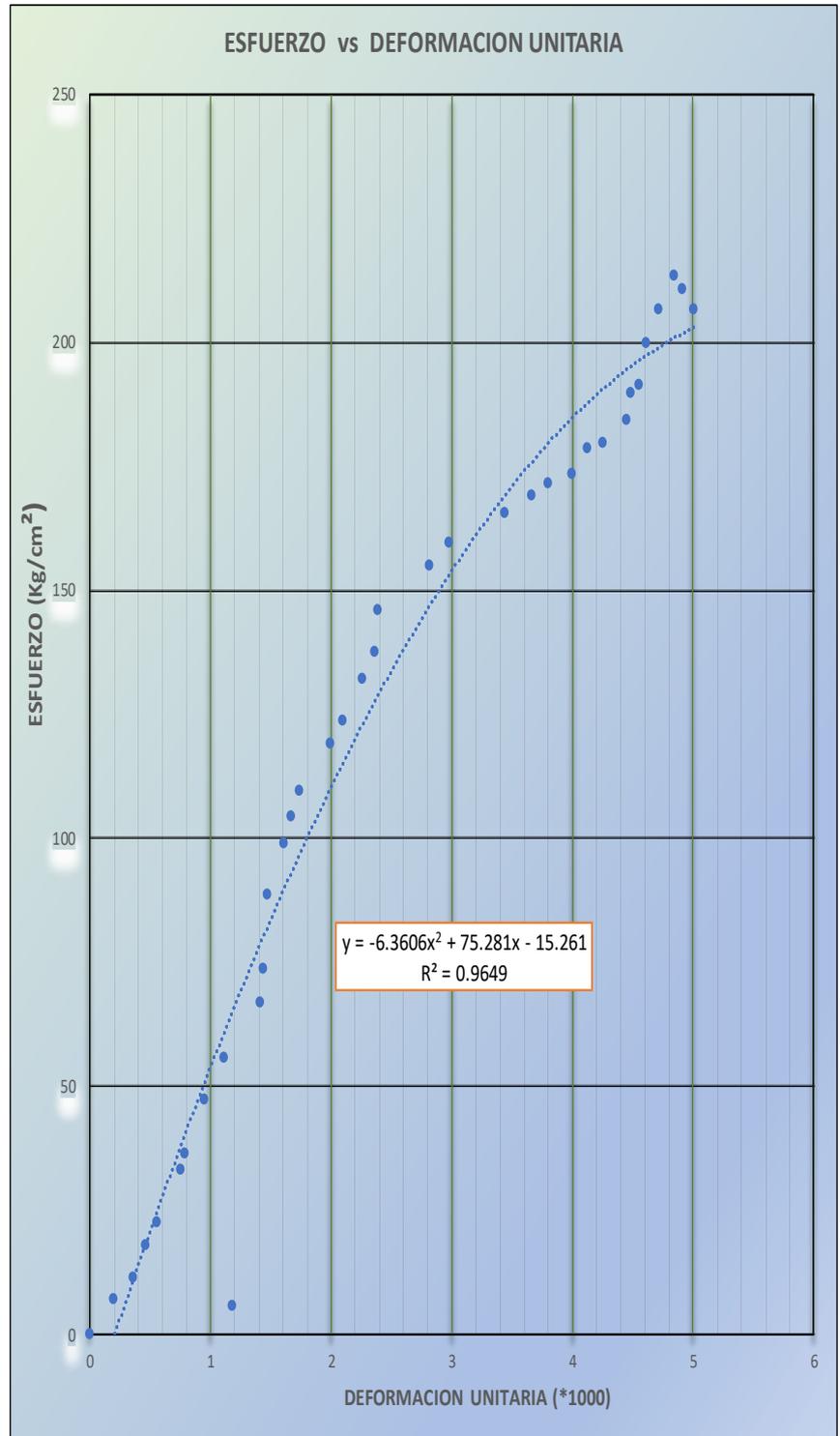


ESFUERZO DE ROTURA = 210.42 Kg/cm²

Tabla 57

Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MS1°28-2, curado con aditivo SikaCem 1° capa

CODIGO DEL ESPECIMEN:			MS1°28-2
EDAD			28
DIAMETRO	cm	15.09	
ALTURA	mm	305.6	
AREA	cm2	178.13	
Valores de Esfuerzo y Deformacion			MS1°28-2
CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACION UNITARIA(*1000)	ESFUERZO (Kg/cm ²)
0	0	0	0
1250	0.06	0.20	7.02
2000	0.11	0.36	11.23
3200	0.14	0.46	17.96
4000	0.17	0.56	22.46
5900	0.23	0.75	33.12
6500	0.24	0.79	36.49
8400	0.29	0.95	47.16
9900	0.34	1.11	55.58
1000	0.36	1.18	5.61
11900	0.43	1.41	66.81
13100	0.44	1.44	73.54
15800	0.45	1.47	88.70
17600	0.49	1.60	98.80
18600	0.51	1.67	104.42
19500	0.53	1.73	109.47
21200	0.61	2.00	119.01
22000	0.64	2.09	123.51
23500	0.69	2.26	131.93
24500	0.72	2.36	137.54
26000	0.73	2.39	145.96
27600	0.86	2.81	154.94
28400	0.91	2.98	159.43
29500	1.05	3.44	165.61
30100	1.12	3.66	168.98
30560	1.16	3.80	171.56
30900	1.22	3.99	173.47
31800	1.26	4.12	178.52
32000	1.3	4.25	179.64
32800	1.36	4.45	184.14
33800	1.37	4.48	189.75
34100	1.39	4.55	191.43
35600	1.41	4.61	199.85
36800	1.44	4.71	206.59
37995	1.48	4.84	213.30
37500	1.5	4.91	210.52
36800	1.53	5.01	206.59



ESFUERZO DE ROTURA = 213.30 Kg/cm²

Tabla 58

Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MS2°28-3, curado con aditivo SikaCem 2° capa

CODIGO DEL ESPECIMEN:			MS2°28-3
EDAD			28
DIAMETRO	cm	15.12	
ALTURA	mm	301.6	
AREA	cm2	179.55	
Valores de Esfuerzo y Deformacion			MS2°28-3
CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACION UNITARIA(*1000)	ESFUERZO (Kg/cm ²)
0	0	0	0
1500	0.03	0.10	8.35
1900	0.08	0.27	10.58
2500	0.12	0.40	13.92
3500	0.17	0.56	19.49
4600	0.21	0.70	25.62
5300	0.23	0.76	29.52
6900	0.27	0.90	38.43
7600	0.32	1.06	42.33
8900	0.37	1.23	49.57
9600	0.41	1.36	53.47
10800	0.45	1.49	60.15
12000	0.47	1.56	66.83
12800	0.49	1.62	71.29
13900	0.51	1.69	77.42
14820	0.53	1.76	82.54
15000	0.61	2.02	83.54
16000	0.64	2.12	89.11
17500	0.69	2.29	97.47
18900	0.75	2.49	105.26
20050	0.73	2.42	111.67
21900	0.86	2.85	121.97
22500	0.91	3.02	125.31
23900	0.98	3.25	133.11
24800	1.08	3.58	138.12
26790	1.12	3.71	149.21
28600	1.16	3.85	159.29
27800	1.19	3.95	154.83
28900	1.26	4.18	160.96
30450	1.32	4.38	169.59
32500	1.38	4.58	181.01
34800	1.42	4.71	193.82
35900	1.45	4.81	199.94
37500	1.49	4.94	208.86
39310	1.53	5.07	218.93
38500	1.56	5.17	214.42
37600	1.72	5.70	209.41

ESFUERZO DE ROTURA = 218.93 Kg/cm²

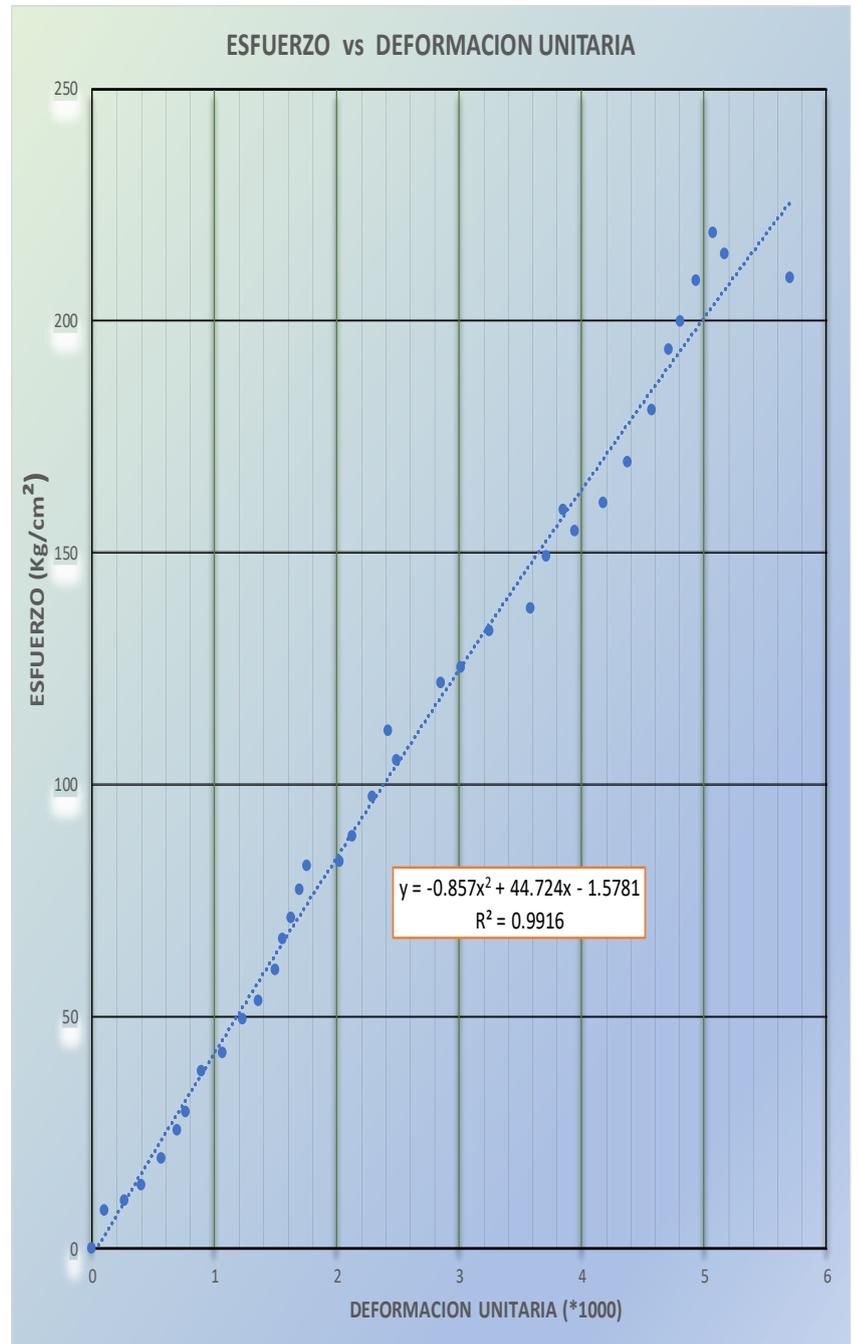


Tabla 59

Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MS2°28-5, curado con aditivo SikaCem 2° capa

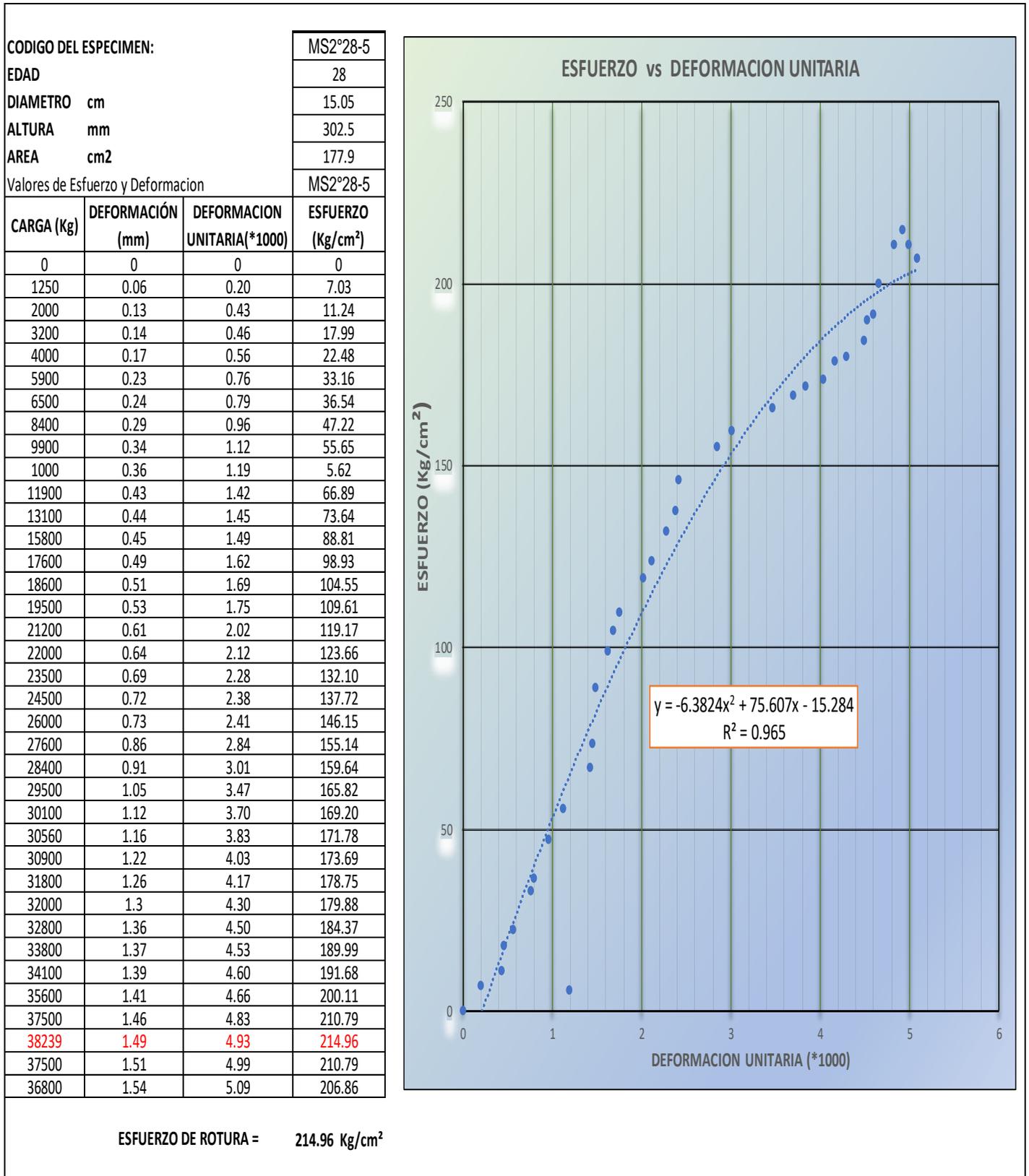
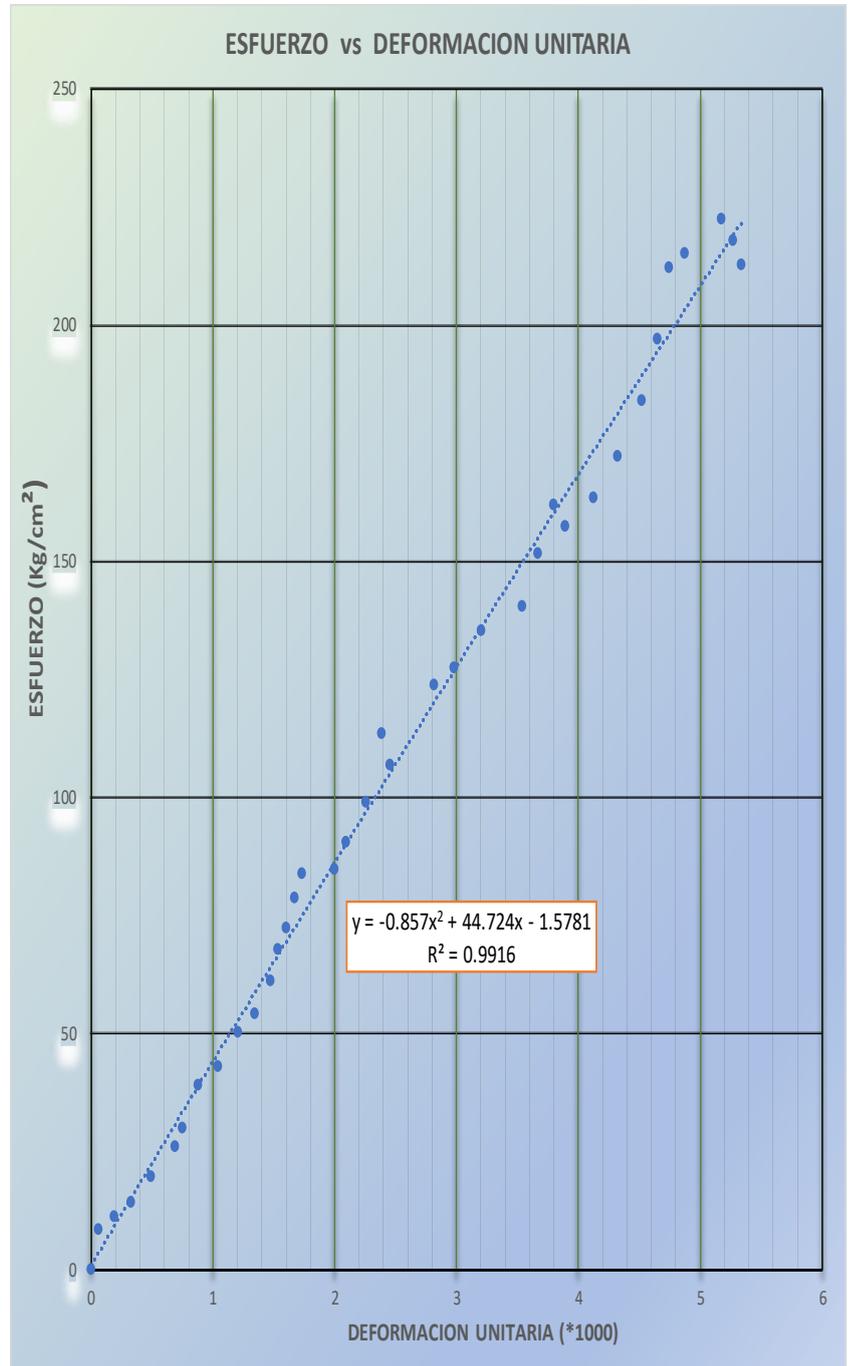


Tabla 60

Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MS3°28-3, curado con aditivo SikaCem 3° capa.

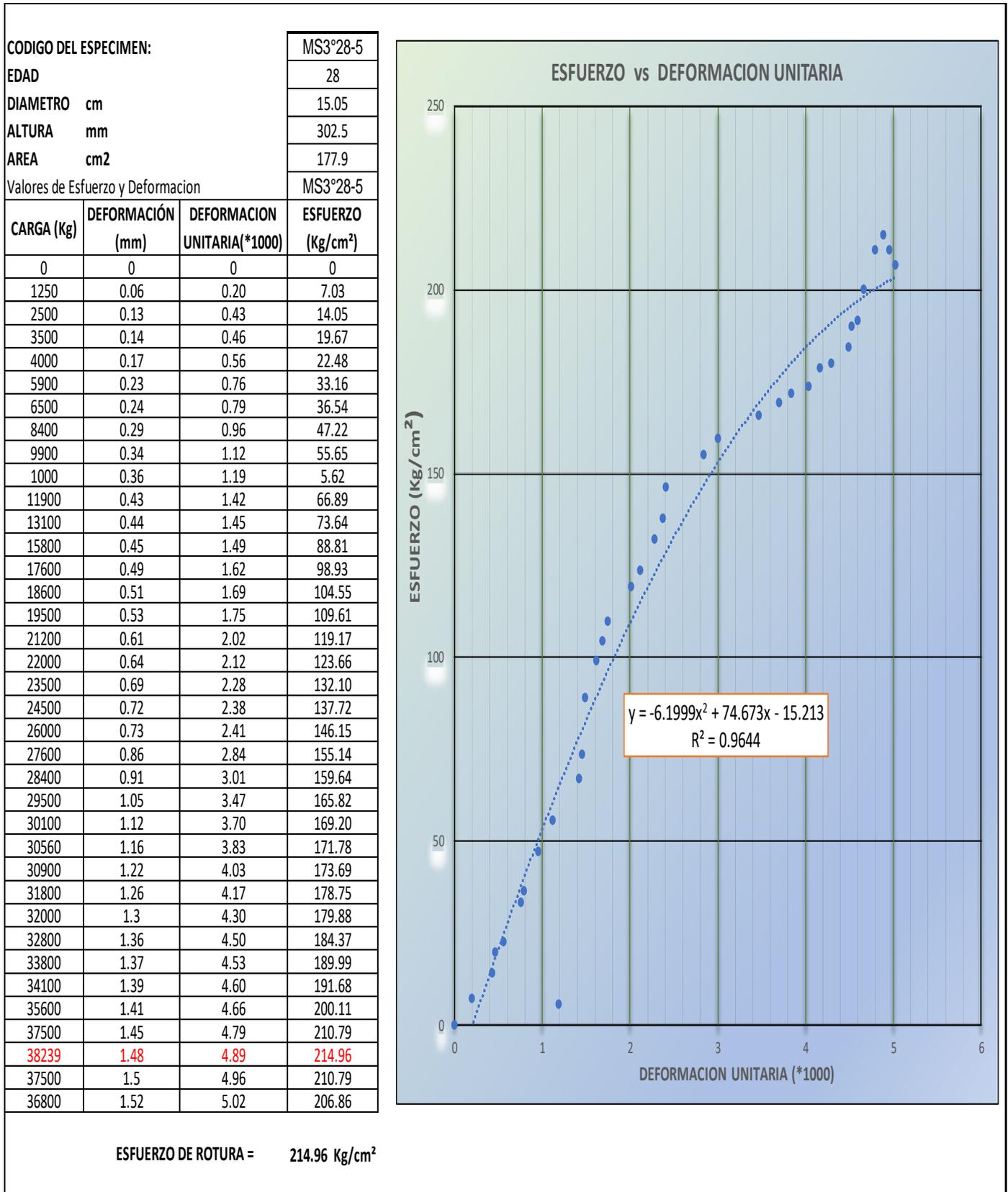
CODIGO DEL ESPECIMEN:			MS3°28-3
EDAD			28
DIAMETRO	cm		15.00
ALTURA	mm		305.4
AREA	cm2		176.72
Valores de Esfuerzo y Deformacion			MS3°28-3
CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACION UNITARIA(*1000)	ESFUERZO (Kg/cm ²)
0	0	0	0
1500	0.02	0.07	8.49
2000	0.06	0.20	11.32
2500	0.1	0.33	14.15
3500	0.15	0.49	19.81
4600	0.21	0.69	26.03
5300	0.23	0.75	29.99
6900	0.27	0.88	39.04
7600	0.32	1.05	43.01
8900	0.37	1.21	50.36
9600	0.41	1.34	54.32
10800	0.45	1.47	61.11
12000	0.47	1.54	67.90
12800	0.49	1.60	72.43
13900	0.51	1.67	78.66
14820	0.53	1.74	83.86
15000	0.61	2.00	84.88
16000	0.64	2.10	90.54
17500	0.69	2.26	99.03
18900	0.75	2.46	106.95
20050	0.73	2.39	113.46
21900	0.86	2.82	123.92
22500	0.91	2.98	127.32
23900	0.98	3.21	135.24
24800	1.08	3.54	140.33
26790	1.12	3.67	151.60
28600	1.16	3.80	161.84
27800	1.19	3.90	157.31
28900	1.26	4.13	163.54
30450	1.32	4.32	172.31
32500	1.38	4.52	183.91
34800	1.42	4.65	196.92
37500	1.45	4.75	212.20
38000	1.49	4.88	215.03
39310	1.58	5.17	222.45
38500	1.61	5.27	217.86
37600	1.63	5.34	212.77



ESFUERZO DE ROTURA = 222.45 Kg/cm²

Tabla 61

Valores de esfuerzo Vs deformación unitaria del espécimen MS3°28-3, curado con aditivo SikaCem 3° capa.



ANEXO VIII: Panel fotográfico del proceso de la investigación

Figura 5

Extracción del material de agregado fino de la cantera Ocaña.



Figura 6

Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino y grueso.



Figura 7

Determinación del peso específico del agregado fino y grueso.



Figura 8

Determinación del peso unitario suelto del agregado fino y grueso.



Figura 9

Ensayo de determinación del asentamiento del cono de abrams.



Figura 10

Elaboración de Testigos de concreto para el curado del concreto convencional y curado con aditivo químico curador SikaCem.



Figura 11

Se realizó el curado de las probetas con aditivo químico SIKACEM.



Figura 12

Curado de las probetas con aditivo en capas.



Figura 13

Curado de las probetas con método del curado convencional por inmersión.



Figura 14

Curado de las probetas con método del curado convencional por aspersión.



Figura 15

Ensayo de resistencia a la compresión de testigo de concreto de curado convencional y SikaCem a los 7,14,21 y 28 días.



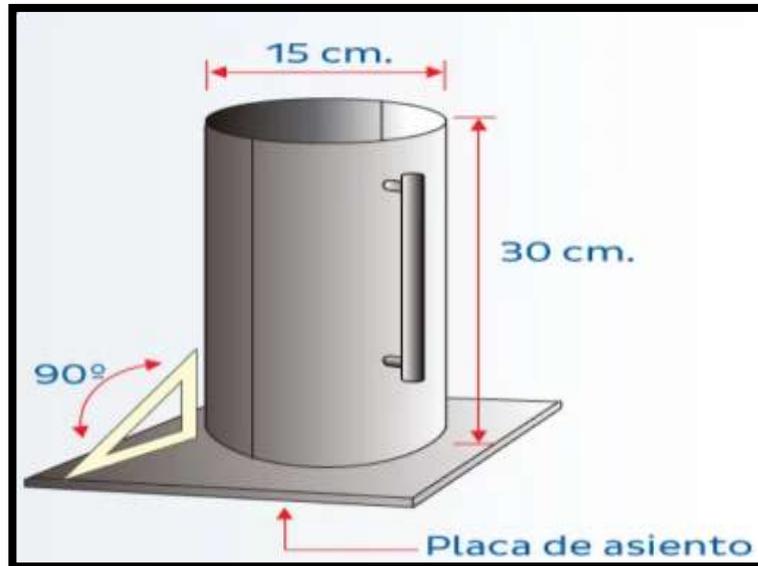
Figura 16

Ensayo de resistencia a la compresión de testigo de concreto de curado convencional y SikaCem a los 7,14,21 y 28 días.



Figura 17

Molde cilíndrico de la probeta.



Fuente: Aceros Arequipa (2019).



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaCem[®] Curador

Curador químico para concreto y mortero

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

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.

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[®] Curador no es afectado por las lluvias y su efecto se mantiene durante 3 semanas mínimo.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none">• Envase plástico x1gal• Balde x 18 L
Apariencia / Color	Líquido / Incoloro
Vida Útil	2 años
Condiciones de Almacenamiento	SikaCem [®] Curador puede ser almacenado en un sitio libre de congelamiento a temperaturas sobre los +5 °C .
Densidad	1.11 +/- 0.01 Kg/L

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Consumo	Dependiendo de las condiciones ambientales, especialmente de la velocidad del viento, el rendimiento es de 5 m ² por litro de SikaCem [®] Curador 0,2 L/m ² . <ul style="list-style-type: none">• Envase x1 gal rinde 19 m²• Balde x18 l rinde 90 m²
----------------	--

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. 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
021405031000000103

SikaCemCurador-es-PE-(09-2021)-1-3.pdf



ANEXO X: Ficha técnica del cemento portland tipo I.



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

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



G-CC-F-04
Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.92	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3750	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	26.1 (266)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	33.9 (346)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	267	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.

La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.

(*) Requisito opcional.

ANEXO XI: Constancia de realización de ensayo en el laboratorio.

CONSTANCIA

QUE EL SEÑOR JOSE CESAR FLORES RABANAL, BACHILLER DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FILIAL JAÉN, HA REALIZADO SUS ENSAYOS EN EL LABORATORIO DE MAGMA, PARA SUS TESIS TITULADA: "COMPARACIÓN ENTRE EL CURADO CONVENCIONAL Y CURADO CON SIKACEM EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, JAÉN 2022". DICHS ENSAYOS SE REALIZARON DESDE 29 JUNIO AL 08 DE AGOSTO DEL 2024.

JAÉN, 09 DE AGOSTO DEL 2024

ATENTAMENTE

MAGMA SERVICIOS GENERALES
DE INGENIERIA S.A.C.
NG. LUIS G. MELÉNDEZ PRIEST.
GERENTE TÉCNICO

ANEXO XII: Plano de localización de la cantera Ocaña.

