

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA ACELERANTE
DE FRAGUA Y EL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL
DEL AGREGADO GRUESO EN EL CONCRETO
CON RESISTENCIA DISEÑO F’C 280 KG/CM² EN
SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS
CON FINES DE CIMENTACIÓN”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Kelvin Evani Saca Camacho

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Nixon Brayan Peche Melo	70615775
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Gonzalo Hugo Diaz Garcia	40539624
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	German Sagastegui Vasquez	45373822
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A DIOS.

Por brindarme salud y fortaleza necesaria para los momentos más difíciles; y por haberme permitido llegar a la meta en este proyecto.

A MIS PADRES

Bernardino Saca y Aidé Camacho, porque a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación. Por ser padres ejemplares que con amor han sabido guiarme y con sus palabras me motivaron a seguir y por ser los pilares en mi vida

A MIS HERMANOS

Por su apoyo incondicional; y por qué gracias a ustedes siempre fue más llevadero la dureza de la vida, y con su sentido del humor muchas veces me liberaron de las presiones y el estrés.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco grandemente a Dios, porque estuvo a mi lado en cada paso que di, cuidándome y brindándome fortaleza para poder continuar.

A mis padres, por guiarme y brindarme apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A mi asesor, Ing. Alberto Rubén Vázquez Díaz por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, experiencia y motivación. me encamino adecuadamente en la realización de esta tesis.

A mi compañera Diana Estela García Vázquez, por su apoyo incondicional a lo largo de la carrera y por ser un gran pilar en los cimientos de mi vida.

A mis compañeros y amigos que formaron parte de mi vida profesional a las cuales me gustaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo y ánimos, en esos momentos difíciles de mi vida.

Para todos ustedes: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática	9
1.2. Formulación del problema	30
1.3. Objetivos	30
1.3.1. Obejtivos Especificos.	30
1.4. Hipótesis	30
1.4.1. Hipotesis Especificas	31
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	32
CAPÍTULO III: RESULTADOS	50
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	58
REFERENCIAS	76
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Dispersión total para el calculo de la desviación estándar</i>	33
<i>Tabla 2. Tamaño de Muestra del concreto con agregado de ½”</i>	34
<i>Tabla 3. Tamaño de Muestra del concreto con agregado ¾”</i>	34
<i>Tabla 4. Cantidad de muestra para ensayos de caracterización</i>	38
<i>Tabla 5. Caracterizacion de agregados para el concreto</i>	50
<i>Tabla 6. Características del concreto en estado Fresco</i>	51
<i>Tabla 7. Resultados 03 días de resistencia a la compresión del concreto</i>	52
<i>Tabla 8. Resultados de Rotura a Compresión a edad de 07 Días.</i>	52
<i>Tabla 9. Resultados de Rotura a Compresión a edad de 28 Días.</i>	53
<i>Tabla 10. Ensayo de Succión del concreto a edad de 28 días</i>	55
<i>Tabla 11. Resultados Tiempo de Fraguado del concreto</i>	56
<i>Tabla 12. Análisis de Costo por m³ de concreto convencional y sus Variantes de Sikacem</i>	57
<i>Tabla 13. Prueba de normalidad a 03 días del concreto con TMN de ¾”</i>	67
<i>Tabla 14. Prueba de normalidad a 07 días del concreto con TMN de ¾”</i>	67
<i>Tabla 15. Prueba de normalidad a 28 días del concreto con TMN de ¾”</i>	67
<i>Tabla 16. Prueba de normalidad a 03 días del concreto con TMN de ½”</i>	68
<i>Tabla 17. Prueba de normalidad a 07 días del concreto con TMN de ½”</i>	68
<i>Tabla 18. Prueba de normalidad a 28 días del concreto con TMN de ½”</i>	69
<i>Tabla 19. Grado confiabilidad de la resistencia a la compresión del concreto y TMN ¾”</i>	70
<i>Tabla 20. Grado confiabilidad de la resistencia a la compresión del concreto y TMN ½”</i>	70
<i>Tabla 21. Anova de un factor a 28 días y TMN ½”</i>	71
<i>Tabla 22. Anova de un factor a 28 días y TMN ¾”</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Tamaño de Moldes adaptada del ACI</i> _____	35
<i>Figura 2. Desarrollo de la Resistencia a la compresión de las probetas- TMN ¾”</i> _____	54
<i>Figura 3. Desarrollo de la Resistencia a la compresión de las probetas- TMN ½”</i> _____	55
<i>Figura 4. Fragua inicial y final del concreto-TMN ¾”</i> _____	56
<i>Figura 5. Fragua inicial y final del concreto- TMN ½”</i> _ <i>¡Error! Marcador no definido.</i>	
<i>Figura 6. Muestra de agregado grueso ½” para ensayos de Granulometría.</i> _____	101
<i>Figura 7. Muestra de agregado grueso ¾” para ensayos de Granulometría.</i> _____	101
<i>Figura 8. Muestra de agregado fino para ensayos de Granulometría.</i> _____	102
<i>Figura 9. Muestra de agregado grueso para ensayo de Peso Específico.</i> _____	102
<i>Figura 10. Corroboración de condición SSS de agregado fino para ensayo de Peso Específico.</i> _____	103
<i>Figura 11. Peso de la fiola, muestra y agua, para ensayo de Peso Específico.</i> _____	103
<i>Figura 12. Elaboración de Concreto en Trompo.</i> _____	104
<i>Figura 13. Ensayo de Asentamiento para Concreto para Sikacem 2.5%</i> _____	104
<i>Figura 14. Ensayo de Peso Unitario de Concreto</i> _____	105
<i>Figura 15. Elaboración de Probetas Cilíndricas de Concreto</i> _____	105
<i>Figura 16. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 3 días para mezcla de piedra de ¾” sin aditivo, con $f'c$ prom= 182.26kg/cm²</i> _____	106
<i>Figura 17. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 3 días para mezcla de piedra de ¾” con aditivo al 1%, con $f'c$ prom= 212.13kg/cm²</i> _____	106
<i>Figura 18. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 7 días para mezcla de piedra de ¾” sin aditivo con $f'c$ prom= 207.63 kg/cm²</i> _____	107
<i>Figura 19. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 7 días para mezcla de piedra de ¾” con aditivo al 1.0% con $f'c$ prom= 241.81 kg/cm²</i> _____	107
<i>Figura 20. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 7 días para mezcla de piedra de ¾” con aditivo al 2.5% con $f'c$ prom= 229.75 kg/cm²</i> _____	108
<i>Figura 21. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 7 días para mezcla de piedra de ½” sin aditivo con $f'c$ prom= 222.86 kg/cm²</i> _____	108
<i>Figura 22. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 28 días para mezcla de piedra de ¾” sin aditivo con $f'c$ prom= 287.00 kg/cm²</i> _____	109
<i>Figura 23. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 28 días para mezcla de piedra de ¾” con aditivo al 1% con $f'c$ prom= 293.65 kg/cm²</i> _____	109

RESUMEN

La Presente investigación tuvo la finalidad de evaluar la influencia que tiene el aditivo Sikacem Acelerante en el concreto con una resistencia a la compresión de 280 Kg/cm² , con fines de cimentación, la metodología nos demostró que es un proyecto de investigación experimental, debido a que manipularemos la variable independiente (Sikacem acelerante y el tamaño máximo nominal del agregado grueso) para ver cómo influyen en la variable dependiente.

Se realizó la caracterización de los agregados, se diseñó el concreto para posteriormente elaborar los testigos; se analizó 72 probetas, 36 probetas con un TMN de 3/4” y las restantes 36 probetas con un TMN de 1/2”, realizandose tambien la prueba de succión capilar, finalmente se analizó el tiempo de fraguado del concreto.

Se obtuvo que con el 1 % del Sikacem Acelerante y el TMN de 3/4” el concreto presenta los mejores resultados, 293.65 kg/cm² , el tiempo de fraguado se redujo, en 28 minutos para el fraguado final en comparación con la dosificación patrón, para el TMN 1/2” se obtuvo una resistencia a la compresión de 300.44 kg/cm² , el tiempo de fraguado se redujo en 33 minutos a comparación del concreto patrón, observándose así una disminución en el tiempo de fragua final.

PALABRAS CLAVES: Concreto, Influencia, Succion Capilar, Tamaño máximo nominal(TMN).

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el sector de la construcción, el concreto es una de las bases principales para cualquier tipo de edificación, este concreto es la mezcla principalmente de, el cemento, agua y agregados (arena y piedra), formando así un concreto convencional; debido a las solicitudes actuales en donde se requiere concretos con propiedades específicas, se presenta un elemento más para la mezcla del concreto el cual son los aditivos o adiciones, esto nos da paso a los concreto con propiedades específicas lo que lo vuelve un concreto adicionado, estas propiedades se acomodan de acuerdo a las solicitudes para la construcción, Unicon nos dice que el concreto acelerado es un concreto que permite un rápido acabado y una disminución de tiempo en obra. (Unicon, 2019)

En Colombia, para los temas de investigación con elaboración de probetas cilíndricas de concreto se está generalizando el uso de probetas de 100 mm x 200 mm para el control de calidad, la normativa (NSR-10) establece que los cilindros de este tamaño mantienen un buen nivel de confianza en sus resultados, debido a que el agregado grueso es un factor de incidencia en la resistencia del concreto se limita el uso hasta un tamaño máximo nominal de 01 pulgada, este tipo de ensayo ofrece una información relevante en los controles de calidad.

En México, (De Los Santos Rodriguez , 2012) nos dice que el uso de un curado interno (IC) modifican la velocidad de desarrollo de resistencia. Esto depende de la dosificación y el método de adición. El uso del curado interno demostró seguir ganando resistencia a edades de 180 días a un tiempo de fraguado lento mientras que la de referencia a partir de los 90 días se mantuvo prácticamente constante, por lo

que se espera que al menos en la mezcla IC se pueda disminuir la diferencia de resistencia con respecto a R a mayores edades o hasta igualarse. El uso de SRA e IC modifican el módulo de elasticidad observándose una reducción en el módulo para las mezclas en general de 28 a 90 días, mientras que las mezclas con la tecnología VERDICT presentaron un incremento, esto debido a las condiciones de humedad proporcionadas por el método.

En Trujillo, se realiza la comparación en cuestión de las edades del concreto para poder tener gráficas de valores que establezcan un vínculo entre las distintas edades y poder proyectar y estimar la resistencia en días siguientes, (Sanchez Muñoz & Tapia Medina, 2015) nos dicen que “tiene como objetivo principal determinar la relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días, logrando expresar mediante una ecuación el comportamiento del concreto en su etapa de fraguado.”(pág.18) Como resultado del proceso de análisis se obtuvieron las funciones que nos muestran una variación de la resistencia del concreto de acuerdo a cada tipo de cemento ensayado, encontrando así para el cemento portland tipo ICo tres ecuaciones; para el cemento portland tipo MS se encontraron una ecuación; para el cemento portland tipo V se encontraron tres ecuaciones.

En Trujillo, se investiga el uso de acelerantes para el concreto convencional para el tema de desencofrar en menos tiempo y poder agilizar el proceso de construcción, (Cachay Rivera & Mogrovejo Alvarez, 2019), vieron la influencia del aditivo acelerante de fragua y superplastificante Sika Viscocrete- 40 HE, con el cual se pudo demostrar que a edad de 3 días ya se podía desencofrar el vaciado

de una losa dejando algunos pie derecho como seguridad, ellos evaluaron las resistencias obtenidas mediante una losa modelada en el programa SAP 2000 con el cual confirmaron que con las resistencias obtenidas a edades de 3 días ya podían desencofrar sin que la estructura falle (estructura de 2 pisos), esta investigación nos muestra cómo es que influye el uso de los acelerante en el concreto.

La normativa que regula el control de calidad del concreto es.

- Análisis granulométrico de los agregados
- Pesos específicos de los agregados
- Diseño de mezcla del concreto patrón + variantes
- Resistencia a la compresión bajo la norma NTP 339.034
- Succión Capilar ASTM C1585

La empresa Sika building trust con R.U.C: 20254305066, de manera constante realiza investigaciones e innovaciones para mejorar las distintas propiedades del concreto, que puede ser aplicado para edificaciones, puentes, cual obra de ingeniería, con el fin de optimizar tiempos (fragua acelerada, resistencias a edades tempranas para una rápida puesta en servicio, mejora en la permeabilidad del concreto, y mucho más tema.

Sika building trust busca dar a mostrar sus aditivos y su comportamiento, con algunas colaboraciones con universidades y demás (charlas, conferencias, expo ferias y también buscando estudiantes en formación con el fin de que puedan aplicar sus productos y demostrar el funcionamiento de estos. Debido a que una pavimentación rígida se realiza con la elaboración de una losa de concreto pues esto le permite a la empresa aportar también al sector transporte y conlleva también a realizar estudios en esta rama de la ingeniería.

Con la presente investigación se quiere dar a conocer cómo el aditivo acelerante realiza cambios al concreto convencional, mejorando su propiedad mecánica de resistencia a la compresión a edades tempranas.

La no investigación de la influencia de los aditivos en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional, así como también el tamaño máximo nominal de agregado grueso influye directamente en la resistencia del concreto mientras que el acelerante de fragua nos permite una puesta servicio más rápida debido a que el concreto gana resistencia a edades tempranas por lo que se puede desencofrar y continuar con los trabajos de manera más segura. Al no tener conocimiento de estos cambios que le generan el tamaño del agregado y el acelerante de fragua, significaría que el concreto convencional seguiría siendo el más utilizado en la construcción lo cual no es punto totalmente cierto ya que en la actualidad se solicita concreto con características específicas.

“Evaluación de la incidencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso en los resultados de los ensayos de resistencia a compresión del concreto empleando cilindros de diferentes dimensiones.”

(Peralta García, 2019), tuvo como objetivo “evaluar la incidencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso en la resistencia a la compresión f_c del concreto empleando cilindros de 100 y 150 mm de diámetro en mezclas con diferentes resistencias de diseño, presentó un tipo de diseño de investigación experimental” (Pág.14)

llegó a la conclusión, que “los factores de correlación tiene un mayor de nivel de confiabilidad cuando el tamaño máximo del agregado es menor y el diámetro es mayor, los cilindros de 100 mm de diámetro son confiables

para ensayos de resistencia a la compresión del concreto cuando el TMN del agregado grueso no excede de 1”, para los ensayos de aceptación en el control de calidad del concreto se pueden utilizar los cilindros de 100 mm de diámetro.” (Peralta García, 2019, pág. 76)

“Su coeficiente de variación se mantiene en márgenes aceptables cuando el TMN es igual a 3/4” sin embargo, esta indicación estaría supeditada a lo recomendado en la normatividad que indica que para el uso de cilindros más pequeños que el patrón de 150 mm de diámetro se debe contar con los requerimientos de las especificaciones para cada proyecto, los coeficientes de variación de la resistencia de mezclas elaborada con grava de TMN 3/4” y las elaboradas con TMN de 1” presentaron un aumento al disminuir el tamaño del cilindro, es decir el coeficiente de variación de las resistencias a la compresión del concreto aumenta cuando decrece la relación diámetro del cilindro/ tamaño máximo del agregado.” (Peralta García, 2019, pág. 76)

La investigación aportó el saber de que el tamaño máximo nominal del agregado grueso, afecta de manera directa la resistencia a la compresión, también aportó que el tamaño máximo para probetas de 100 mm x 200 mm debe ser como máximo de 1” para un correcto acomodo dentro del molde.

“Análisis de la incidencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso silíceo en las dosificaciones del aditivo superplastificante en el concreto.”

(Cogollo Novoa & Morales Velez, 2020), tuvo como objetivo “determinar la incidencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso tipo silíceo sobre la dosificación del aditivo superplastificante en la mezcla del concreto hidráulico, mediante la variación de las dosificaciones del aditivo y el

tamaño nominal del agregado grueso a través de la aplicación de ensayos destructivos y no destructivos con el fin de evaluar la manejabilidad y determinar la resistencia mecánica a la compresión del concreto endurecido.” La investigación presento un diseño de investigación experimental con grupos independientes de control (pág.48)

Llegaron a la conclusión que para poder establecer la incidencia o relación entre el porcentaje de aditivo súper plastificante a utilizar con respecto al tamaño máximo nominal de agregado grueso para lograr mejores valores o comportamiento en las propiedades del concreto, se tomaron como parámetros el asentamiento del hormigón en estado fresco y la resistencia a la compresión en estado endurecido, es decir se evaluaron dichas propiedades para cada diseño de mezcla, que constaba de un tamaño máximo nominal (1”, ¾” y ½”) y un porcentaje de aditivo (0, 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8%); luego de haber desarrollado los ensayos y pruebas mencionados se puede concluir que existe una relación directa entre el porcentaje de aditivo a emplear para lograr cambios significativos en el comportamiento del concreto y la superficie específica de los agregados, es decir a mayor superficie específica (menor tamaño máximo nominal) el consumo de aditivo será mayor, debido a que existe una cantidad mayor de espacios por cubrir con pasta, y en consecuencia teniendo en cuenta que el aditivo se dosifica con respecto a el cemento(según ficha técnica), se pudo evidenciar la exigencia de mayor aditivo para tamaños máximos nominales menores(mayor superficie específica), para lograr un mejor comportamiento del hormigón. Los asentamientos obtenidos en las dosificaciones optimas de cada TMN 1” (0.2%), ¾” (0.4%) y ½” (0.4%) fueron de 150mm, 178mm y 150mm, estos asentamientos de acuerdo a la tabla 19 del presente trabajo, corresponden a pastas húmedas o

semihúmedas, esto permite concluir que los concretos obtenidos en cada caso tienen buena manejabilidad y sirven para la construcción de elementos esbeltos y estructurales, donde el colocado es sin vibración. (Cogollo Novoa & Morales Velez, 2020, pág. 107)

La investigación aportó las limitantes del tamaño máximo nominal como valores entre 1" y 1/2" de igual forma nos mostró como es el comportamiento de los aditivos dentro del concreto.

“Influencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso en la resistencia y costo del concreto, teniendo en cuenta 3 métodos de diseño de mezclas”

(Taico Lezama, 2020), buscó determinar cómo “influye el tamaño máximo nominal del agregado grueso en la aplicación de tres métodos de diseño de mezclas, en la resistencia de un concreto de 210 kg/cm² y su impacto económico”.(Pág.14)

Llegó a la conclusión que “al incrementar el tamaño máximo nominal del agregado grueso la resistencia a compresión y en el costo de producción del concreto disminuyen, la mezcla con agregado de TMN de 3/8" fue 27.62% más resistente que el diseño con agregado de 3/4", en el aspecto económico, el porcentaje de 84% de incidencia del cemento en el costo de producción hace evidente la conveniencia de trabajar con agregados de tamaño máximo nominal elevados.” (Taico Lezama, 2020, pág. 57)

“La mayor resistencia alcanzada fue de 433.97 kg/cm² por el método Walker con agregado de TMN de 3/8", para el caso del agregado con TMN de 1/2" la mayor resistencia fue de 398.93 kg/cm² por el método ACI y para el agregado con TMN de 3/8" nuevamente el método Walker llenado a la resistencia

de 339.30 kg/cm², La relación entre el tamaño máximo nominal del agregado y la resistencia a la compresión del concreto es inversamente proporcional, un concreto con agregado de TMN de 1/2" alcanza 18.09% mayor resistencia que uno con TMN de 3/4" y el diseño con agregado 3/8" 8.07% más resistencia que la mezcla de 1/2" en promedio." (Taico Lezama, 2020, pág. 58)

La presente investigación indicó el tipo de método para el diseño de mezcla, entre el método de Walker y el método ACI, de igual manera nos indicó que existe una relación inversamente proporcional con el tamaño máximo nominal del agregado con la resistencia a la compresión del concreto.

“Influencia de los aditivos acelerantes de fragua sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido Trujillo, 2019”

(Huamaní Alcalde & Solon Reyes, 2019), buscaron determinar el “óptimo porcentaje de aditivo acelerante para reducir el tiempo de fraguado en un concreto 210 kg/cm² sin afectar su resistencia en clima cálido”, presentaron una investigación de tipo aplicada con un diseño experimental con sub grupos de pruebas.

Llegando a la conclusión que “el óptimo porcentaje de aditivo acelerante Sika Rapid® 1 que reduce el tiempo de fraguado y no afecta la resistencia a la compresión de un concreto 210 kg/cm² realizado en clima cálido es el 1.5 % de aditivo en relación al peso del cemento de la mezcla, el tiempo de fraguado final obtenido con el porcentaje óptimo de aditivo acelerante Sika Rapid® 1 fue de 330 minutos lo que significa una disminución de 144 minutos (30 %) respecto al tiempo de fraguado patrón de 474 minutos, Se observó un incremento de 1.5 cm

(30%) en el asentamiento del concreto adicionado con Sika Rapid® 1, esto para el porcentaje optimo encontrado.” (Huamaní Alcalde & Solon Reyes, 2019, pág. 70)

El aporte de la investigación, ayudó a conocer el desarrollo del aditivo acelerante de fragua, de igual manera como es que mediante el tiempo de fraguado se observa una reducción de tiempo entre el cambio de estado plástico del concreto al estado endurecido, de igual manera indicó ciertos límites de adición de aditivo, que se tomo en cuenta para la investigación.

“Estudio del nivel de efectividad de los aditivos acelerantes de fragua marca Sika-3 y Chema-5 en concretos aplicables a zonas alto andinas de la región Lambayeque”

(Zegarra Agip & Zegarra Suarez, 2016), tuvieron como objetivo principal “evaluar el nivel de efectividad de los aditivos acelerantes de fragua marca Sika-3 y Chema-5 en la aplicación del concreto en Incahuasi” , se presentó una investigación de tipo aplicada en la cual el diseño fue experimental.

Llegaron a la conclusión que se precisó en base al estudio, el porcentaje de adición de aditivo, según el aditivo a utilizar, 4.06 % (respecto al peso del cemento) para CHEMA 5; y 5.56% (respecto al peso del Agua) para SIKA 3.

“Se determinó que en la zona alto andina de Incahuasi, es mayor el tiempo de fraguado inicial en comparación al de Chiclayo, con respecto a los dos aditivos acelerantes de fragua utilizados en la investigación, el Sika 3 se comporta mejor, generando un menor tiempo inicial de fraguado para $f'c = 210\text{cm}^2$ en 3.56 horas, $f'c = 280\text{cm}^2$ en 3:41 horas, $f'c = 350\text{cm}^2$ en 3:26 hora (con relación a los ensayos realizados en Incahuasi.) repercutiendo en las altas ganancias tempranas de $f'c$ en comparación al concreto normal y al concreto con aditivo Chema 5. Usar aditivos

acelerantes en lugares altos andinos da lugar una reducción de costos en mano de obra (cuadrilla de personal), atreves de la colocación del concreto en el menor tiempo provisto.” (Zegarra Agip & Zegarra Suarez, 2016)

El aporte de la investigación indicó cual es el aditivo que mejor se acomoda tanto en el norte como en el sur de la región de igual manera nos indica un aporte positivo en el uso de los acelerantes de fragua, ya que permite reducir costos , esta investigación aporto ciertos porcentajes de adición de aditivo acelerante.

“Resistencia a la compresión de un concreto, elaborado con cemento Portland tipo I y aditivo SikaCem-1 Acelerante en polvo”

(Tinez Ruiz, 2018), tuvo como objetivo el poder “determinar el efecto del aditivo SikaCem-1 Acelerante en polvo en la resistencia a la compresión de un concreto de 210 kg/cm² ,presento una investigación de tipo aplicada con un diseño experiamental con sub grupos de prueba únicos, se determinó la resistencia a la compresión de las muestras de concreto aplicándole el aditivo de acuerdo a la dosificación de 1.18% en donde se obtuvo una resistencia de 105.71 Kg/cm² a los 3 días, 121.03 a los 7 días y 226.86 Kg/cm² a los 28 días y para la dosificación de 2.35% se obtuvo 187.38 Kg/cm² a los 3 días, 221.53 Kg/cm² a los 7 días y 243.34 Kg/cm² a los 28 días, de acuerdo a la comparación de medias de la resistencia a la compresión del concreto sin presencia de aditivo y el concreto con presencia de 2.35% de aditivo Sika CEM –1 Acelerante en polvo se denoto un incremento significativo a partir de los 7 días de curado equivalente al 141.08 Kg/cm² por ello obtuvo el resultado de acuerdo a lo planteado en el estudio de investigación”.

(pág. 61)

“Resistencia a la compresión de un concreto, utilizando aditivo acelerante Z fragua No 5, cemento portland compuesto tipo ICo y agregado de cantera de la ciudad de Trujillo”

(Floriano Valerio, 2018), buscó “determinar la influencia del aditivo acelerador de fraguado Z fragua No 5 en la resistencia a la compresión de un concreto de 210 kg/cm²”, presentó una investigación aplicada, y un diseño de investigación experimental, llegó a la conclusión que “basándose en los resultados estadísticos obtenidos de los ensayos a compresión, para la comparación de la mezcla con 3 % de aditivo respecto de la mezcla convencional, se puede afirmar notoriamente que el uso del aditivo en pocas proporciones (3 % del peso del cemento), acelera el fraguado del concreto a los 3, 7 y 28 días de curado en un 34.4 %, equivalente a 36.143 kg/cm², 7.33 % equivalente a 11.543 kg/cm² y 6.29 %, y 13.200 kg/cm² respectivamente, según los resultados obtenidos de los ensayos a compresión, para la comparación de la mezcla con 7 % de aditivo respecto de la mezcla convencional, se puede afirmar rotundamente que el uso del aditivo en altas cantidades (7 % del peso del cemento), acelera el fraguado del concreto a los 3, 7 y 28 días de curado, en un porcentaje de 29.1 %, 37.5 % y 15.6 %, equivalente a 30.563 kg/cm², 59.050 kg/cm² y 32.763 kg/cm², respectivamente. De acuerdo a los criterios del ACI 2014 y los parámetros del ACI 318, el elemento estructural realizado con concreto se puede poner en funcionamiento a los 7 días, al utilizar el aditivo Z fragua No 5 en proporciones de 7 % del peso del cemento.” (Floriano Valerio, 2018)

El aporte de la investigación indica que los cambios de la resistencia a la compresión en función a los porcentajes de adición del aditivo, nos indica también las cantidades máximas de variación en cuestión de resistencia a la compresión,

de igual manera establece unos criterios a cumplir de acuerdo al ACI 318 en el uso de aditivos acelerantes de fragua.

El Concreto

“El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes lo que lo hace un material ideal para la construcción, este concreto como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura y se dilata si ésta aumenta, se rompe si es sometida a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes de la física y química.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 11)

“La tecnología del concreto en la ingeniería civil a diferencia de otros campos de la ingeniería es donde se puede ejercer un mayor control sobre los parámetros que participan o influyen como lo son el cemento, agua, los agregados, los aditivos y las técnicas de producción, colocación, curado y mantenimiento, representan aspectos particulares a estudiar y controlar de modo que se puedan trabajar de manera conjunta en la aplicación que deseamos, a nivel mundial organizaciones como el American Concrete Institute el comité europeo del concreto y el Japan Concrete Institute, se esfuerzan cada día para seguir investigando sobre nuevas tecnologías para el concreto para así mejorar métodos de análisis y diseños estructurales.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 12)

“Los componentes del concreto ocupan un cierto volumen dentro de la preparación, el aire ocupa entre un 1% y 3%, el cemento ocupa entre un 7% a 15%,

el agua ocupa entre un 15% a 22% y los agregados ocupan entre un 60% a 75%, dándose así un concreto convencional.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 10)

El cemento

“El cemento es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, arsénicas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes, los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales que intervienen son en un 95% el óxido de calcio, óxido de sílice, óxido de aluminio, óxido de hierro en el 5% restante el óxido de sodio y magnesio, potasio, titanio, azufre, fósforo, manganeso.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 18)

Composición del cemento

(Pasquel Carbajal, 1993, pág. 13), la composición del cemento está dada por:

- Silicato Tricálcico comúnmente llamado Alita, este componente define la resistencia inicial (en la primera semana) y tiene mucha importancia en el calor de hidratación.
- Silicato Dicálcico comúnmente llamado Belita, este componente define la resistencia a largo plazo y tiene incidencia menor en el calor de hidratación
- Aluminato Tricálcico que aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en un 3% a 6% para poder controlarlo, este es el responsable de que el concreto presente resistencia a los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce sulfoaluminatos con propiedades expansivas.

- Aluminio-Ferrito tetracálcico comúnmente llamado Celita, tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.
- Oxido de magnesio pese a ser un componente menor, tiene importancia pues para contenidos mayores al 5% trae problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida.
- Oxido de potasio y sodio tienen importancia para casos especiales de reacciones químicas con ciertos agregados, y los solubles en agua contribuyen a producir eflorescencias en los agregados calcáreos.
- Oxido de manganeso y titanio el primero no tiene gran relevación en las propiedades del cemento salvo en su coloración, que tiende a ser marrón si se tienen contenidos mayores al 3%, el segundo influye en la resistencia, reduciéndola para contenidos mayores al 5%.

Mecanismo de hidratación del cemento

“Se denomina hidratación del cemento al conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento, que llevan consigo el cambio de estado plástico al endurecido, la velocidad con que se desarrolla la hidratación es directamente proporcional a la finura del cemento e inversamente proporcional al tiempo, por lo que inicialmente es muy rápida y va disminuyendo paulatinamente con el transcurso de los días, el proceso es exotérmico generando un flujo de calor hacia el exterior denominado calor de hidratación, dependiendo de la temperatura, el tiempo, y la relación entre la cantidad de agua y cemento que reaccionan, se pueden definir los siguientes estados que se han establecido de manera arbitraria para distinguir las etapas del proceso de hidratación.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 16)

Estado plástico

“Se da con la Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta moldeable, cuanto menor es la relación Agua/Cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente. El primer elemento en reaccionar es el C3A, y posteriormente los silicatos y el C4AF, caracterizándose el proceso por la dispersión de cada grano de cemento en millones de partículas. La acción del yeso contrarresta la velocidad de las reacciones y en este estado se produce lo que se denomina el período latente o de reposo en que las reacciones se atenúan, y dura entre 40 y 120 minutos dependiendo de la temperatura ambiente y el cemento en partícula. En este estado se forma hidróxido de calcio que contribuye a incrementar notablemente la alcalinidad de la pasta que alcanza un PH del orden de 13.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 16)

Fragua inicial

“Es la condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiéndose en términos de la resistencia a deformarse. Es la etapa en que se evidencia el proceso exotérmico donde se genera el ya mencionado calor de hidratación, que es consecuencia de las reacciones químicas descritas. Se forma una estructura porosa llamada gel de Hidratos de Silicatos de Calcio (CHS o Torbemorita), con consistencia coloidal intermedia entre sólido y líquido que va rigidizándose cada vez más en la medida que se siguen hidratando los silicatos. Este período dura alrededor de tres horas y se producen una serie de reacciones químicas que van haciendo al gel CHS más estable con el tiempo. En esta etapa la pasta puede remezclarse sin producirse deformaciones permanentes ni alteraciones en la estructura que aún está en formación.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 17)

Fragua Final

“Se obtiene al término de la etapa del fraguado inicial, caracterizándose por el endurecimiento significativo y deformaciones permanente.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 17)

Endurecimiento

“Se produce a partir del fraguado final y es el estado en que se mantienen e incrementan con el tiempo las características resistentes, hay dos fenómenos de fraguado, que son diferentes a los descritos; el primero corresponde al llamado "Fraguado Falso" que se produce en algunos cementos debido al calentamiento durante la molienda del Clinker con el yeso, produciéndose la deshidratación parcial del producto resultante, por lo que al mezclarse el cemento con el agua, ocurre una cristalización y endurecimiento aparente durante los 2 primeros minutos de mezclado, pero remezclando el material, se recobra la plasticidad, no generándose calor de hidratación ni ocasionando consecuencias negativas. El segundo fenómeno es el del "fraguado violento" que ocurre cuando durante la fabricación no se ha añadido la suficiente cantidad de yeso, lo que produce un endurecimiento inmediato, desarrollo violento del calor de hidratación y pérdida permanente de la plasticidad, sin embargo, es muy improbable en la actualidad que se produzca este fenómeno, ya que con la tecnología moderna el yeso adicionado se controla con mucha precisión.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 17)

El agua en el concreto

“El agua en la mezcla del concreto tiene tres funciones principales que son, reaccionar con el cemento para hidratarlo, actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto y procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para

que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 32)

“Por lo tanto la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor que la necesaria para la hidratación del cemento, el problema principal del agua en la mezcla reside en las impurezas que pueden ocasionar reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento, debido a esto es que surgió una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve o no para emplearse en la producción de concreto, esta regla empírica consiste en establecer su habilidad para el consumo humano, ya que lo que no daña al hombre no daña al concreto.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 33)

“Como dato adicional, aquí en el Perú son muy pocas aguas potables que cumplen con las limitaciones nominales indicadas, sobre todo a lo que se refiere al contenido de sulfatos y carbonatos, los efectos más perniciosos que pueden esperarse de aguas de mezcla con impurezas son, retardo en el endurecimiento, reducción de la resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, cambios volumétricos.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 33)

Agregados en el concreto

“Se define como agregados a los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar una estructura resistente, ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ partes del volumen total del concreto, la calidad de los agregados tienen un importancia primordial en el producto final, la denominación inerte es relativa, ya que si bien no intervienen en las reacciones químicas del cemento y agua, sus características afectan notablemente el producto resultante, siendo en algunos casos tan importante como el cemento para logro de ciertas propiedades particulares de resistencia, conductibilidad y durabilidad.

La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el concreto para obtener una estructura densa y eficiente, así como una trabajabilidad adecuada.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 38)

Clasificación de los agregados.

Por su procedencia

“Se les puede clasificar como agregados naturales que son formados por los procesos geológicos naturales que han ocurrido en el planeta durante miles de años, y que son extraídos, seleccionados y procesados para optimizar su empleo en la producción de concreto, estos agregados son de uso más frecuente a nivel mundial y particularmente en nuestro país por su amplia disponibilidad tanto en calidad como en cantidad, lo que los hace ideales para producir concreto.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 38)

Por su gradación

“La gradación es la distribución volumétrica de las partículas que tienen suma importancia en el concreto, se ha establecido convencionalmente una clasificación entre agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena) en función de las partículas mayores y menores diámetro (4.75 mm , malla standard ASTM #4), esta clasificación responde además a consideraciones tipo practico ya que las técnicas de procesamiento de los agregados(zarandeo, chancado) pretenden separarlos con el objetivo de poder establecer un control más preciso en su procesamiento y empleo.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 40)

Por su densidad

“Se entiende como gravedad especifica, es decir el peso entre el volumen de los sólidos referidos a la densidad del agua, se acostumbra a clasificarlos como normales al rango entre 2.5 a 2.75, ligeros para valores menores a 2.5 y pesados para valores mayores a

2.75, cada uno de esta marca un comportamiento diverso en la relación al concreto, habiendo establecido técnicas y métodos de diseño para cada caso.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 40)

Características físicas de los agregados

“En general son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad, y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación. Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas standard que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas. Es importante para evaluar estos requerimientos el tener claros los conceptos relativos a las siguientes características físicas de los agregados y sus expresiones numéricas.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 40)

Peso Especifico

“Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las Normas ASTM C-127 y C-128 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación. Hay que tomar en cuenta que las expresiones de la norma son adimensionales, luego hay que multiplicarlas por la densidad del agua en las unidades que se deseen para obtener el parámetro a usar en los cálculos. Su valor para agregados normales oscila entre 2,500 y 2,750 kg/m³.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 21)

Peso Unitario

“Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo. La Norma

ASTM C-29 define el método estándar para evaluarlo, en la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8" en 3 capas. El valor obtenido, es el que se emplea en algunos métodos de diseño de mezclas para estimar las proporciones y también para hacer conversiones de dosificaciones en peso a dosificaciones en volumen, el valor del peso unitario para agregados normales oscila entre 1,500 y 1,700 kg/m³." (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 41)

Porcentajes de Vacíos

“Es la medida del volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados. Depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario.” (Pasquel Carbajal, 1993, pág. 41)

Características y criterios de los aditivos acelerantes

“Estas sustancias permiten desarrollar las resistencias iniciales del concreto en el rango de comprendido entre el 114% a 131% de acuerdo a las especificaciones del fabricante, densifica el concreto y minimiza la exudación y segregación., así mismo reducen los tiempos de fraguado. Existe una tendencia de los acelerantes, que, si bien provocan un incremento en la resistencia inicial en comparación con un concreto normal, por lo general producen resistencias menores a los 28 días o más días. Uno de los componentes de mayor incidencia lo constituye el cloruro de calcio (Cl₂Ca), el cual acelera el tiempo de fraguado del concreto, sin embargo, es necesario verificar en campo las bondades del aditivo, debido a que los iones de cloro son corrosivos para el hierro, por lo que no debe usarse en exceso en la mezcla de concreto armado.” (Pasquel Carbajal, 1993, págs. 68-69)

Tiempo de fraguado.

“Cuando el cemento y el agua entran en contacto, se inicia una reacción química exotérmica que determina el paulatino endurecimiento de la mezcla. Dentro del proceso general de endurecimiento se presenta un estado en que la mezcla pierde apreciablemente su plasticidad y se vuelve difícil de manejar; tal estado corresponde al fraguado inicial de la mezcla. A medida que se produce el endurecimiento normal de la mezcla, se presenta un nuevo estado en el cual la consistencia ha alcanzado un valor muy apreciable; este estado se denomina fraguado final. La determinación de estos dos estados, cuyo lapso comprendido entre ambos se llama tiempo de fraguado de la mezcla, es muy poco precisa y sólo debe tomarse a título de guía comparativa.” (Universidad Centroamericana José Simeon Cañas, 2007)

Repulsión Electroestática:

“La fuerza de repulsión electrostática se da cuando dos cargas tienen la misma polaridad. En el caso de la atracción del campo eléctrico, la carga en el canal de la pared se supone positiva, mientras que una partícula con carga negativa se introduce en el campo, la carga de la pared mantiene su magnitud positiva, mientras que la carga de la partícula se cambia de negativa a una carga positiva. Las fuerzas repulsivas más significativas que pueden existir entre las partículas sólidas de una suspensión, son las que derivan de la existencia de la doble capa eléctrica. Todas las partículas sólidas de una suspensión son de la misma naturaleza, luego si se produce una adsorción de iones y se genera una doble capa eléctrica alrededor de cada partícula, cada una de ellas tendrá una carga eléctrica del mismo signo. Esta carga, de acuerdo a la ley de Coulomb, generará una fuerza repulsiva entre todas y cada una de las partículas tendiendo, en consecuencia, a mantenerlas separadas.” (Helman, 1948)

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye el uso del aditivo Sika acelerante de fragua y el tamaño máximo nominal del agregado grueso en los concreto con resistencia a la compresión $f'c$ 280 kg/cm² en sus propiedades físicas y mecánicas, con fines de cimentación?

1.3. Objetivos

Determinar la influencia del Sika acelerante de fragua y el tamaño máximo nominal del agregado grueso en los concreto con resistencia a la compresión de $f'c$ 280 kg/cm² en sus propiedades físicas y mecánicas, con fines de cimentación.

1.3.1. Obejtivos Especificos.

- Clasificar los agregados de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP).
- Realizar el análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.
- Determinar el mejor porcentaje de aditivo acelerante de fragua y tamaño máximo de piedra.
- Elaborar un análisis de costos de producción x m³ de cada dosificación a estudiar

1.4. Hipótesis

H1: El uso del aditivo Sikacem acelerante y el tamaño máximo nominal del agregado grueso mejorará los concreto con resistencia a la compresión de 280 kg/cm² en sus propiedades físicas y mecánicas, con fines de cimentación.

H2: El uso del aditivo Sikacem acelerante y el tamaño máximo nominal del agregado grueso no mejorará los concreto con resistencia a la compresión de 280 kg/cm² en sus propiedades físicas y mecánicas, con fines de cimentación.

1.4.1. Hipotesis Especificas

H1: El uso del 1% aditivo Sikacem acelerante de fragua y el tamaño máximo nominal del agregado de grueso 3/4" influye de manera positiva en la propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional de 280 Kg/cm² con fines de cimentación.

H2: El uso del 2.5% aditivo Sikacem acelerante de fragua y el tamaño máximo nominal del agregado de grueso 3/4" influye de manera positiva en la propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional de 280 Kg/cm² con fines de cimentación.

H3: El uso del 4% aditivo Sikacem acelerante de fragua y el tamaño máximo nominal del agregado de grueso 3/4" influye de manera positiva en la propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional de 280 Kg/cm² con fines de cimentación.

H4: El uso del 1% aditivo Sikacem acelerante de fragua y el tamaño máximo nominal del agregado de grueso 1/2" influye de manera positiva en la propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional de 280 Kg/cm² con fines de cimentación.

H5: El uso del 2.5% aditivo Sikacem acelerante de fragua y el tamaño máximo nominal del agregado de grueso 1/2" influye de manera positiva en la propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional de 280 Kg/cm² con fines de cimentación.

H6: El uso del 4% aditivo Sikacem acelerante de fragua y el tamaño máximo nominal del agregado de grueso 1/2" influye de manera positiva en la propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional de 280 Kg/cm² con fines de cimentación.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, corresponde a una investigación cuantitativa (aplicada) y de diseño experimental, debido a la comparación con muestras patrón, indica que se trata de un diseño pos prueba única y grupos intactos, a la que, posteriormente, se le adicionará porcentajes variables de aditivo Sikacem Acelerante, para las cuales se realizarán ensayos en estados fresco y endurecido. (Tam Malaga, Giovanna, & Oliveros Ramos, 2008)



2.2. Población y muestra (Materiales, Instrumentos y método)

2.2.1. Población

Todos los concretos con relaciones $A/C = 0.55$ elaborados en la ciudad de Trujillo en el año 2022.

2.2.2. Muestra

Se utiliza una técnica de muestreo probabilístico estratigráfico, la cual nos permite generar subgrupos o estratos disjuntos de una población objetivo en estudio, de tal manera que un individuo (probeta o testigo cilíndrico) pertenece a un estrato definido previamente.

Para el muestreo de la presente investigación se confeccionarán 09 probetas por cada subgrupo (cada subgrupo se definió como un conjunto de 09 probetas elaborados con un porcentaje de Aditivo SIKACEM Acelerante y las muestras patrón para los distintos TMN de agregado grueso).

$$n_0 = \frac{Z^2 \times S^2}{E^2}$$

Donde:

- Z = es el valor de la distribución normal estandarizada para un nivel de confianza fijado por el investigador.
- S = Desviación estándar de la variable fundamental del estudio o de interés para el investigador. Obtenida por estudios anteriores, muestra piloto, criterio de experto o distribución de la variable de interés.
- E = Error del muestreo en % del estimador o en absoluto (unidades). Fijada por el investigador. (20%)

n_0 = Tamaño de la muestra

Tabla 1.

Dispersión total para el calculo de la desviación estándar

DISPERSIÓN TOTAL					
Desviación Estándar para diferentes grados de control (kg/cm ²)					
Clase de Operación	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.9	> 49.2
Concreto en laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6

Nota: Analisis de datos- Control de Calidad (ICPA)

Para el ensayo de resistencia a la compresión se tomaron los siguientes valores:

$$n_0 \geq \frac{Z^2 S^2}{E^2} = \frac{(1.96)^2 (17.6)^2}{(20)^2} \quad (1)$$

$$n_0 = 2.97 \cong 3$$

✓ n_0 = Muestra.

✓ Z = Nivel de confianza al 95%.

- ✓ S = Valor de la Desviación estándar (Valor tomado según norma).
- ✓ E = Precisión (error máximo tolerable en la estimación del parámetro).

Tabla 2.

Tamaño de Muestra del concreto con agregado de 1/2"

R	a/c	PATRON	1.00%	2.50%	4.00%	Total
→0.55	con	A.G.	Sikacem	Sikacem	Sikacem	
		1/2"	Acelerante	Acelerante	Acelerante	
3 días		03	03	03	03	12
7 días		03	03	03	03	12
28 días		03	03	03	03	12
Total		09	09	09	09	36

Nota: Elaboracion Propia

Tabla 3.

Tamaño de Muestra del concreto con agregado 3/4"

R	a/c	PATRON	1.00%	2.50%	4.00%	Total
→0.55	con	A.G.	Sikacem	Sikacem	Sikacem	
		3/4"	Acelerante	Acelerante	Acelerante	
3 días		03	03	03	03	12
7 días		03	03	03	03	12
28 días		03	03	03	03	12
Total		09	09	09	09	36

Nota: Elaboración Propia

Para la presente investigación se desarrollarán un total de 72 testigos cilíndricos de concreto de 4 pulgadas o 10 centímetros de diámetro y 8 pulgadas o 20 centímetros de largo, cumpliéndose una relación 1 a 2, con respecto diámetro a altura.

Como se muestra en la figura.

Figura 1.

Tamaño de Moldes adaptada del ACI



2.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de datos.

2.3.1. Técnica de recolección de datos

“Las técnicas de recolección de datos permiten la obtención sistemática de información acerca de los objetos de estudio y de su entorno. Como ya se mencionó, la recolección de datos tiene que ser sistemática, ya que, si los datos se recolectan al azar será difícil responder las preguntas de investigación de una manera concluyente. Mediante la observación que implica la visualización y registro de los datos característicos de las probetas y mezclas de concreto en los parámetros de evaluación, para ello se deberá emplear fichas de observación que será llenada con información correspondiente a los ensayos realizados para cada uno de los casos.” (Rubio Jacobo, 2014, pág. 16)

2.3.2. Instrumentos de Recolección de datos.

Las guías de observación serán el instrumento de recolección de datos, con lo que se recolectara de manera practica los valores y datos necesarios para el desarrollo de la investigación.

La guías de observación, cumplen la función de recolectar los datos obtenidos mediante las pruebas de laboratorio, estas guías deben contener, fecha, el código de ensayo, tipo de ensayo a realizarse, nombre del investigador, resultados obtenidos.

2.3.3. Técnicas de Análisis de Datos.

La técnica de análisis de datos es el anova o análisis de la varianza, mediante la cual se validara y se dará respuesta a las hipótesis planteadas.

2.3.4. Instrumento de análisis de datos

Prueba de Normalidad

Aplicamos la prueba de normalidad planteándonos la hipótesis nula y la hipótesis alterna, donde $p > 0.05$ para aceptar la hipótesis alterna (H_i), para este análisis usamos la prueba de Shapiro-Wilk aplicamos esta prueba para un tamaño máximo de 50 especímenes.

$H_0 \rightarrow$ No presenta una distribución $p < 0.05$

$H_i \rightarrow$ Presenta una distribución normal $p > 0.05$

Los Resultados debes presentar una distribución normal

Confiabilidad

George y Malley (2003, pág.31) “sugieren que para el Alpha de Cronbach se debe consideras como mínimo aceptable 0.7 es decir tener una confiabilidad mínimo del 70%.”

El instrumento de análisis de datos será el ANOVA o análisis de la varianza la prueba de Shapiro-Wilk y el método de Alpha de Cronbach para validar la confiabilidad de los resultados obtenidos, estos métodos de análisis de datos definen si aprobar o rechazar la hipótesis nula, la prueba

de Shapiro-Wilk permite la medición del grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Esto nos sirve debido a la cantidad de muestras que se tienen y a que nos permite la comparación de dos o más grupos de estudio en un solo análisis, esto siempre si es conveniente.

2.4. Procedimiento

Para la elaboración de la investigación se tuvieron que recurrir a normativas técnicas, para tal fin se tuvieron que realizar ensayos de laboratorio para la caracterización de agregados y los diseños de mezcla pertinentes, de los cuales se hará una breve descripción de su metodología.

2.4.1. Método de ensayo normalizado para contenido total de humedad evaporable en agregados por secado. (NTP 339.185, 2009)

- El ensayo consiste en introducir una muestra de agregado grueso o fino en condición natural a un horno con temperatura estable de entre 110 ± 5 °C por un periodo de 24 horas \pm 4 horas, a fin de determinar el contenido de humedad evaporable superficial y la contenida los poros del agregado.
- Se deberá considerar las muestras mínimas indicadas por la normativa, las cuales indican que para el caso de materiales con tamaño máximo nominal en malla N°04 (4.75 mm.) como es el caso de la arena gruesa, se deberá considerar una muestra mínima de 500gr.; para el caso de la piedra con TMN en malla ½” se tendrá un mínimo de 2000 gr y para la piedra de ¾” se tendrá un mínimo de 3000 gr.

2.4.2. Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global. (NTP 400.012, 2014)

- Esta norma busca determinar la gradación o distribución de partículas de los materiales a fin de determinar si cumplen las exigencias y especificaciones para su uso como agregado.
- Para este ensayo se requiere una muestra seca de agregado, de masa conocida. La cual ingresa a través de una serie de tamices ordenados de manera progresiva de mayor a menor diámetro de abertura, de esta manera se podrá obtener los pesos y porcentajes que pasa o se retiene en cada malla, a fin de obtener una curva granulométrica.
- Este procedimiento se realizará para cada uno de los agregados, para esta investigación se utilizará agregado grueso de ½” y de ¾”, asimismo para el caso del agregado fino.

Tabla 4.

Cantidad de muestra para ensayos de caracterización

Tamaño máximo nominal aberturas cuadradas en mm (in)	Cantidad de muestra del ensayo mínimo en Kg(lb)
9,5 (3/8)	1(2)
12,5 (1/2)	2(4)
19,0(3/4)	5(11)
25,0(1)	10(22)
37,5(1 ½)	15(33)
50 (2)	20(44)
63 (2 ½)	35(77)
75 (3)	60(130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150(330)
125 (5)	300(660)

Fuente: NTP.400.012

- Con este ensayo se determina también el módulo de finura de los agregados. Para el caso del agregado fino se calculará como la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados en las mallas N^o04, N^o08, N^o16, N^o30, N^o50, N^o100, dividido entre 100. Para el cálculo de modulo finura de los agregados gruesos se tomarán en cuenta las mallas superiores a la malla N^o04. (NTP 400.012 , 2001)

2.4.3. NTP 400.017. Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad y los vacíos en los agregados.

- En este ensayo se determinan los valores de Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado de los agregados, para ellos se utilizará un recipiente metálico del cual se conocerá el volumen y masa. La normativa indica que el ensayo es aplicable a los agregados que no excedan los 125mm. Como tamaño nominal máximo.
- Para el caso del Peso Unitario Suelto, el ensayo consiste en llenar la totalidad del molde metálico con el agregado, y proceder a rasar con la varilla lisa, de tal manera que todo excedente del volumen de recipiente sea eliminado, posteriormente, se procede a tomar lectura de la masa del recipiente más agregado suelto.
- Para el caso del Peso Unitario Compacto, se procederá a introducir material hasta el 1/3 del recipiente, posteriormente se compactará con ayuda de la varilla lisa en un total de 25 golpes enérgicos repartidos en toda el área, luego se llena el recipiente hasta los 2/3 de su capacidad y se repite el procedimiento de compactación. Finalmente, se agrega material hasta superar el nivel del recipiente utilizado, se procede a compactar para posteriormente, rasar y eliminar los excedentes del nivel de recipiente, y se procede a tomar lectura de la masa de agregado compactado y el recipiente.

- En cada uno de los casos (peso unitario suelto o compactado), se repite 03 veces el procedimiento metodológico, para obtener promedios de los valores ensayados. Y, se deberá tener una muestra de 125% a 200% la cantidad requerida para llenar el recipiente.
- El cálculo de la densidad se determinará mediante las expresiones matemáticas indicadas a continuación. (NTP400.017, 2011)

$$M = (G - T) / V \quad (1)$$

Ecuación 1 densidad de masa del agregado

Donde:

M = Densidad de masa del agregado, kg/m³

G = Masa del recipiente más agregado M, kg

T = Masa del recipiente, kg

V = Volumen del recipiente, m³

2.4.4. NTP 400.021. Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y Absorción del Agregado Grueso.

- La normativa establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente, y la absorción después de 24 horas del agregado grueso.
- Para el desarrollo del ensayo, se procedió a sumergir en agua las muestras de agregado grueso y fino por un periodo de 24 horas, a fin de que el agua ingrese a sus poros. Posteriormente se retiraron de agua y se procedió a secar el material con ayuda de franela y papel toalla, a fin de obtener el material en condición saturada superficialmente seca.
- Una vez determinado la masa SSS, se procede a llevar el mismo material a una canastilla, la cual va conectada a una balanza de precisión 1g, con la cual se

obtendrá el peso sumergido del agregado grueso; una vez tomada el valor del peso sumergido se procede a retirar la muestra del agua para colocarla en una bandeja metálica a fin de llevar al horno por 24 horas a una temperatura de 110°C ± 5°C para calcula el peso seco del material

- Para los cálculos del pesos específicos y absorción del agregado grueso se utilizarán las siguientes formulas. (NTP400.021, 2002)

Peso Específico de Masa (Pem)

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

Ecuación 2 Densidad relativa de masa

Peso Específico de Masa Saturada con superficie seca SSS (Pe SSS)

$$\frac{B}{(B - C)} \times 100$$

Ecuación 3 Densidad relativa Saturada Superficialmente Seca

Peso Específico Aparente (Pea)

$$\frac{A}{(A - C)} \times 100$$

Ecuación 4 Densidad relativa Aparente

Absorción: en porcentaje %

$$\left[\frac{(B - A)}{A} \right] \times 100$$

Ecuación 5 Porcentaje de Absorción

Donde:

A= Peso de la muestra seca en el aire, gramos.

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos

C= Peso en el agua de la muestra saturada.

2.4.5. NTP 400.022. Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y Absorción del Agregado Fino.

- Se coloca aproximadamente 1000 g. de agregado fino al horno a secar por un periodo de 24 horas a 110°C, luego se retira del horno y se deja enfriar.
- Se cubre la muestra con agua y se deja reposar durante 24 horas. Una vez transcurrida las 24 horas se extiende el material sobre una superficie plana y se expone a una corriente suave de aire tibio y se remueve con frecuencia, con la finalidad de garantizar un secado uniforme superficial de material. Se continua esta operación hasta que los granos del agregado no se adhieran entre sí. Luego se coloca en un molde cónico, se golpea la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se levanta el molde verticalmente. Si existe humedad libre, el cono de agregado fino se mantendrá en su forma. De seguir húmedo, se sigue secando revolviendo constantemente y se prueba en intervalos frecuentes hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde. Esto indica que el agregado fino ha alcanzado una condición de superficie seca.
- Una vez realizada la acción mencionada anteriormente, se procederá a introducir a la fiola una muestra de 500 gramos del material en condición saturada superficialmente seca, el cual se llena con agua hasta alcanzar aproximadamente la marca de 500 cm³ a una temperatura de 23°C. \pm 2°C
- Después, se determina el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0.1 g.
- Se saca el agregado fino de la fiola, se seca a peso constante a una temperatura de 110°C \pm 5°C por 24 horas \pm 4 horas, se enfría a temperatura de ambiente y se procede a pesar la muestra seca.
- Mediante fórmulas se puede determinar el Peso Específico de Masa, el peso específico de masa saturada con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado fino, estas fórmulas se expresan a continuación:

Peso Específico de Masa (Pem)

$$Pem = \frac{W_o}{(V - V_a)} \times 100$$

Ecuación 6 Densidad relativa de masa del agregado fino

Peso Específico masa saturada con superficie seca (Pe SSS)

$$Pem = \frac{W_o}{(V - V_a)} \times 100$$

Ecuación 7 Densidad relativa de masa saturada con superficie seca.

Peso Específico Aparente (Pea)

$$Pem = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} \times 100$$

Ecuación 8 Densidad relativa aparente

Absorción (Abs %)

$$Pem = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$$

Ecuación 9 Absorción del Agregado Fino

Donde:

Wo= Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gramos

V= Volumen del frasco en cm³

Va= Peso en gramos o volumen en cm³ de agua destilada añadida al frasco.

2.4.6. Diseño de Mezcla por Método ACI, combinación de agregados método práctico.

Para el método de combinación de agregados se debe tener en cuenta diferentes datos para recurrir a tablas y/o realizar cálculos.

- Se procede a determinar el tipo de cemento a usar y de acuerdo a su ficha técnica se obtendrá sus características.

- Se determina la relación agua/material cementante o la resistencia requerida para el diseño, esto se obtiene de acuerdo a la caracterización de agregados (Modulo finura, TMN del agregado grueso y cuanto será el asentamiento del concreto.
- Se considerará la cantidad de bolsas de cemento por metro cubico en conjunto con el tamaño máximo nominal del agregado grueso para poder determinar el coeficiente “m”, el cual entrará a la fórmula para calcular el porcentaje de agregado fino con la siguiente fórmula:

$$\%f = \left(\frac{M_{fa.g} - m}{M_{fa.g} - M_{faf}} \right) \times 100$$

Ecuación 10 porcentaje de agregado fino

$$\%g = (1 - \%f) \times 100$$

Ecuación 11 porcentaje de agregado grueso

Mediante la metodología del ACI se procedió a realizar los diseños de mezcla de la investigación para todas las adiciones de aditivo y los distintos tipos de agregado grueso (TMN ½” Y ¾”). Una vez obtenidos los cálculos de las proporciones de cada uno de los materiales se procederán a corroborar los diseños de mezcla de manera práctica mediante el amasado de concreto en trompo.

2.4.6. NTP 339.033. Concreto. Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.

- Se deberá seleccionar un lugar de moldeo, sobre una superficie nivelada y rígida, libre de vibraciones y otras alteraciones, en un lugar cercano a la localización de los ambientes donde serán almacenados.
- Para este caso se utilizarán moldes de plásticos de 10 cm x 20 cm, para tal fin se tendrá que disponer de una varilla lisa metálica de diámetro 10 mm (3/8”) con una longitud de 30 cm.

- Se vaciará el concreto en dos capas de concreto al cual se le compactará con la varilla un total de 25 golpes por capa, así mismo para eliminar los vacíos se procederá a dar golpes con un martillo de goma.
- En la última capa se procederá a rasar a fin de obtener una cara uniforme y nivelada, se procederán a dejar en el lugar de moldeo, se cubrirán para evitar alguna deformación y se desencofrar al día siguiente con ayuda de una compresora de aire, y posteriormente ingresarán a curado. (NTP339.033, 2015)

2.4.6. NTP 339.035. Concreto. Método de ensayo normalizado para la medición del asentamiento del Concreto de Cemento Portland.

- Una muestra de concreto fresco mezclado, se coloca en un molde con forma de cono trunco, se compacta por varillado en 03 capas de 25 golpes con la varilla lisa de 5/8". El molde se retira hacia arriba permitiendo que el concreto se asiente. La distancia vertical entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se informa como el asentamiento del concreto, el cual suele expresarse en pulgadas, aproximadas 1/4" (un cuarto de pulgada).

2.4.7. NTP 339.046. Concreto. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto.

- Una muestra de concreto fresco, se coloca con ayuda de una cuchara en el recipiente de medición en tres capas de aproximadamente igual volumen. Apisonar cada capa con 25 golpes de la barra compactadora cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 14L o más pequeños. Distribuir los golpes uniformemente sobre la sección transversal del recipiente y para la segunda y

tercera capa, la barra compactadora debe penetrar aproximadamente 25 mm en la capa subyacente.

- Después de que cada capa ha sido apisonada se debe golpear con el mazo, los lados del recipiente, 10 a 15 veces, usando la fuerza apropiada para cerrar cualquier vacío producido por la barra compactadora y eliminar las burbujas grandes de aire atrapado.
- Posteriormente, tomar la lectura del peso de concreto más recipiente. En esta parte, una vez tomada la lectura, se aprovechó para tomar la temperatura del concreto en estado fresco, con la ayuda de un termómetro de inmersión calibrado.

2.4.8. NTP 339.034. Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

- El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión se la probeta es calculada por la división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta. (NTP339.034, 2008)
- El ensayo se realizará una vez retirado de la poza de curado y manteniendo la humedad de la probeta cilíndrica. Se le aplicara la carga de manera continua y permanente a una velocidad de 0.25 ± 0.05 MPa/s. (NTP339.034, 2008)
- Calcular la resistencia a la compresión de la probeta dividiendo la carga máxima entre el área en contacto de la probeta, expresar el resultado con aproximación a 0.1 MPa. (NTP339.034, 2008)

2.4.9. Otras Normas Complementarias.

NTP 339.184. Concreto. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto.

- Colocar el dispositivo de medición de temperatura en la mezcla de concreto fresco, de tal modo que el sensor esté sumergido un mínimo de 75mm (3 pulg.). Presionar levemente el concreto en la superficie del dispositivo de medición para que la temperatura ambiente no afecte la lectura.
- Dejar introducido el dispositivo en el concreto fresco por un mínimo de 02 minutos o hasta que la lectura se estabilice, y a continuación leer y registrar la temperatura.

NTP 339.183. Concreto. Práctica Normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.

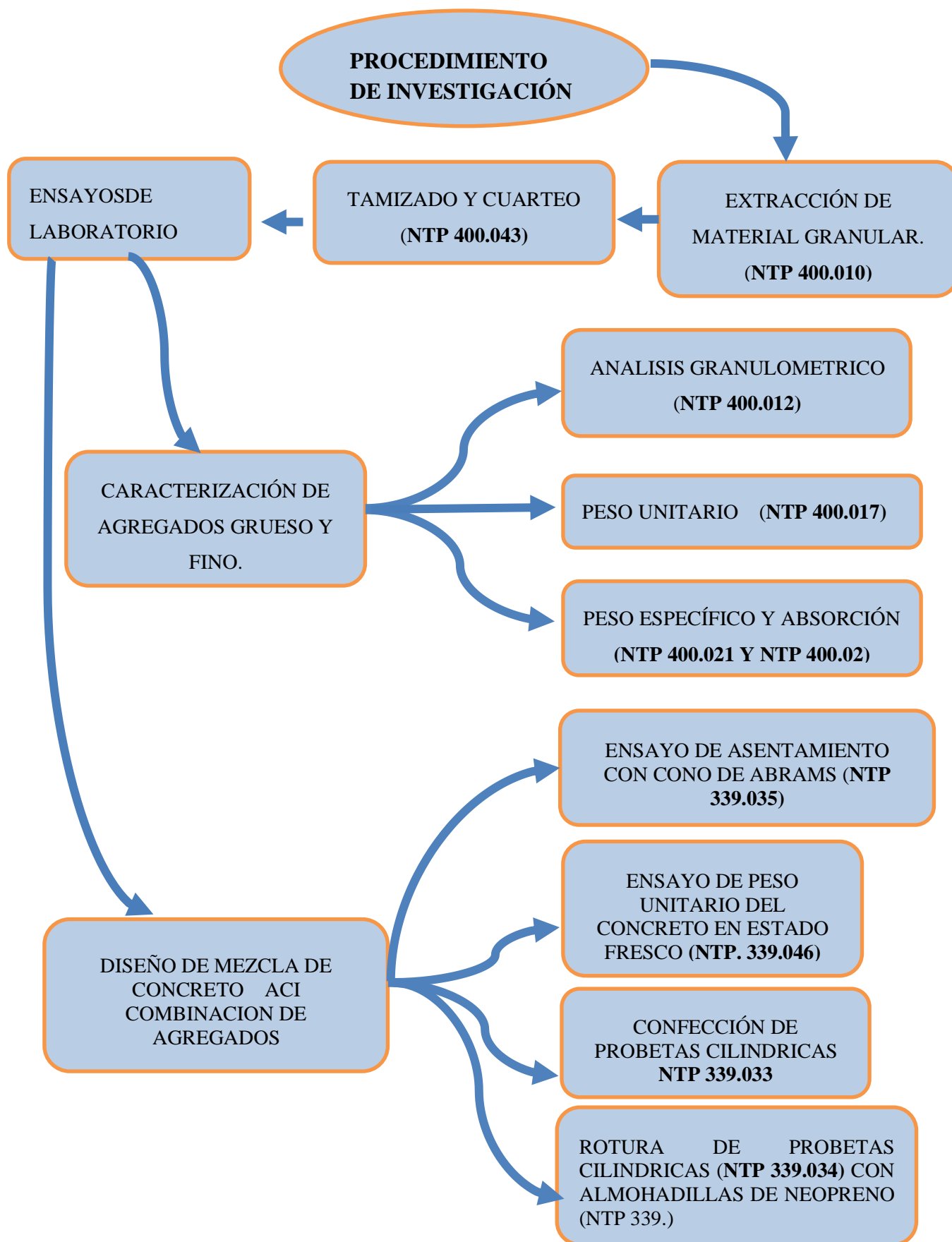
- Al día siguiente de confeccionadas los testigos cilíndricos de concreto, se deberán desmoldar los especímenes.
- A menos que se especifique lo contrario, todos los especímenes deberán ser curados con humedad y a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, desde el tiempo de moldeo hasta el momento de su ensayo a compresión. La condición de curado se cumple usando cuartos húmedos o tanques de almacenamiento de agua, cuando se utilicen tanques de agua, el agua deberá ser saturada con hidróxido de calcio para prevenir la carbonatación de los especímenes sumergidos.

NTP 339.216. Concreto. Método para la utilización de cabezales con almohadillas de neopreno en el ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto endurecido.

- Las almohadillas son fabricadas de policloropreno (neopreno) que cumple con los requisitos de la clasificación ASTM 2000 designación “line call-out”. Tienen diámetro de un cilindro (probeta a ensayar) no debe diferir de otro por más del 2%. Reemplazar las almohadillas cuando estas excedan los límites de reutilización establecido en la norma.
- Las almohadillas de neopreno de embonado serán permitidas a ser usadas sobre uno o ambos extremos del cilindro. Según lo indica la normativa, se podrán utilizar neoprenos seleccionando su dureza en función de la resistencia de diseño, para nuestro caso correspondería una dureza para concretos de 17 a 50 MPa, equivalentes un neopreno de Dureza Shore 60.
- Centrar las almohadillas sobre los cilindros y colocar sobre el bloque de carga inferior de la máquina de ensayo. Simultáneamente alinear los ejes del cilindro con el centro de gravedad de la máquina de ensayo, completar la aplicación de carga, rotura, cálculos y reporte los resultados según las NTP 339.034.

Aspectos Éticos

La presente investigación mediante el laboratorio Cooperación Ay J , valida la veracidad de los datos obtenidos en la ejecución del proyecto, de igual manera se cumplió con el uso correcto de las citas bibliográficas, evitando así el plagio, de igual manera se tomó en cuenta las normas técnicas que regulan el uso y calidad de los materiales, cumpliendo así con los estándares requeridos.



CAPÍTULO III: RESULTADOS

En este capítulo se reportan todos los resultados producto de los ensayos experimentales realizados a los diversos diseños de mezcla elaborados para la piedra con TMN de $\frac{3}{4}$ " y de $\frac{1}{2}$ " con distintas adiciones de Sikacem Acelerante.

3.1. Ensayos de Caracterización de Agregados.

Para los ensayos de caracterización de materiales se realizaron las pruebas de Contenido de Humedad, Análisis Granulométrico, Peso Unitario Suelo y Compactado, Pesos específicos y absorción; con los resultados de estos ensayos se pudo determinar el diseño de mezcla para la elaboración de concreto. En la siguiente tabla se expresan los valores obtenidos en los ensayos de materiales.

Tabla 5.

Caracterización de agregados para el concreto

Material	Módulo de fineza	Peso específico (Kg/m ³)	Absorción (%)	Peso unitario (Kg/m ³)		Contenido de humedad (%)
				Suelto	Compacto	
A. F	2.54	2,720	1.32	1,465	1,693	2.61
AG. $\frac{3}{4}$ "	6.95	2,660	1.71	1,505	1,606	0.52
AG. $\frac{1}{2}$ "	5.87	2,630	1.63	1,508	1,613	0.42

Nota: Se realizó en análisis de los agregados, para verificar el cumplimiento con las normas vigentes (Norma técnica peruana), de igual manera para paso siguiente realizar el diseño de mezcla para ambos tamaños máximo nominal del agregado grueso.

Los procedimientos de ensayo se describen en el capítulo II, los procedimientos se realizaron en base a normativa vigente con apoyo de Laboratorio. El almacenaje de materiales se realizó al interior del establecimiento a fin de que los valores de humedad no difieran por agentes externos o climáticos.

3.2. Ensayos para Concreto en estado fresco.

Se realizó los ensayos en el concreto fresco, los cuales fueron Ensayos de Asentamiento, Peso Unitario y Temperatura, cuyos procedimientos se detallan en el capítulo II.

Tabla 6.

Características del concreto en estado Fresco

Diseño de Mezcla	Asentamiento (plg)	Temperatura (°C)	Peso unitario (Kg/m ³)
DM- ¾" AL 0%	4.00	22.6	2,304
DM- ¾" AL 1.0%	3.00	23.0	2,303
DM- ¾" AL 2.5%	4.25	21.9	2,302
DM- ¾" AL 4.0%	3.00	23.0	2,290
DM- ½" AL 0%	4.00	22.6	2,305
DM- ½" AL 1.0%	3.50	23.5	2,303
DM- ½" AL 2.5%	5.00	23.5	2,297
DM- ½" AL 4.0%	5.50	22.3	2,296

Nota: Se realizó las pruebas en el concreto en el estado fresco, observándose que el slump o revenimiento del concreto varía en cuestión al tamaño máximo nominal del agregado, la temperatura está dentro de los rangos recomendados para la costa del Perú, se observa que el peso unitario del concreto está dentro del rango que es un concreto convencional entre los 2200 kg/m³ a 2400 kg/m³ como lo establece el reglamento nacional de edificaciones en su apartado RNE E.020 Cargas.

3.3. Resistencia a la compresión promedio a 03 días

Tabla 7.

Resultados 03 días de resistencia a la compresión del concreto

Mezcla	Resistencia a la compresión Promedio (kg/cm²)
DM- ¾" AL 0%	182.26
DM- ¾" AL 1.0%	212.13
DM- ¾" AL 2.5%	200.00
DM- ¾" AL 4.0%	196.02
DM- ½" AL 0%	189.42
DM- ½" AL 1.0%	198.71
DM- ½" AL 2.5%	227.92
DM- ½" AL 4.0%	203.35

Nota: En el concreto endurecido se realizó la prueba de la resistencia a la compresión a edad de 03 se observó que con el TMN (tamaño máximo nominal) del agregado grueso influye en la resistencia y el aditivo acelerante de igual manera ya TMN ¾" presentó un $f'c$ de 212.13 kg/cm² con el 1.0% de acelerante, mientras que con el TMN ½" presentó un $f'c$ de 227.92 kg/cm² con el 2.5% de acelerante.

3.4. Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas a edad de 07 Días de curado.

Tabla 8.

Resultados de Rotura a Compresión a edad de 07 Días.

Mezcla	Resistencia a la compresión Promedio (kg/cm²)
DM- ¾" AL 0%	207.63
DM- ¾" AL 1.0%	241.81
DM- ¾" AL 2.5%	229.75
DM- ¾" AL 4.0%	217.85
DM- ½" AL 0%	222.86
DM- ½" AL 1.0%	246.76
DM- ½" AL 2.5%	273.17

DM- ½” AL 4.0%	253.42
----------------	--------

Nota: En el concreto endurecido se realizó la prueba de la resistencia a la compresión a edad de 07 días se observó que con el TMN (tamaño máximo nominal) del agregado grueso influye en la resistencia y el aditivo acelerante de igual manera ya TMN ¾” presentó un $f'c$ de 241.81 kg/cm² con el 1.0% de acelerante, mientras que con el TMN ½” presentó un $f'c$ de 273.17 kg/cm² con el 2.5% de acelerante.

3.5. Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas a edad de 28 Días de curado.

Tabla 9.

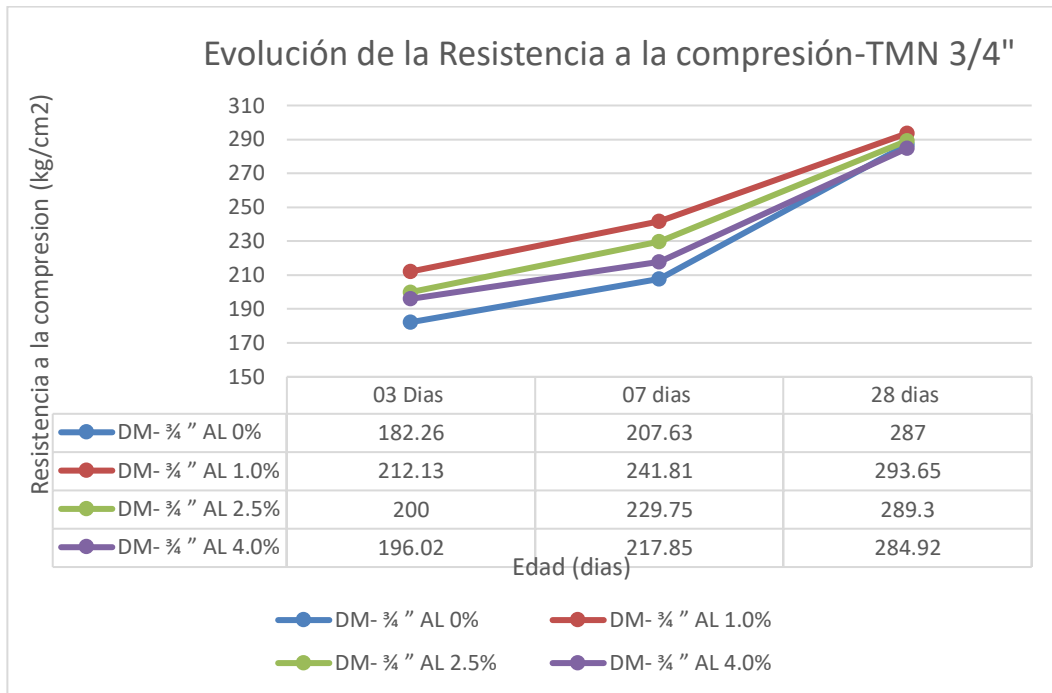
Resultados de Rotura a Compresión a edad de 28 Días.

Mezcla	Resistencia a la compresión Promedio (kg/cm ²)
DM- ¾” AL 0%	287.00
DM- ¾” AL 1.0%	293.65
DM- ¾” AL 2.5%	289.30
DM- ¾” AL 4.0%	284.92
DM- ½” AL 0%	286.81
DM- ½” AL 1.0%	289.22
DM- ½” AL 2.5%	300.44
DM- ½” AL 4.0%	286.66

Nota: En el concreto endurecido se realizó la prueba de la resistencia a la compresión a edad de 28 días se observó que con el TMN (tamaño máximo nominal) del agregado grueso influye en la resistencia y el aditivo acelerante de igual manera ya TMN ¾” presentó un $f'c$ de 293.65 kg/cm² con el 1.0% de acelerante, mientras que con el TMN ½” presentó un $f'c$ de 300.44 kg/cm² con el 2.5% de acelerante.

Figura 2.

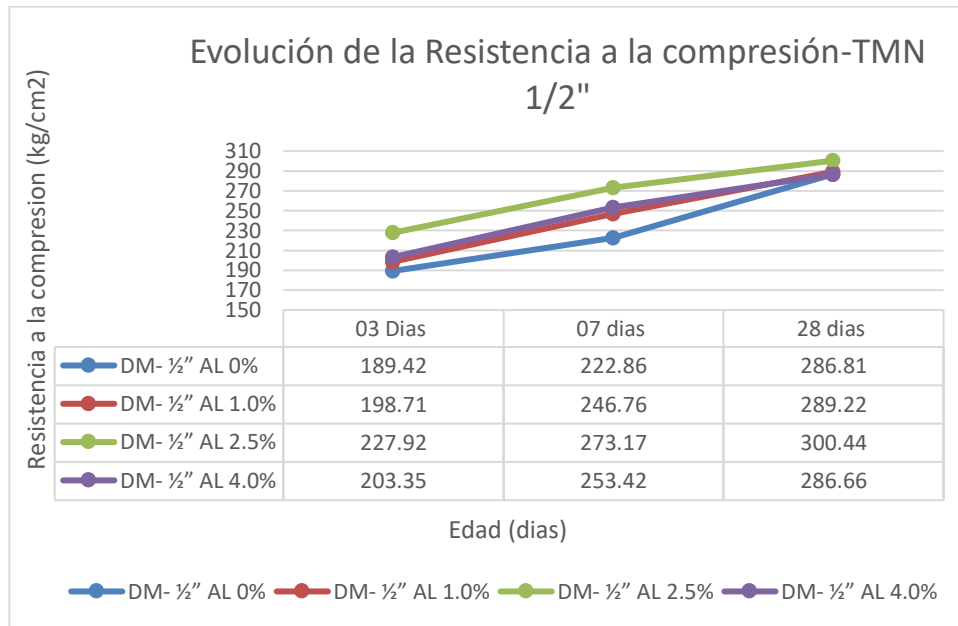
Desarrollo de la Resistencia a la compresión de las probetas- TMN 3/4"



Nota: Se observó que en la evolución de la resistencia a la compresión a través del tiempo con el tamaño máximo nominal de 3/4" de agregado grueso, el acelerante al 1.00% presento un mejor desarrollo.

Figura 3.

Desarrollo de la Resistencia a la compresión de las probetas- TMN 1/2"



Nota: Se observó que el tamaño máximo nominal del agregado grueso 1/2" y acelerante de fragua al 2.5% ayudó a ganar mayor resistencia a la compresión a través del tiempo.

3.6. Ensayos de Succión en Concreto a 28 días.

Tabla 10.

Ensayo de Succión del concreto a edad de 28 días

DM	Absorción final (I)	Velocidad y Succión
DM- 3/4" AL 0%	0.81	22.6
DM- 3/4" AL 1.0%	0.75	23.0
DM- 3/4" AL 2.5%	0.64	21.9
DM- 3/4" AL 4.0%	0.76	23.0
DM- 1/2" AL 0%	0.73	22.6
DM- 1/2" AL 1.0%	0.69	23.5
DM- 1/2" AL 2.5%	0.62	23.5
DM- 1/2" AL 4.0%	0.57	22.3

Nota: Se observó que a mayor tamaño del agregado y menor cantidad de acelerante, el concreto diseñado tiende a absorber mayor cantidad de agua, por lo tanto si buscamos un concreto con ciertas propiedades impermeables debemos trabajar con agregado pequeño y con 2.5% de acelerante.

3.7. Ensayo de Tiempo de Fraguado.

Tabla 11.

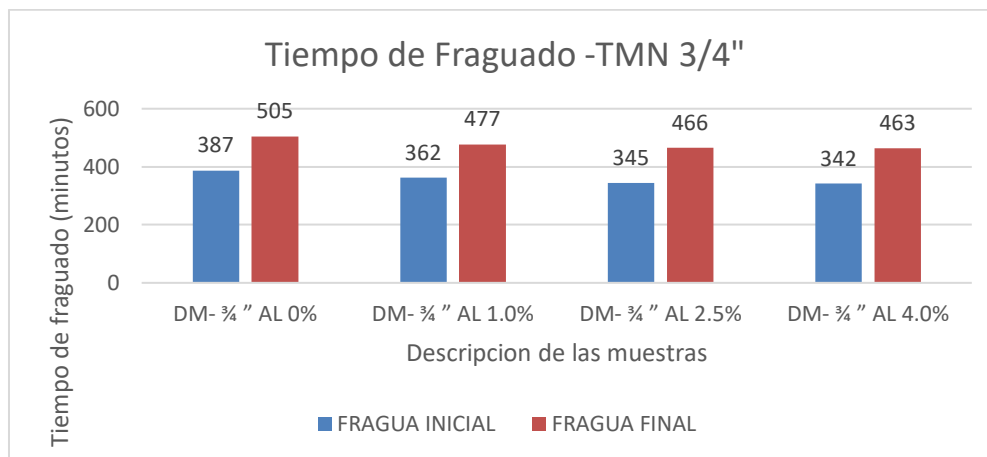
Resultados Tiempo de Fraguado del concreto

DM	Fragua Inicial	Fragua Final
DM- 3/4" AL 0%	6h 27 min	8h. 25 min
DM- 3/4" AL 1.0%	6h 02 min	7h. 57 min
DM- 3/4" AL 2.5%	5h 45 min	7h. 46 min
DM- 3/4" AL 4.0%	5h 42 min	7h. 43 min
DM- 1/2" AL 0%	6h 26 min	8h. 19 min
DM- 1/2" AL 1.0%	5h 44 min	7h. 47 min
DM- 1/2" AL 2.5%	5h 36 min	7h. 46 min
DM- 1/2" AL 4.0%	5h 35 min	7h. 42 min

Nota: Se observó que con el uso del acelerante de fragua los tiempos donde se da el proceso de fragua inicial y fragua final, se ven reducido en comparación con el concreto que no presenta uso de acelerante, notándose que podemos reducir el tiempo de la puesta en servicio sin la necesidad de arriesgar la calidad y resistencia del concreto elaborado.

Figura 4.

Fragua inicial y final del concreto-TMN 3/4"



Nota: Como se observa en la figura se aprecia una disminución en el tiempo de fraguado tanto inicial como final en comparación con el grupo control (concreto sin acelerante), lo que nos indica que se puede reducir tiempos en la puesta en servicio del concreto, magnificando las ganancias.

Tabla 12.
Análisis de Costo por m³ de concreto convencional y sus Variantes de Sikacem

Agregado	Patrón	1.00%	2.50%	4.00%
½"	S/ 479.61	S/ 517.97	S/ 575.50	S/ 633.03
¾"	S/ 479.31	S/ 517.67	S/ 575.20	S/ 632.73

Nota: Como se observa en la tabla el precio por metro cúbico del agregado aumenta, no obstante, es justificado ya que se logra reducir tiempos en la puesta en servicio y de igual forma se reduce costo en el mantenimiento, ya que al usar este acelerante y el tmn seleccionado la permeabilidad del concreto se ve reducida por lo que logramos aumentar la vida útil de la cimentación.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

4.1.1. Sobre los ensayos de caracterización de agregados

Para el desarrollo de la investigación fue necesaria la elaboración de ensayos de laboratorio para la caracterización de los agregados a fin de poder realizar los diseños de mezcla pertinentes. Es por ello que se realizaron ensayos de: Granulometría, Contenido de Humedad, Pesos Unitarios en estado suelto y compactado, Pesos específicos y absorción, para los agregados gruesos (piedra chancada de ½” y de ¾”) y para el agregado fino.

En los análisis elaborados a los agregados gruesos se pudo identificar que el agregado de ¾” presentaba, ligeramente, mayor peso específico y absorción obteniéndose valores de 2660 kg/m³ con 1.71% de absorción; y para el caso del agregado de ½” se encontraron peso específico de 2630 kg/m³ con absorción de 1.63%. Asimismo, existen diferencias en el peso unitario, siendo ligeramente mayor el agregado de ½” debido a que ocupa mayor masa en un volumen, y lógicamente el módulo de finura del agregado de ½” es menor al de ¾”. Los resultados de los agregados muestran que, en términos generales, ambos agregados cumplen las características mínimas requeridas para ser consideradas un agregado grueso, cumpliéndose también los husos granulométricos para cada agregado.

Para el caso del agregado fino los ensayos de laboratorio nos indican que se encontró un módulo de finura un poco bajo, 2.54, el cual indica la presencia de arena fina. Asimismo, se encontraron valores estándar de peso específico y absorción los cuales fueron de 2720 kg/m³ y 1.32%, respectivamente. Dentro de las recomendaciones del ACI, se indica que el agregado grueso puede tener un módulo

de finura entre 2.50 a 3.00. Es por ello que las condiciones del agregado fino cumplieron los requerimientos o recomendaciones de la normativa indicada.

4.1.2. Sobre los ensayos en concreto fresco

Una vez realizados los ensayos de caracterización de materiales, se procedieron a realizar los diseños de mezcla, para lo cual se consideraron dos mezclas patrones con piedra de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ", a las que se le agregó aditivo Sikacem Acelerante en porcentajes de 1.00%, 2.50% y 4.00% los cuales son los rangos indicados en la ficha técnica del producto. Para todas estas mezclas de concreto con diferentes TMN de piedra y adiciones Sikacem Acelerante, se realizaron muestras de concreto a los que, en estado fresco, se realizaron ensayos de temperatura, asentamiento o Revenimiento con cono y peso unitario. Asimismo, se realizaron ensayos de tiempo de fraguado, a fin de conocer el impacto de las adiciones de aditivo en la fragua.

Como se indica en el capítulo de resultados, durante el procedimiento de amasado de concreto, no se evidenció un aumento de temperatura con respecto a la mayor proporción de aditivo, podría indicarse que el aditivo Sikacem Acelerante no afecta la temperatura de la mezcla, lo cual indicaría que es un aditivo estable que no genera que la mezcla libere calor durante el proceso de amasado.

Otro de los ensayos realizados al concreto en estado fresco, se refiere al ensayo de asentamiento en la cual si se puede apreciar diversos cambios con respecto a las mezclas patrón con slump de 4". Para el caso de piedra de $\frac{3}{4}$ " se evidencia que a 2.5% de adición se obtiene un asentamiento de 4 $\frac{1}{4}$ " a diferencia de las otras adiciones que pierden plasticidad llegando a asentamientos de 3": Por el contrario, las mezclas de $\frac{1}{2}$ " aumentan el slump conforme se adiciona el aditivo Sikacem, llegando a obtener slump de 5 $\frac{1}{2}$ ". Estos resultados contradicen lo indicado por antecedentes de la investigación, los cuales señala que a mayor cantidad de aditivo

acelerante menor es el slump del concreto en estado fresco, lo cual resultaba en un problema al momento de preparar concreto, sin embargo, no podemos compararlos, debido a que Sikacem Acelerante es una nueva línea de aditivos, que presenta composición química diferente a los utilizados por nuestros predecesores.

En el caso del ensayo de peso unitario, para todos los diseños de mezcla de concreto con aditivos Sikacem acelerante se registra una tendencia, a que a mayor cantidad de aditivo menor peso unitario, debido al aporte de aditivo dentro del agua de amasado de la mezcla, comportamiento que es normal en la práctica de concreto. Sin embargo, también podemos diferenciar que el peso unitario para las mezclas con agregado de 1/2" presenta ligeramente mayor peso que la de agregado de 3/4", esto se debe a que a menor tamaño máximo nominal de agregado mayor será el acomodo de partículas en el concreto.

Se desarrollaron también ensayos de succión para cada una de las mezclas con agregados de 3/4" y 1/2", con las adiciones de Sikacem acelerante, indicadas anteriormente; como resultado de este ensayo se comprobó que el acelerante no influye en las capacidades de succión de los diseños de mezcla elaborados, por lo que no se considera una propiedad que se haya visto afectada por la presencia del aditivo.

4.1.3. Sobre los ensayos en concreto endurecido

Con la finalidad de conocer el comportamiento del aporte del Aditivo Sikacem Acelerante, se confeccionaron probetas con los distintos diseños de mezcla. Debido a que se trata de un aditivo acelerante se considero factible realizar los ensayos de resistencia a compresión de testigos cilíndricos, a edades tempranas como 03 y 07 días, y posteriormente una rotura a 28 a fin de garantizar los estándares normativos de alcanzar el 100% del $f'c$ a dicha edad.

Para el caso de los ensayos de resistencia a compresión a 03 días, se pudo apreciar un incremento de la resistencia en comparación del concreto patrón. Obteniéndose para el caso de piedra de $\frac{3}{4}$ " que con una adición de Sikacem Acelerante al 1.0% el concreto supera en 29.87 kg/cm², lo cual representa una mejora de 14% de la resistencia a compresión del concreto patrón con agregado grueso de $\frac{3}{4}$ ". Con respecto a las mezclas con agregado grueso de $\frac{1}{2}$ ", para 03 días, se obtuvo con la adición de 2.5% de Sikacem Acelerante la mejor respuesta con 227.92 kg/cm², superando en 38.50 kg/cm² (equivalente al 20% de mejora) al concreto patrón con agregado de $\frac{1}{2}$ ". Según lo señalado, la adición de aditivo Sikacem Acelerante mejorar las propiedades del concreto a edades tempranas, produciendo un mejor desempeño en la mezcla con agregado de $\frac{1}{2}$ ", donde se logró mejorar en 20% las propiedades resistentes.

En los ensayos de resistencia a compresión de probetas cilíndricas pudimos analizar que el comportamiento de las roturas obedecía la tendencia de lo encontrado en las roturas anteriores. Es decir, existía un aumento de la resistencia a compresión para los concretos con adición de aditivos para el caso de agregado de $\frac{3}{4}$ " con 1.00% de Sikacem acelerante, y para el caso de agregado de $\frac{1}{2}$ " con 2.50%. Con ello se pudo determinar que la adición de 1.00% de aditivo para la piedra de $\frac{3}{4}$ ", lograba resistencia de 241.81 kg/cm², lo que representa un 16% más de resistencia frente al concreto patrón; y para el caso de agregado de $\frac{1}{2}$ " con 2.50% de Sikacem Acelerante se obtuvo una resistencia de 273.17 kg/cm², lo que representa una mejora de 23 % con respecto al concreto patrón ensayado a la misma edad. Con lo que se puede inferir, que, sí existe un mejoramiento de las propiedades resistentes del concreto con agregado grueso de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ", que varían entre 16 a 23%, con la aplicación óptima de Sikacem acelerante. Con el resto de adiciones, a edades tempranas, también se logra

un incremento de las propiedades resistentes, que, sin embargo, no ofrecen la misma ganancia que los porcentajes señalados como óptimos.

En el desarrollo de los ensayos de resistencia a compresión de probetas cilíndricas a edad de 28 días, se logró obtener que todas las probetas cilíndricas de concreto superaban el f_c de diseño de 280 kg/cm². Como se indica en la Tabla N° 8 se sigue manteniendo la tendencia de que los diseños de mezcla elaborado con Sikacem Acelerante superan ligeramente en resistencia a los concretos patrones, pero se considera que a edad de 28 días, la resistencia ganada con aditivo ya no es significativa, por lo que Sikacem acelerante, resulta útil para alcanzar resistencia a edades tempranas, a fin de facilitar procesos constructivos como desencofrados o puesta en marcha de pavimentos, de tal manera se garantiza la correcta evolución de las propiedades resistentes de los concretos con acelerantes. No obstante, al igual como se señalaron que existen porcentajes óptimos de aditivos, existen porcentajes que no brindan ningún aporte a la mezcla, por ejemplo, en el caso de las adiciones al 4%, para ambos agregados, se puede apreciar que las resistencias a 28 días se encuentran ligeramente por debajo de la patrón, con lo cual nos sugiera, que el abusar de aditivos en la mezcla de concreto no nos garantiza un concreto resistente, es por ello que se recomienda realizar siempre las evaluaciones de las dosificaciones correctas de un aditivo.

Como era de esperarse la resistencia a compresión de los elementos cilíndricos con agregado grueso de ½” lograron resistencias superiores a edades tempranas en comparación con el agregado de ¾”. Esto esta referido al proceso de fraguado de cada mezcla. Es decir, en los elementos cilíndricos que contaban con piedra de ¾”, existe mayor liberación de calor debido a que la piedra grande presenta

mayor cantidad de poros, dando pase a microfisuración interna lo cual produce que la resistencia descienda cuando utilizamos aditivos acelerantes en piedras grandes.

4.1.4. Sobre los ensayos de tiempo de fraguado

Los ensayos de tiempo de fraguado, se realizaron con la finalidad determinar la influencia de las adiciones de aditivo en la duración de la fragua inicial y final del concreto. Se logro determinar que, el aditivo SIKACEM ACELERANTE, reduce en los tiempos de fraguado inicial y final de las mezclas de concreto para ambos tamaños de agregado. De esta manera, tomando en cuenta también, los ensayos de resistencia, se obtuvieron porcentaje óptimos de aditivo que reducen el tiempo de fragua de manera considerable. Para el caso de la mezcla con piedra de ½” se logró reducir de 6h 27 min (387 min) a 5h 45 min (345 min) la fragua inicial, lográndose una reducción de 12.17%.; con los porcentajes de 1% y 4%, se obtuvieron diferencias no tan notables, lográndose reducir el tiempo de fragua inicial para la de 1% en 26min y para el caso del 4% en 3 minutos menos que la mezcla de 2.5%, con lo que consideramos que al 2.5% el concreta presenta un mejor desempeño que sus adversarios. Para los ensayos con piedra de ¾” se obtuvo que el porcentaje óptimo de aditivo corresponde al 1%, el cual logro una reducción de 6h 26 min a 5h 44 min, reduciendo considerablemente el tiempo de fragua en 12.21%, para los porcentajes de 2.5% y 4%, el tiempo de fragua continua en descenso, sin embargo, no logra una diferencia abismal, con respecto al concreto con 2.5% de Sikacem Acelerante.

Otro parámetro que se pudo apreciar fue el calor liberado, que para las mezclas de concreto con adiciones de Sikacem acelerante con agregado de ¾”, era de mayor intensidad que la mezcla con agregado de ½”; de esta manera se afirma que los agregados de mayor tamaño máximo nominal presentan mayor cantidad de poros

lo que deriva en una concentración mayor de calor, por lo que podrías generarse micro fisuras dentro del concreto, haciéndolo más susceptible a fallas.

De nuestra investigación, podemos indicar que se encontraron diferencias entre los diseños de mezcla de concreto con agregado grueso de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ", fundamentalmente en los porcentajes óptimos de aplicación del aditivo Sikacem Acelerante, asimismo, se obtuvo mayor ganancia en la resistencia a la compresión con agregado de $\frac{1}{2}$ " conociéndose que este agregado presenta un mejor acomodamiento en las moldes cilíndricos de concreto (caso similar en los encofrados de los diversos elementos estructurales como cimentaciones), adicionalmente, la piedra de $\frac{1}{2}$ por ser un material menos poroso libera menos energía que su competencia, minimizando los daños por microfisuración cuando se adiciona aditivos acelerantes.

4.1.5. Contrastación con la hipótesis y antecedentes.

Dentro de la investigación se indicó como hipótesis que el uso del aditivo de acelerante de fragua y el tamaño máximo nominal del agregado grueso influyen de manera positiva en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $f'c$ 280 kg/cm², y en respuesta a dicha afirmación se puede decir que las propiedades físicas difieren ligeramente en comparación al concreto convencional, específicamente las propiedades afectadas son las de peso unitario del concreto en estado fresco, y la relación del aditivo con la trabajabilidad del mismo. Se encontró que, a menor diámetro o tamaño máximo nominal del agregado, mejor será la respuesta resistente del concreto. Debido a que el material granular grueso presente mayor cantidad de poro que facilita la retención de calor, liberándose durante el tiempo de fragua, que resulta en microfisuración del concreto.

Según Pasquel (1993), en su libro Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú, señala que, en el caso de la resistencia a compresión a 28 días, la aplicación de aditivos acelerantes tiene una particularidad la cual indica que los aditivos provocan un aumento en las resistencias iniciales en comparación con un concreto normal (Pasquel, 1993) pero que por lo general a 28 días producen menor resistencia. Y que mientras más acelerante se emplee para lograr una mayor resistencia inicial, se sacrifica la resistencia a largo plazo. Asimismo, Pasquel señala que el uso de acelerantes aumenta la contracción por secado y consecuentemente, la fisuración del concreto si no es bien curado. Todo lo indicado, tiene sustentación en la investigación realizada, por lo que los resultados obtenidos armonizan con la teoría indagada.

Como señala Cogollo y Morales (2020), se evidencia que, a menor tamaño máximo nominal, mayor será el requerimiento de aditivo debido a que tienen mayor superficie específica, esto ocurre de igual con nuestra investigación en la cual se consiguieron óptimos contenidos de 1.00% y 2.50% para agregados de $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ", respectivamente.

En la investigación de Taico (2012), en sus conclusiones, nos indica que existe una relación entre el tamaño máximo nominal del agregado y la resistencia a la compresión del concreto. el cual es inversamente proporcional, indicando que a menor diámetro de agregado mayor resistencia alcanzará. Para nuestro caso, se obtuvo que el concreto con agregado de $\frac{1}{2}$ " tuvo mejor comportamiento que la mezcla con agregado de $\frac{3}{4}$ ", cumpliéndose dicho argumento.

Huamani y Solón (2019), indican que con la aplicación de Sikarapid 1, el tiempo de fraguado con el óptimo contenido de aditivo se reduce en 30%, dicho aspecto no se cumplió en nuestro caso, debido a que los ensayos de tiempo de

fraguado no registran una gran reducción del tiempo de fraguado, solo se logra reducir el tiempo en 4-5%.

Al igual que Tinez (2018), se logró comprobar en nuestra investigación que el acelerante Sikacem logra mejorar las propiedades resistentes a edades tempranas, tanto en aditivos en polvo como el que uso en su investigación como en acelerantes líquidos como el usado en la nuestra.

Como indica Floriano (2018), en su investigación nos indica que presenta ganancia en la resistencia, en nuestro caso, se obtuvieron ganancias de resistencia que varían entre 16 a 23%, corroborándose que el aditivo aporta a la resistencia inicial del concreto, dependiendo del TMN del agregado grueso, se requerirá de mayor aditivo y el mejor desempeño se logra con menor diámetro de piedra. En consecuencia, se indica que nuestra investigación se logran mejorar las propiedades resistentes, se recomienda la utilización de piedra de menor diámetro cuando se utilizan aditivos como el Sikacem, a fin de garantizar que las estructuras de concreto no sufran de patologías inherentes al trabajo con aditivos. Se debe acotar, que siempre se necesitara de diseño de mezcla e investigación de los materiales que componente la mezcla de concreto, pues como se ha puesto en evidencia, puede haber variaciones de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

4.1.6. Validación de la Hipótesis mediante la estadística

Se evaluó los resultados de resistencia a la compresión del concreto patron y sus adiciones de Sikacem acelerante y el TMN de $\frac{3}{4}$ ", mediante la prueba de Shapiro Wilk para ver la normalidad de estos, en donde se obtuvo que a las edades de 03, 07 y 28 días los resultados presentaron una distribución normal.

Tabla 13.
Prueba de normalidad a 03 días del concreto con TMN de 3/4"

DATOS		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
RESULTADOS	Patron tmn 3/4	,949	3	,564
A 3 DIAS	Patron tmn 3/4 + 1.0% acelerante	,953	3	,583
	Patron tmn 3/4 + 2.5% acelerante	,990	3	,811
	Patron tmn 3/4 + 4.0% acelerante	,876	3	,312

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14.
Prueba de normalidad a 07 días del concreto con TMN de 3/4"

DATOS		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	sig.
RESULTADOS	Patron tmn 3/4	,991	3	,814
7 DIAS	Patron tmn 3/4 + 1.0% acelerante	,906	3	,383
	Patron tmn 3/4 + 2.5% acelerante	,982	3	,769
	Patron tmn 3/4 + 4.0% acelerante	,856	3	,378

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15.
Prueba de normalidad a 28 días del concreto con TMN de 3/4"

DATOS		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	ig.
RESULTADOS	Patron tmn 3/4	,898	3	,379
28 DÍAS	Patron tmn 3/4 + 1.0% acelerante	,909	3	,416
	Patron tmn 3/4 + 2.5% acelerante	,999	3	,940
	Patron tmn 3/4 + 4.0% acelerante	,925	3	,471

Fuente: Elaboración Propia

Para los resultados evaluados a la edad de 03, 07 y 28 días del concreto patrón y el concreto con distintos % de Sikacem Acelerante y TMN de 1/2” se observó que la significancia para todos los análisis es mayor al 0.05 por lo que se rechaza la Hipótesis nula (H_0), concluyendo que los resultados de resistencia a la compresión de los testigos de concreto evaluados a 03.07 y 28 días si presentan una distribución normal.

Tabla 16.

Prueba de normalidad a 03 días del concreto con TMN de 1/2”

DATOS		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	sig.
RESULTADOS	Patron tmn 1/2	,819	3	,160
3 DIAS	Patron tmn 1/2 + 1.0% acelerante	,902	3	,392
	Patron tmn 1/2 + 2.5% acelerante	,938	3	,520
	Patron tmn 1/2 + 4.0% acelerante	,843	3	,223

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17.

Prueba de normalidad a 07 días del concreto con TMN de 1/2”

DATOS		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	sig.
	Patron tmn 1/2	,897	3	,375
RESULTADOS	Patron tmn 1/2 + 1.0% acelerante	,845	3	,227
7 DIAS	Patron tmn 1/2 + 2.5% acelerante	,927	3	,476
	Patron tmn 1/2 + 4.0% acelerante	,874	3	,306

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18.
Prueba de normalidad a 28 días del concreto con TMN de ½”

DATOS		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	sig.
RESULTADOS	Patron tmn 1/2	,998	3	,926
28 DIAS	Patron tmn 1/2 + 1.0% acelerante	,949	3	,564
	Patron tmn 1/2 + 2.5% acelerante	,771	3	,347
	Patron tmn 1/2 + 4.0% acelerante	,851	3	,242

Fuente: Elaboración Propia

La confiabilidad de los resultados tiene una gran relevancia (Nunnally Y Berstein, en Hogan,2004), nos dice que si la prueba implica tomar decisiones sobre una persona (selección de personal, licencia para ejercer una profesión) se requiere como mínimo un 90% aceptable y un 95% como norma deseable), si el uso es para investigación se requiere de una confiabilidad moderada (80% se considera adecuada). Kaplan y Sacuzzo (en Hogan, 2004) señalan que la confiabilidad en rango del 70% y 80% es lo suficientemente buena para cualquier propósito de investigación.

Tabla 19.

Grado confiabilidad de la resistencia a la compresión del concreto y TMN 3/4"

TMN 3/4"	RESULTADOS f_c % de Sikacem Acelerante										
	Porcentajes	03 días			07 días			28 días			
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
PATRON	185.2	181.56	180.01	202.96	207.56	212.37	288.9	284.13	287.94	2030.67	
1.0% Acelerante	211.78	213.67	210.94	241.66	242.16	241.61	292.1	294.73	294.13	2242.76	
2.5% Acelerante	202.55	200.31	197.14	226.04	235.61	227.61	289.3	288.55	290.01	2157.14	
4.0% Acelerante	195.39	194.89	197.77	218.45	223.07	212.03	284.4	284.71	285.65	2096.35	
	94.778	132.55	120.61	194.41	174.32	150.07	7.61	17.848	9.7337		
					901.935375						
					6109.54925						
										$\alpha=$ 0.96	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20.

Grado confiabilidad de la resistencia a la compresión del concreto y TMN 1/2"

TMN 1/2"	RESULTADOS f_c % de Sikacem Acelerante										
	Porcentajes	03 días			07 días			28 días			
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
PATRON	194.64	187.20	186.44	223.76	224.71	220.10	287.68	286.85	285.90	2097.28	
1.0% Acelerante	199.05	197.66	199.43	243.76	247.95	248.57	287.68	290.39	289.58	2204.07	
2.5% Acelerante	224.01	230.82	228.93	270.90	276.32	272.29	297.63	301.79	301.91	2404.6	
4.0% Acelerante	210.73	198.91	200.41	250.22	251.62	258.42	287.05	286.03	286.91	2230.3	
	129.81	266.75	240.85	283	334.84	365.92	19.42	39.591	40.947		
					1721.129362						
					12176.35225						
										$\alpha=$ 0.97	

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de la varianza (anova), este método nos permite aceptar o rechazar la hipótesis del trabajo de investigación, evaluando que tanta incidencia presenta los % de Sikacem Acelerante en la resistencia a la compresión del concreto a edad de 28 días.

Tabla 21.

Anova de un factor a 28 días y TMN 1/2"

Resultados a 28 días TMN- 1/2"			
DATOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
PATRON TMN 1/2 + 4.0% ACELERANTE	3	286,6633	
PATRON TMN 1/2	3	286,8100	
PATRON TMN 1/2 + 1.0% ACELERANTE	3	289,2167	
PATRON TMN 1/2 + 2.5% ACELERANTE	3		300,4433

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22.

Anova de un factor a 28 días y TMN 3/4"

RESULTADOS a 28 días TMN- 3/4"				
DATOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
PATRON TMN 3/4 + 4.0% ACELERANTE	3	284,9167		
PATRON TMN 3/4	3	287,0033	287,0033	
PATRON TMN 3/4 + 2.5% ACELERANTE	3		289,2933	
PATRON TMN 3/4 + 1.0% ACELERANTE	3			293,6467

Fuente: Elaboración Propia

Implicancias

Una de las implicaciones mas resaltantes es para la aplicación de estructuras de cimentación debido a que el uso del acelerante generó que el concreto diseñado presente

menos permeabilidad, por lo que resulta en un concreto mas favorable para las estructuras en contacto con el suelo puesto que el mismo suelo tiende a tener humedad; otra implicancia dada en el proyecto es que el uso del plastificante como una variable constante (es decir intervino solo para brindar trabajabilidad a la mezcla), no se comportó de una manera esperada por lo que implicó que las resistencias no tiendan a ser tan grandes, no obstante se observó el trabajo netamente del acelerante.

Limitaciones.

Como limitante tenemos el clima de donde se desarrolló el proyecto ya que es un clima medio (entre 21 a 28 grados) , por lo que no fue necesario de técnicas alternas para el correcto desarrollo del concreto , en caso aplicar esta investigación en sitios con climas muy calidos o fríos, debe realizarse la verificación de los porcentajes y resistencias obtenidas.

Una limitante en el desarrollo de la investigación fue que si se desea conocer como seria el trabajo del aditivo con tamaño de piedra superior a $\frac{3}{4}$ " se debe usar probetas de 15 cm x 30 cm ya que en probetas pequeñas el tamaño máximo para un buen acomodo de los agregados es de $\frac{3}{4}$ " a 1".

4.2 Conclusiones y Recomendaciones

4.2.1. Conclusiones

- Se determinó que el aditivo SikaCem Acelerante influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional $f'c$ 280 kg/cm². De esta manera se obtuvo que el aditivo logra mejorar las propiedades resistentes del concreto, obteniéndose dos contenidos óptimos de aditivos de 1.00% y 2.50% para los tamaños máximo nominales de ¾” y ½”, respectivamente.

- Se realizó la caracterización de los agregados, bajo los criterios normativos NTP, con lo que se realizaron los diseños de mezcla de concreto con adiciones porcentuales de Sikacem Acelerante, se obtuvieron valores convencionales de los agregados encontrándose dentro de los valores teóricos y cumpliendo los husos granulométricos para cada condición.

- Se realizaron ensayos del concreto en estado fresco, obteniéndose que no existe variación en la temperatura durante la confección del concreto, asimismo, existe una ligera variación descendiente en el peso unitario, es decir a mayor cantidad de aditivo, menor peso unitario del concreto. Se logro determinar que el concreto con TMN de ½”, tuvo mayor slump al utilizarse el aditivo.

- Se determinó que el porcentaje ideal para la piedra de ½” es de 2.50% que, a edades de 03, 07 y 28 días, se obtuvieron resistencia de 227.92 kg/cm², 273.17 kg/cm² y 300.44 kg/cm², respectivamente. Logrando que en todos los casos tuvieran resistencias superiores al concreto patrón.

- Se determinó que el porcentaje ideal para la piedra de ¾” es de 1.00% que, a edades de 03, 07 y 28 días, se obtuvieron resistencia de 212.13 kg/cm², 241.81 kg/cm² y 293.65 kg/cm², respectivamente. Logrando que en todos los casos tuvieran resistencias superiores al concreto patrón.

- Se determinó que existe reducción de tiempo de fraguado para el agregado de $\frac{1}{2}$ " se logró reducir un 12.17% en el tiempo de fragua final del concreto, y para el agregado de $\frac{3}{4}$ " se logró reducir un 12.21% en el tiempo de fraguado final, a comparación con los resultados de investigaciones predecesoras se observó una tendencia de reducción en el tiempo de endurecimiento del concreto.
- Se evaluó los costos por m³ del concreto diseñado, en donde se observó que no había mucha variación en el costo cuando se trabaja con otro TMN de agregado grueso, llegando a la conclusión que para el porcentaje óptimo de 2.50% de Sikacem acelerante y con un tamaño máximo nominal de $\frac{1}{2}$ " el costo de producción por metro cubico es de S/.578.82 soles.

4.2.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar siempre una evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, para la correcta elaboración de los diseños de mezcla.
- Se recomienda como continuación de esta investigación, indagar sobre la influencia de agregado de menor diámetro en las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido.
- Se recomienda continuar las investigaciones sobre las influencias de diversos aditivos de la línea Sikacem, la cual nos ofrece acelerantes, plastificantes, retardantes, etc.
- Se recomienda siempre agenciarse de bibliografía y normativas que permitan desarrollar de manera idónea cada uno de los pasos del método científico, a fin de garantizar la calidad de la investigación.

REFERENCIAS

- Cachay Rivera, S., & Mogrovejo Alvarez, M. (2019). *Influencia del aditivo sika viscoconcreto-40 HE con relaciones A/C menores a 0.50, en su tiempo de fraguado y resistencia a la compresion para una rapida puesta en servicio*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Cogollo Novoa, G., & Morales Velez, C. E. (2020). *Analisis de la incidencia del tamaño maximo nominal del agregado grueso siliceo en las dosificaciones del aditivo superplastificante en el concreto*. Cartagena: Universidad de Cartagena .
- De Los Santos Rodriguez , E. U. (2012). *efecto sinergico de un afente de curado interno y un aditivo reductor de la retraccion en el incremento de la durabilidad de concretos de alto desempeño expuestos a un ambiente industrial* . Mexico : Universdiad Autonoma de Nuevo Leon.
- Floriano Valerio, A. F. (2018). *Resistencia a la compresion de un concreto,utilizando aditivo acelerante Z fragua No 5, cemento portland compuesto tipo ICO y agregado de cantera de la ciudad de trujillo*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo .
- Helman, J. (1948). *Farmacotecnia teórica y práctica*. México: CECSA.
- Huamaní Alcalde, D. M., & Solon Reyes, L. A. (2019). *Influencia de los aditivos acelerantes de fragua sobre la resistencia a la compresion y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima calido trujillo,2019* . Trujillo: Universidad Privada del Norte .
- NTP 339.185. (2009). *Agregados.Metodo de ensayo normalizado para contenido total de humedad evaporable en agregados por secado* . Lima: Inacal .
- NTP 400.012 . (2001). *Analisis granulometrico del agregado fino grueso y global*. Lima: Comision de Reglamentos Tecnicos y Comerciales-Indecopi .
- NTP 400.012. (2014). *Agregados. Analisis granulometrico del agregado fino,grueso y global* . Lima: Inacal.
- NTP339.033. (2015). *Practica Normalizada para la elaboracion y curado de especimenes de concreto* . Lima: Direccion de Normalizacion Inacal .

- NTP339.034. (2008). *Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la compresion de concreto* . Lima: Comision de Reglamentos tecnicos y comerciales- Indecopi .
- NTP400.017. (2011). *Metodo de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y vacios en los agregados*. Lima: Comision de Reglamentos tecnicos y comerciales INDECOPI .
- NTP400.021. (2002). *Metodo de ensayo normalizado para peso especifico y absorcion del agregado grueso*. Lima: Comision de Reglamentos Tecnicos y comerciales-Indecopi
- Pasquel Carbajal, E. (1993). *Temas de la tecnologia del concreto en el Peru* . Lima: Colegio de Ingenieros del Peru .
- Peralta Garica, M. A. (2019). *Evaluacion de la incidencia del tamaño maximo nominal del agregado grueso en los resultados de los ensayos de resistencia a compresion del concreto empleando cilindros de diferentes* . Barranquilla: Universidad de la Costa .
- Rubio Jacobo, L. A. (2014). *Manual de Estadistica*. Lima : Universidad Privada del Norte.
- Sanchez Muñoz, F., & Tapia Medina, R. D. (2015). “*RELACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO A EDADES DE 3, 7, 14, 28 Y 56 DIAS RESPECTO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO A EDAD DE 28 DIAS*”. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Taico Lezama, P. E. (2020). *Influencia del tamaño maximo nominal del agregado grueso en la resistencia y costo del concreto, teniendo en cuenta 3 métodos de diseño de mezclas*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Tinez Ruiz, S. A. (2018). *Resistencia a la compresion de un concreto, elaborado con cemento portland tipo I y aditivo SikaCem-1 acelerante en polvo*. Trujillo : Universidad Cesar Vallejo .
- Unicon. (2019). Obtenido de <https://www.unicon.com.pe>
- Universidad Centroamericana José Simeon Cañas. (2007). *Determinación del tiempo de fraguado inicial y final del concreto*. San Salvador: Universidad Centroamericana José Simeon Cañas.

Zegarra Agip, A., & Zegarra Suarez, J. (2016). *Estudio del nivel de efectividad de los aditivos acelerantes de fragua marca sika-3 y chema-5 en concretos aplicables a zona alto andinas de la region Lambeyeque*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.

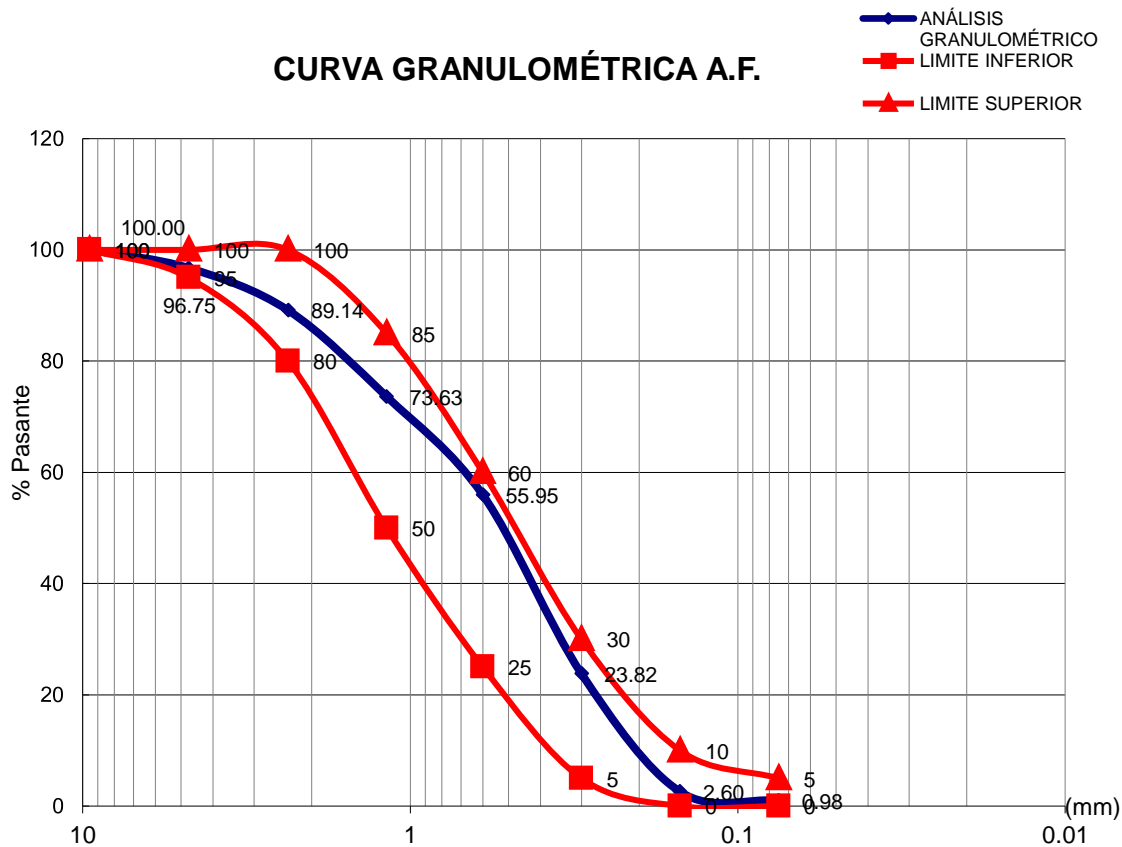
ANEXOS

ANEXO N° 01. Caracterización de Materiales.

1. Hojas de Cálculo de Caracterización de Agregados fino

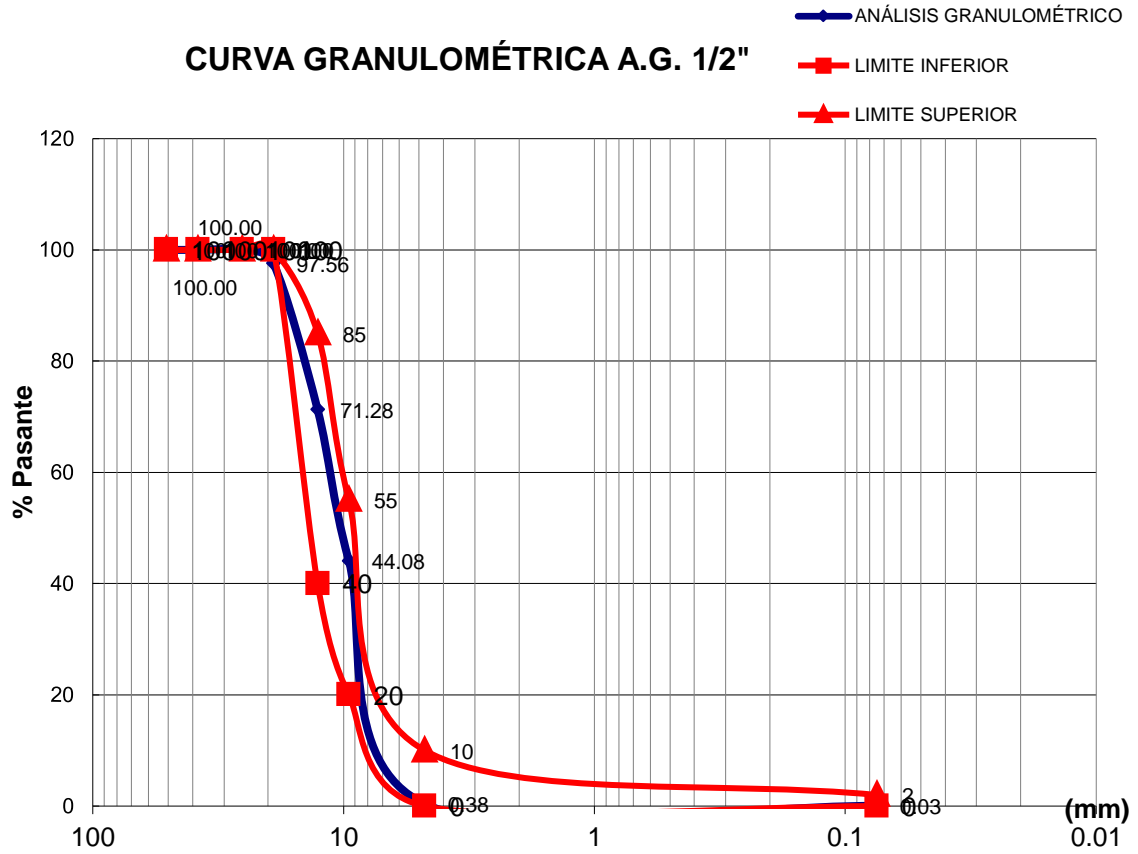
AGREGADO FINO				
Contenido de humedad	2.61			
Peso natural de la muestra (gr)		396.40		
Peso de la muestra seca (gr)		386.30		
Peso específico	2.72		Absorción	1.32
Peso de la fiola + agua + muestra (gr)		1,015.6		
Peso de la fiola + agua (gr)		705.9		
Peso de la muestra s.s.s. (gr)		500.0		
Peso de la muestra seca (gr)		493.5		
Peso unitario suelto	1,465			
	M 01	M 02	M 03	
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070	
Peso de la tara (kg)	12.094	12.094	12.094	
Peso del agregado + tara (kg)	22.36	22.29	22.33	
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,470	1,460	1,466	
Peso unitario compactado	1,693			
	M 01	M 02	M 03	
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070	
Peso de la tara (kg)	12.094	12.094	12.094	
Peso del agregado + tara (kg)	23.91	23.92	23.92	
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,692	1,693	1,693	

CURVA GRANULOMÉTRICA A.F.



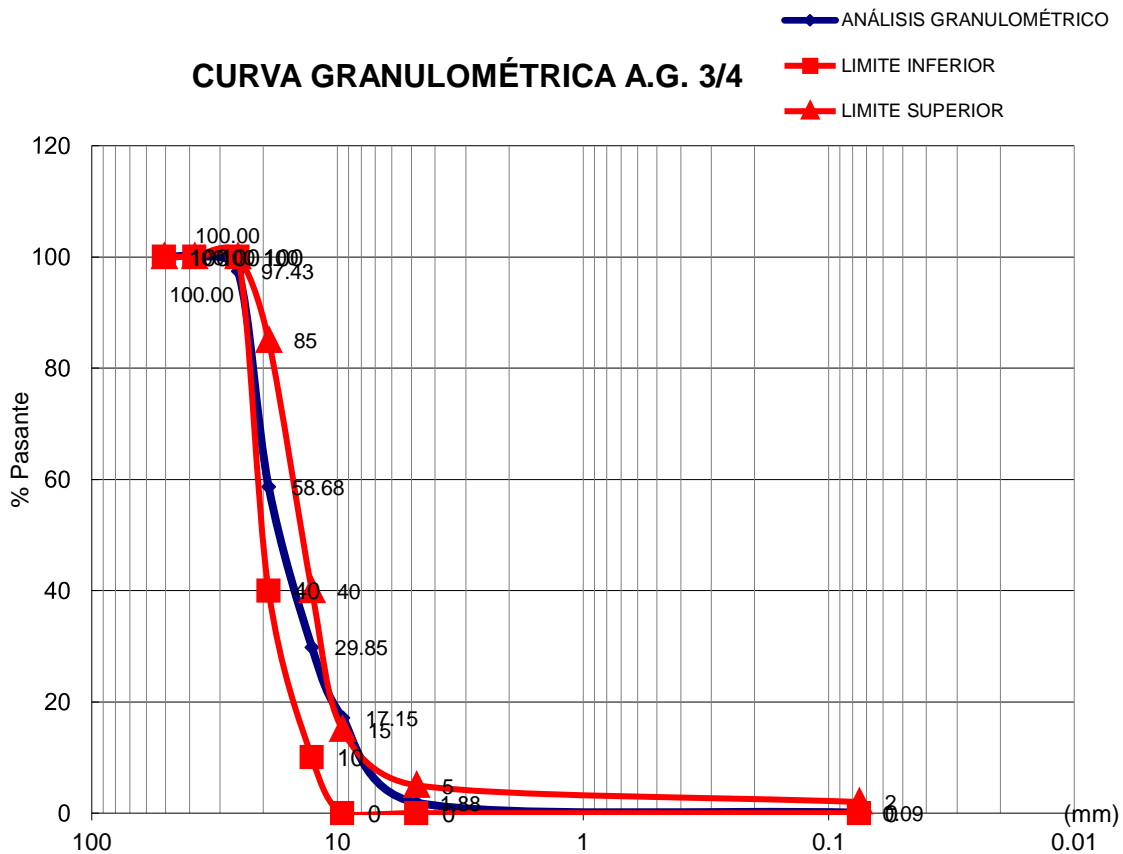
2. Hojas de Cálculo para Caracterización de Agregados gruesos de 1/2"

AGREGADO GRUESO 1/2"			
Contenido de humedad	0.42		
Peso natural de la muestra (gr)	1,090.2		
Peso de la muestra seca (gr)	1,085.6		
Peso específico	2.63	Absorción	1.63
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	941.0		
Peso de la muestra seca (gr)	925.9		
Peso de la muestra sumergida (gr)	589.0		
Peso unitario suelto	1,508		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.094	12.094	12.094
Peso del agregado + tara (kg)	22.46	22.76	22.66
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,485	1,527	1,513
Peso unitario compactado	1,613		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.094	12.094	12.094
Peso del agregado + tara (kg)	23.43	23.36	23.28
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,623	1,613	1,603



3. Hojas de Cálculo para Caracterización de Agregados gruesos de 3/4"

AGREGADO GRUESO 3/4"			
Contenido de humedad	0.52		
Peso natural de la muestra (gr)	934.7		
Peso de la muestra seca (gr)	929.9		
Peso específico	2.66	Absorción	1.71
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	1,432.0		
Peso de la muestra seca (gr)	1,407.9		
Peso de la muestra sumergida (gr)	903.0		
Peso unitario suelto	1,505		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m³)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.094	12.094	12.094
Peso del agregado + tara (kg)	22.65	22.59	22.57
Peso unitario bruto (kg/m³)	1,511	1,504	1,500
Peso unitario compactado	1,606		
	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m³)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.086	12.086	12.086
Peso del agregado + tara (kg)	23.24	23.27	23.40
Peso unitario bruto (kg/m³)	1,597	1,602	1,620



2. Hojas de Cálculo para Ensayos de Resistencia a compresión

Hoja de cálculo de resistencia a compresión a 03 días.

Mezcla	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg-f)	F' _c (Kg/ cm ²)	Fecha de elaboración	Fecha de rotura
DM- ¾" AL 0%	1	10.07	79.6	14750	185.20		
	2	10.07	79.6	14460	181.56	27/09/2021	30/09/2021
	3	10.06	79.5	14308	180.01		
DM- ¾" AL 1.0%	1	10.05	79.3	16800	211.78		
	2	10.05	79.3	16950	213.67	28/09/2021	01/10/2021
	3	10.04	79.2	16700	210.94		
DM- ¾" AL 2.5%	1	10.06	79.5	16100	202.55		
	2	10.05	79.3	15890	200.31	29/09/2021	02/10/2021
	3	10.06	79.5	15670	197.14		
DM- ¾" AL 4.0%	1	10.05	79.3	15500	195.39		
	2	10.05	79.3	15460	194.89	29/09/2021	02/10/2021
	3	10.06	79.5	15720	197.77		
DM- ½" AL 0%	1	10.05	79.3	15440	194.64		
	2	10.05	79.3	14850	187.20	30/09/2021	03/10/2021
	3	10.04	79.2	14760	186.44		
DM- ½" AL 1.0%	1	10.05	79.3	15790	199.05		
	2	10.05	79.3	15680	197.66	30/09/2021	03/10/2021
	3	10.05	79.3	15820	199.43		
DM- ½" AL 2.5%	1	10.05	79.3	17770	224.01		
	2	10.05	79.3	18310	230.82	01/10/2021	04/10/2021
	3	10.05	79.3	18160	228.93		
DM- ½" AL 4.0%	1	10.06	79.5	16750	210.73		
	2	10.06	79.5	15810	198.91	01/10/2021	04/10/2021
	3	10.06	79.5	15930	200.41		

Fuente: Elaboración propia.

Hoja de cálculo de resistencia a compresión a 07 días.

Mezcla	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg-f)	F ['] c (Kg/ cm ²)	Fecha de elaboración	Fecha de rotura
DM- ¾ AL 0%	1	10.05	79.3	16100	202.96		
	2	10.03	79.0	16400	207.56	27/09/2021	04/10/2021
	3	10.03	79.0	16780	212.37		
DM- ¾ AL 1.0%	1	10.05	79.3	19170	241.66		
	2	10.05	79.3	19210	242.16	28/09/2021	05/10/2021
	3	10.03	79.0	19090	241.61		
DM- ¾ AL 2.5%	1	10.03	79.0	17860	226.04		
	2	10.05	79.3	18690	235.61	29/09/2021	06/10/2021
	3	10.04	79.2	18020	227.61		
DM- ¾ AL 4.0%	1	10.03	79.0	17260	218.45		
	2	10.04	79.2	17660	223.07	29/09/2021	06/10/2021
	3	10.05	79.3	16820	212.03		
DM- ½ AL 0%	1	10.03	79.0	17680	223.76		
	2	10.04	79.2	17790	224.71	30/09/2021	07/10/2021
	3	10.05	79.3	17460	220.10		
DM- ½ AL 1.0%	1	10.03	79.0	19260	243.76		
	2	10.04	79.2	19630	247.95	30/09/2021	07/10/2021
	3	10.03	79.0	19640	248.57		
DM- ½ AL 2.5%	1	10.05	79.3	21490	270.90		
	2	10.05	79.3	21920	276.32	01/10/2021	08/10/2021
	3	10.05	79.3	21600	272.29		
DM- ½ AL 4.0%	1	10.03	79.0	19770	250.22		
	2	10.05	79.3	19960	251.62	01/10/2021	08/10/2021
	3	10.05	79.3	20500	258.42		

Fuente: Elaboración propia.

Hoja de cálculo de resistencia a compresión a 28 días.

Mezcla	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg-f)	F'c (Kg/ cm ²)	Fecha de elaboración	Fecha de rotura
DM- $\frac{3}{4}$ ” AL 0%	1	10.03	79.0	22830	288.94		
	2	10.01	78.7	22360	284.13	27/09/2021	25/10/2021
	3	10.01	78.7	22660	287.94		
DM- $\frac{3}{4}$ ” AL 1.0%	1	10.05	79.3	23170	292.08		
	2	10.05	79.3	23380	294.73	28/09/2021	26/10/2021
	3	10.03	79.0	23240	294.13		
DM- $\frac{3}{4}$ ” AL 2.5%	1	10.03	79.0	22860	289.32		
	2	10.05	79.3	22890	288.55	29/09/2021	27/10/2021
	3	10.04	79.2	22960	290.01		
DM- $\frac{3}{4}$ ” AL 4.0%	1	10.03	79.0	22470	284.39		
	2	10.04	79.2	22540	284.71	29/09/2021	27/10/2021
	3	10.05	79.3	22660	285.65		
DM- $\frac{1}{2}$ ” AL 0%	1	10.03	79.0	22730	287.68		
	2	10.04	79.2	22710	286.85	30/09/2021	28/10/2021
	3	10.05	79.3	22680	285.90		
DM- $\frac{1}{2}$ AL 1.0%	1	10.03	79.0	22730	287.68		
	2	10.04	79.2	22990	290.39	30/09/2021	28/10/2021
	3	10.03	79.0	22880	289.58		
DM- $\frac{1}{2}$ ” AL 2.5%	1	10.05	79.3	23610	297.63		
	2	10.05	79.3	23940	301.79	01/10/202	29/10/2021
	3	10.05	79.3	23950	301.91		
DM- $\frac{1}{2}$ ” AL 4.0%	1	10.03	79.0	22680	287.05		
	2	10.05	79.3	22690	286.03	01/10/2021	29/10/2021
	3	10.05	79.3	22760	286.91		

Fuente: Elaboración propia.

3. Hojas de cálculo de Ensayos de tiempo de fraguado.



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (NTP 339.082:2001)									
TRAZABILIDAD DE LA MUESTRA				DATOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO:				DOSIFICACION:	
Muestra : P 1/2", Patrón (Trujillo) Procedencia : Laboratorio Tipo de Cemento : Pacasmayo, Tipo Ico Fecha Ensayo : Set-21 Hora Inicio : 09:00 Tecnico Responsable : ATEV				Slump Inicial : 4 pulg T° Concreto : 22.6 °C T° Mortero : 22.6 °C T° Ambiente : 22 °C				Cemento ICo - Pacasmayo : 416 kg Agua : 229 kg AF (Milagro) : 819 kg AG (Milagro) : 861 kg Sikacem Acelerante (0.00%) : 0.00 kg	
Mezcla Patrón									
Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (PSI)
		M 1	M 2	M 3	Prom	N° Aguja	Diámetro (Pulg)	Area Contacto (Pulg ²)	
9:00	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0
13:30	270	68			68	1	1.128	1.000	68
14:30	330	78			78	2	0.798	0.500	156
15:00	360	80			80	3	0.564	0.250	320
16:00	420	90			90	4	0.357	0.100	900
16:30	450	92			92	5	0.252	0.050	1840
17:30	510	96			96	6	0.178	0.025	3840

RESULTADOS		TIEMPO DE FRAGUA INICIAL	387 Min	6 Horas 27 Minutos
		TIEMPO DE FRAGUA FINAL	505 Min	8 Horas 25 Minutos




Amado Teófilo Espinola Villanueva
 ING CIVIL
 R. CIP Nº 208707



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (NTP 339.082:2001)									
TRAZABILIDAD DE LA MUESTRA					DATOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO:			DOSIFICACION:	
Muestra : P 1/2", Sikacem al 1% (Trujillo) Procedencia : Laboratorio Tipo de Cemento : Pacasmayo, Tipo Ico Fecha Ensayo : Oct-21 Hora Inicio : 09:00 Tecnico Responsable : ATEV					Slump Inicial : 3 1/2 pulg T° Concreto : 23.5 °C T° Mortero : 23.5 °C T° Ambiente : 22 °C			Cemento ICo - Pacasmayo : 416 kg Agua : 229 kg AF (Milagro) : 819 kg AG (Milagro) : 861 kg Sikacem Acelerante(1.00%) : 4.16 kg	
Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (PSI)
		M 1	M 2	M 3	Prom	Nº Aguja	Diámetro (Pulg)	Area Contacto (Pulg ²)	
9:00	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0
13:30	270	102			102	1	1.128	1.000	102
14:30	330	118			118	2	0.798	0.500	236
15:00	360	126			126	3	0.564	0.250	504
16:00	420	136			136	4	0.357	0.100	1360
16:30	450	144			144	5	0.252	0.050	2880
17:30	510	170			170	6	0.178	0.025	6800

RESISTENCIA A LA PENETRACION & TIEMPO		$y = 0.714556e^{0.010091x}$
RESULTADOS	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL	362 Min / 6 Horas 2 Minutos
	TIEMPO DE FRAGUA FINAL	477 Min / 7 Horas 57 Minutos

Amado Teófilo Espinola Villanueva
 ING CIVIL
 R. CIP Nº 208707

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN
(NTP 339.082:2001)

TRAZABILIDAD DE LA MUESTRA	DATOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO:	DOSIFICACION:
Muestra : P 1/2", Sikacem al 2.5% (Trujillo) Procedencia : Laboratorio Tipo de Cemento : Pacasmayo, Tipo Ico Fecha Ensayo : Oct-21 Hora Inicio : 09:00 Tecnico Responsable : ATEV	Slump Inicial : 5 pulg T° Concreto : 23.5 °C T° Mortero : 23.5 °C T° Ambiente : 22 °C	Cemento ICo - Pacasmayo : 416 kg Agua : 229 kg AF (Milagro) : 819 kg AG (Milagro) : 861 kg Sikacem Acelerante(2.50%): 10.40 kg

Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Prom	Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (PSI)
		M 1	M 2	M 3			Nº Aguja	Diámetro (Pulg)	Area Contacto (Pulg ²)	
9:00	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0
13:30	270	148			148	1	1.128	1.000	148	
14:30	330	158			158	2	0.798	0.500	316	
15:00	360	164			164	3	0.564	0.250	656	
16:00	420	188			188	4	0.357	0.100	1880	
16:30	450	182			182	5	0.252	0.050	3640	
17:30	510	192			192	6	0.178	0.025	7680	



RESULTADOS	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL	345 Min	5 Horas 45 Minutos
	TIEMPO DE FRAGUA FINAL	466 Min	7 Horas 46 Minutos

Amado Teófilo Espinola Villanueva
 ING CIVIL
 R. CIP Nº 208707



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (NTP 339.082:2001)										
TRAZABILIDAD DE LA MUESTRA			DATOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO:				DOSIFICACION:			
Muestra : P 1/2", Sikacem al 4.0% (Trujillo) Procedencia : Laboratorio Tipo de Cemento : Pacasmayo, Tipo Ico Fecha Ensayo : Oct-21 Hora Inicio : 09:00 Técnico Responsable : ATEV			Slump inicial : 5 1/2 pulg T° Concreto : 22.3 °C T° Mortero : 22.3 °C T° Ambiente : 22 °C				Cemento ICo - Pacasmayo : 416 kg Agua : 229 kg AF (Milagro) : 819 kg AG (Milagro) : 861 kg Sikacem Acelerante(4.00%) : 16.84 kg			
Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (PSI)	
		M 1	M 2	M 3	Prom	Nº Aguja	Diámetro (Pulg)	Área Contacto (Pulg ²)		
9:00	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	
13:30	270	158			158	1	1.128	1.000	158	
14:30	330	166			166	2	0.798	0.500	332	
15:00	360	178			178	3	0.564	0.250	712	
16:00	420	190			190	4	0.357	0.100	1900	
16:30	450	194			194	5	0.252	0.050	3880	
17:30	510	200			200	6	0.178	0.025	8000	

RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN & TIEMPO

● Inicio de fragua ▲ Fin de fragua

RESULTADOS	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL		TIEMPO DE FRAGUA FINAL	
	342 Min	5 Horas 42 Minutos	463 Min	7 Horas 43 Minutos

Amado Teófilo Espinola Villanueva
 ING CIVIL
 R. CIP Nº 209707



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (NTP 339.082:2001)										
TRAZABILIDAD DE LA MUESTRA				DATOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO:				DOSIFICACION:		
Muestra : Patrón 3/4" (Trujillo) Procedencia : Laboratorio Tipo de Cemento : Pacasmayo, Tipo Ico Fecha Ensayo : Oct-21 Hora Inicio : 09:00 Técnico Responsable : ATEV				Slump Inicial : 4 pulg T° Concreto : 22.6 °C T° Mortero : 22.6 °C T° Ambiente : 22 °C				Cemento ICo - Pacasmayo : 416 kg Agua : 229 kg AF (Milagro) : 864 kg AG (Milagro) : 812 kg Sikacem Acelerante (0.00%) : 0.00 kg		
Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (PSI)	
		M 1	M 2	M 3	Prom	Nº Aguja	Diámetro (Pulg)	Área Contacto (Pulg²)		
9:00	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	
13:30	270	60	0	0	60	1	1.128	1.000	60	
14:30	330	76			76	2	0.798	0.500	152	
15:00	360	90			90	3	0.564	0.250	360	
16:00	420	94			94	4	0.357	0.100	940	
16:30	450	90			90	5	0.252	0.050	1800	
17:30	510	110			110	6	0.178	0.025	4400	

RESULTADOS		TIEMPO DE FRAGUA INICIAL	386 Min	6 Horas 26 Minutos
		TIEMPO DE FRAGUA FINAL	499 Min	8 Horas 19 Minutos



Amado Espinola Villanueva
ING CIVIL
R. CIP Nº 208707



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (NTP 339.082:2001)										
TRAZABILIDAD DE LA MUESTRA				DATOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO:				DOSIFICACION:		
Muestra : P 3/4", Sikacem al 1.00% (Trujillo) Procedencia : Laboratorio Tipo de Cemento : Pacasmayo, Tipo Ico Fecha Ensayo : Oct-21 Hora Inicio : 09:00 Tecnico Responsable : ATEV				Slump Inicial : 3 pulg T° Concreto : 23 °C T° Mortero : 23 °C T° Ambiente : 22 °C				Cemento ICo - Pacasmayo : 416 kg Agua : 229 kg AF (Milaagro) : 812 kg AG (Milaagro) : 864 kg Sikacem Acelerante (1.00%) : 4.16 kg		
Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (PSI)	
		M 1	M 2	M 3	Prom	Nº Aguja	Diámetro (Pulg)	Area Contacto (Pulg ²)		
9:00	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	
13:30	270	152			152	1	1.128	1.000	152	
14:30	330	174			174	2	0.798	0.500	348	
15:00	360	166			166	3	0.564	0.250	664	
16:00	420	178			178	4	0.357	0.100	1780	
16:30	450	180			180	5	0.252	0.050	3600	
17:30	510	184			184	6	0.178	0.025	7380	

RESULTADOS		TIEMPO DE FRAGUA INICIAL	344 Min	5 Horas 44 Minutos
		TIEMPO DE FRAGUA FINAL	467 Min	7 Horas 47 Minutos



Amado Teófilo Espinosa Villanueva
 ING CIVIL
 R. CIP Nº 208707



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (NTP 339.082:2001)										
TRAZABILIDAD DE LA MUESTRA					DATOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO:				DOSIFICACION:	
Muestra : P 3/4", Sikacem al 2.50% (Trujillo) Procedencia : Laboratorio Tipo de Cemento : Pacasmayo, Tipo Ico Fecha Ensayo : Oct-21 Hora Inicio : 09:00 Tecnico Responsable : ATEV					Slump Inicial : 4 1/4 pulg T° Concreto : 21.9 °C T° Mortero : 21.9 °C T° Ambiente : 22 °C				Cemento ICo - Pacasmayo : 416 kg Agua : 229 kg AF (Milagro) : 864 kg AG (Milagro) : 812 kg Sikacem Acelerante (2.50%) : 10.40 kg	
Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (PSI)	
		M 1	M 2	M 3	Prom	N° Aguja	Diámetro (Pulg)	Area Contacto (Pulg ²)		
9:00	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	
13:30	270	188			188	1	1.128	1.000	188	
14:30	330	184			184	2	0.798	0.500	368	
15:00	360	192			192	3	0.564	0.250	768	
16:00	420	184			184	4	0.357	0.100	1840	
16:30	450	186			186	5	0.252	0.050	3720	
17:30	510	190			190	6	0.178	0.025	7600	

RESULTADOS		TIEMPO DE FRAGUA INICIAL	336 Min	5 Horas 36 Minutos
		TIEMPO DE FRAGUA FINAL	466 Min	7 Horas 46 Minutos



Amado Teófilo Espinola Villanueva
ING CIVIL
 R. CIP Nº 208707



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN
(NTP 339.082:2001)

TRAZABILIDAD DE LA MUESTRA	DATOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO:	DOSIFICACION:
Muestra : P 3/4", Sikacem al 4.00% (Trujillo) Procedencia : Laboratorio Tipo de Cemento : Pacasmayo, Tipo Ico Fecha Ensayo : Oct-21 Hora Inicio : 09:00 Tecnico Responsable : ATEV	Slump Inicial : 3 pulg T° Concreto : 23.0 °C T° Mortero : 23.0 °C T° Ambiente : 22 °C	Cemento ICo - Pacasmayo : 416 kg Agua : 229 kg AF (Milagro) : 864 kg AG (Milagro) : 812 kg Sikacem Acelerante (4.00%) : 16.64 kg

Hora Ensayo	Tiempo (Min)	Carga (Libras)				Prom	Agujas de Penetración			Resistencia Penetración (PSI)
		M 1	M 2	M 3	Nº Aguja		Diámetro (Pulg)	Area Contacto (Pulg ²)		
9:00	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	
13:30	270	192			192	1	1.128	1.000	192	
14:30	330	188			188	2	0.798	0.500	376	
15:00	360	192			192	3	0.564	0.250	768	
16:00	420	200			200	4	0.357	0.100	2000	
16:30	450	200			200	5	0.252	0.050	4000	
17:30	510	200			200	6	0.178	0.025	8000	



RESULTADOS	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL	335 Min	5 Horas 35 Minutos
	TIEMPO DE FRAGUA FINAL	462 Min	7 Horas 42 Minutos

Amado Tejido Espinola Villanueva
 ING CIVIL
 R. CIP Nº 208707

ANEXO N° 02: ANALISIS DE COSTOS X M3

Análisis de Precios Unitario – Concreto patrón a/c 0.55 y piedra ½”						
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Operario	hh	2	1.333	S/ 21.01	S/28.01	
Oficial	hh	2	1.333	S/ 17.03	S/22.70	
Peón	hh	10	6.666	S/ 15.33	S/102.19	
Operador de equipo mediano	hh	2	1.333	S/ 21.91	S/29.21	
					S/ 182.11	
Materiales						
piedra ½”	m3		0.3220	S/ 60.00	S/19.32	
arena	m3		0.2972	S/ 60.00	S/17.83	
agua	m3		0.2288	S/ 6.00	S/1.37	
cemento	bol		9.78	S/ 25.00	S/244.5	
aditivo Sikacem acelerante	lt		0.00	S/ 0.00	S/0.00	
					S/283.02	
equipos y herramientas						
herramientas manuales	%Mo		5.000000	S/ 182.11	S/ 9.11	
mezcladora de concreto tambor 18 HP	hm	1.00	0.444	S/ 12.09	S/ 5.37	
					S/ 14.48	S/ 479.61

Análisis de Precios Unitario – Concreto a/c 0.55 +1% Sikacem acelerante y piedra ½”						
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Operario	hh	2	1.333	S/ 21.01	S/28.01	
Oficial	hh	2	1.333	S/ 17.03	S/22.70	
Peón	hh	10	6.666	S/ 15.33	S/102.19	
Operador de equipo mediano	hh	2	1.333	S/ 21.91	S/29.21	
						S/ 182.11
Materiales						
piedra ½”	m3		0.3220	S/ 60.00	S/19.32	
arena	m3		0.2972	S/ 60.00	S/17.83	
agua	m3		0.2288	S/ 6.00	S/1.37	
cemento	bol		9.78	S/ 25.00	S/244.5	
aditivo Sikacem acelerante	lt		4.16	S/ 9.22	S/38.36	
						S/321.38
equipos y herramientas						
herramientas manuales	%Mo		5.000000	S/ 182.11	S/ 9.11	
mezcladora de concreto tambor 18 HP	hm	1.00	0.444	S/ 12.09	S/ 5.37	
						S/ 14.48 S/ 517.97

Análisis de Precios Unitario – Concreto a/c 0.55 +2.50% Sikacem acelerante y piedra ½”						
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Operario	hh	2	1.333	S/ 21.01	S/28.01	
Oficial	hh	2	1.333	S/ 17.03	S/22.70	
Peón	hh	10	6.666	S/ 15.33	S/102.19	
Operador de equipo mediano	hh	2	1.333	S/ 21.91	S/29.21	
						S/ 182.11
Materiales						
piedra ½”	m3		0.3220	S/ 60.00	S/19.32	
arena	m3		0.2972	S/ 60.00	S/17.83	
agua	m3		0.2288	S/ 6.00	S/1.37	
cemento	bol		9.78	S/ 25.00	S/244.5	
aditivo Sikacem acelerante	lt		10.40	S/ 9.22	S/95.89	
						S/378.91
equipos y herramientas						
herramientas manuales	%Mo		5.000000	S/ 182.11	S/ 9.11	
mezcladora de concreto tambor 18 HP	hm	1.00	0.444	S/ 12.09	S/ 5.37	
						S/ 14.48 S/ 575.5

Análisis de Precios Unitario – Concreto a/c 0.55 +4.00% Sikacem acelerante y piedra ½”

Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Operario	hh	2	1.333	S/ 21.01	S/28.01	
Oficial	hh	2	1.333	S/ 17.03	S/22.70	
Peón	hh	10	6.666	S/ 15.33	S/102.19	
Operador de equipo mediano	hh	2	1.333	S/ 21.91	S/29.21	
					S/ 182.11	
Materiales						
piedra ½”	m3		0.3220	S/ 60.00	S/19.32	
arena	m3		0.2972	S/ 60.00	S/17.83	
agua	m3		0.2288	S/ 6.00	S/1.37	
cemento	bol		9.78	S/ 25.00	S/244.5	
aditivo Sikacem acelerante	lt		16.64	S/ 9.22	S/153.42	
					S/436.44	
equipos y herramientas						
herramientas manuales	%Mo		5.000000	S/ 182.11	S/ 9.11	
mezcladora de concreto tambor 18 HP	hm	1.00	0.444	S/ 12.09	S/ 5.37	
					S/ 14.48	S/ 633.03

Análisis de Precios Unitario – Concreto patrón a/c 0.55 y piedra ¾”

Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Operario	hh	2	1.333	S/ 21.01	S/28.01	
Oficial	hh	2	1.333	S/ 17.03	S/22.70	
Peón	hh	10	6.666	S/ 15.33	S/102.19	
Operador de equipo mediano	hh	2	1.333	S/ 21.91	S/29.21	
					S/ 182.11	
Materiales						
Piedra ¾”	m3		0.3194	S/ 60.00	S/19.16	
arena	m3		0.2948	S/ 60.00	S/17.69	
agua	m3		0.2288	S/ 6.00	S/1.37	
cemento	bol		9.78	S/ 25.00	S/244.5	
aditivo Sikacem acelerante	lt		0.00	S/ 0.00	S/0.00	
					S/282.72	
equipos y herramientas						
herramientas manuales	%Mo		5.000000	S/ 182.11	S/ 9.11	
mezcladora de concreto tambor 18 HP	hm	1.00	0.444	S/ 12.09	S/ 5.37	
					S/ 14.48	S/ 479.31

Análisis de Precios Unitario – Concreto a/c 0.55 +1.00 % Sikacem acelerante y piedra ¾”

Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Operario	hh	2	1.333	S/ 21.01	S/28.01	
Oficial	hh	2	1.333	S/ 17.03	S/22.70	
Peón	hh	10	6.666	S/ 15.33	S/102.19	
Operador de equipo mediano	hh	2	1.333	S/ 21.91	S/29.21	
					S/ 182.11	
Materiales						
Piedra ¾”	m3		0.3194	S/ 60.00	S/19.16	
arena	m3		0.2948	S/ 60.00	S/17.69	
agua	m3		0.2288	S/ 6.00	S/1.37	
cemento	bol		9.78	S/ 25.00	S/244.5	
aditivo Sikacem acelerante	lt		4.16	S/ 9.22	S/38.36	
					S/321.08	
equipos y herramientas						
herramientas manuales	%Mo		5.000000	S/ 182.11	S/ 9.11	
mezcladora de concreto tambor 18 HP	hm	1.00	0.444	S/ 12.09	S/ 5.37	
					S/ 14.48	S/ 517.67

Análisis de Precios Unitario – Concreto a/c 0.55 +2.50 % Sikacem acelerante y piedra ¾”

Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Operario	hh	2	1.333	S/ 21.01	S/28.01	
Oficial	hh	2	1.333	S/ 17.03	S/22.70	
Peón	hh	10	6.666	S/ 15.33	S/102.19	
Operador de equipo mediano	hh	2	1.333	S/ 21.91	S/29.21	
					S/ 182.11	
Materiales						
Piedra ¾”	m3		0.3194	S/ 60.00	S/19.16	
arena	m3		0.2948	S/ 60.00	S/17.69	
agua	m3		0.2288	S/ 6.00	S/1.37	
cemento	bol		9.78	S/ 25.00	S/244.5	
aditivo Sikacem acelerante	lt		10.40	S/ 9.22	S/95.89	
					S/378.61	
equipos y herramientas						
herramientas manuales	%Mo		5.000000	S/ 182.11	S/ 9.11	
mezcladora de concreto tambor 18 HP	hm	1.00	0.444	S/ 12.09	S/ 5.37	

S/ 14.48 S/ 571.20

Análisis de Precios Unitario – Concreto a/c 0.55 +4.00 % Sikacem acelerante y piedra ¾”

Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Operario	hh	2	1.333	S/ 21.01	S/28.01	
Oficial	hh	2	1.333	S/ 17.03	S/22.70	
Peón	hh	10	6.666	S/ 15.33	S/102.19	
Operador de equipo mediano	hh	2	1.333	S/ 21.91	S/29.21	
					S/ 182.11	
Materiales						
Piedra ¾”	m3		0.3194	S/ 60.00	S/19.16	
arena	m3		0.2948	S/ 60.00	S/17.69	
agua	m3		0.2288	S/ 6.00	S/1.37	
cemento	bol		9.78	S/ 25.00	S/244.5	
aditivo Sikacem acelerante	lt		16.64	S/ 9.22	S/153.42	
					S/436.14	
equipos y herramientas						
herramientas manuales	%Mo		5.000000	S/ 182.11	S/ 9.11	
mezcladora de concreto tambor 18 HP	hm	1.00	0.444	S/ 12.09	S/ 5.37	
					S/ 14.48	S/ 632.73

ANEXO N°03: PANEL FOTOGRAFICO

1. CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS



Figura 5. Muestra de agregado grueso 1/2" para ensayos de Granulometría.

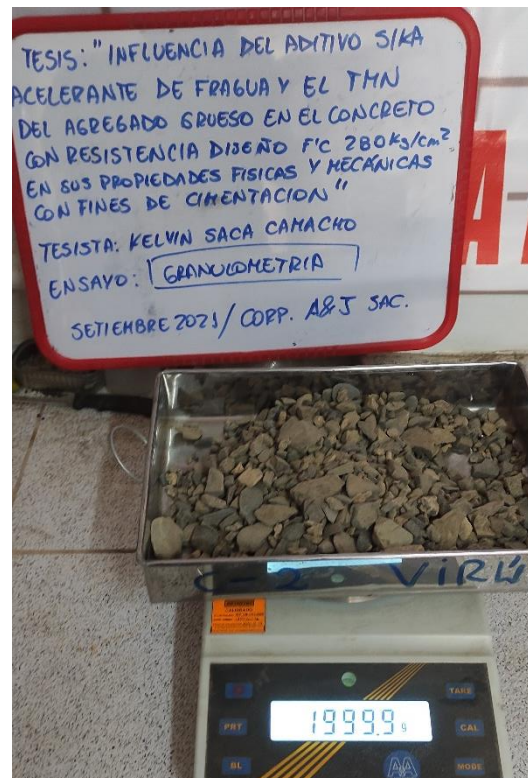


Figura 6. Muestra de agregado grueso 3/4" para ensayos de Granulometría.

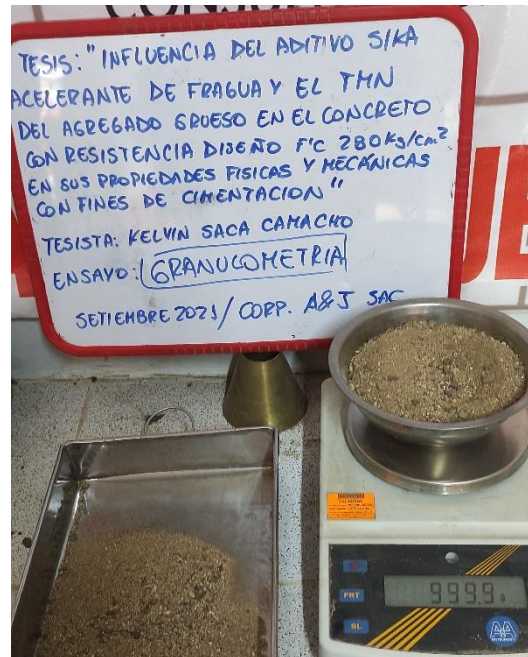


Figura 7. Muestra de agregado fino para ensayos de Granulometría.



Figura 8. Muestra de agregado grueso para ensayo de Peso Específico.



Figura 9. Corroboración de condición SSS de agregado fino para ensayo de Peso Específico.

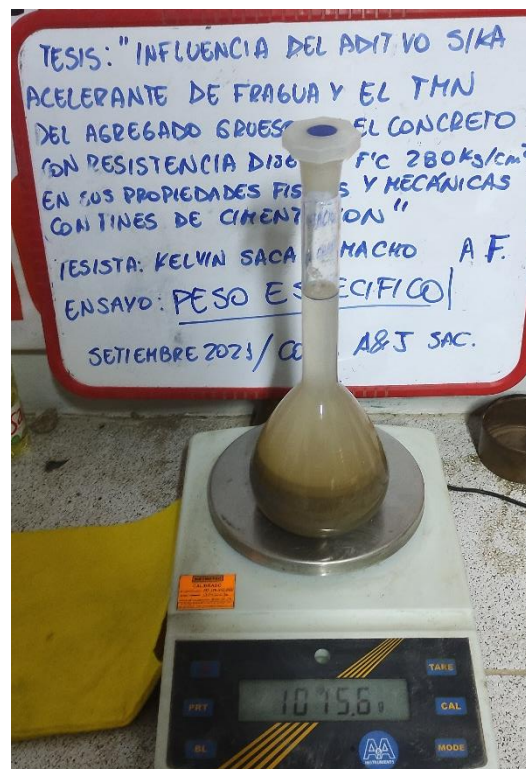


Figura 10. Peso de la fiola, muestra y agua, para ensayo de Peso Específico.

2. DISEÑO DE MEZCLA Y ENSAYOS EN CONCRETO FRESCO



Figura 11. Elaboración de Concreto en Trompo.



Figura 12. Ensayo de Asentamiento para Concreto para Sikacem 2.5%



Figura 13. Ensayo de Peso Unitario de Concreto



Figura 14. Elaboración de Probetas Cilíndricas de Concreto

3. ENSAYOS DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN



Figura 15. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 3 días para mezcla de piedra de 3/4" sin aditivo, con f_c prom= 182.26kg/cm²



Figura 16. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 3 días para mezcla de piedra de 3/4" con aditivo al 1%, con f_c prom= 212.13kg/cm²



Figura 17. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 7 días para mezcla de piedra de 3/4" sin aditivo con $f'c$ prom= 207.63 kg/cm²



Figura 18. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 7 días para mezcla de piedra de 3/4" con aditivo al 1.0% con $f'c$ prom= 241.81 kg/cm²



Figura 19. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 7 días para mezcla de piedra de 3/4'' con aditivo al 2.5% con $f'c$ prom= 229.75 kg/cm^2



Figura 20. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 7 días para mezcla de piedra de 1/2'' sin aditivo con $f'c$ prom= 222.86 kg/cm^2

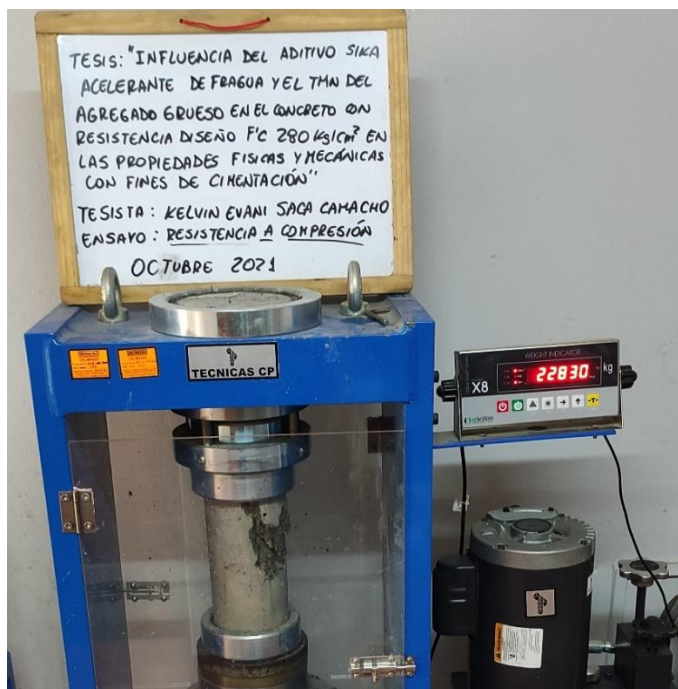


Figura 21. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 28 días para mezcla de piedra de $\frac{3}{4}$ " sin aditivo con $f'c$ prom= 287.00 kg/cm^2



Figura 22. Resistencia a Compresión de Probeta cilíndrica a edad de 28 días para mezcla de piedra de $\frac{3}{4}$ " con aditivo al 1% con $f'c$ prom= 293.65 kg/cm^2

ANEXO N°03: Certificación de resultados por el laboratorio



CERTIFICADO DE ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

1. DATOS DEL SOLICITANTE:
TESISTA: SACA CAMACHO KELVIN
2. DIAGNÓSTICO:

CORPORACIÓN A&J SAC, EMITE EL SIGUIENTE CERTIFICADO EL CUAL EVIDENCIA LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS GRUESO Y FINO, PARA ELLO SE REALIZARON LOS SIGUIENTES ENSAYOS:

- CONTENIDO DE HUMEDAD
- GRANULOMETRÍA EN ESTADO SECO
- PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN


LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS SE EXPRESAN EN LA TABLA 01 Y 02, Y SON VÁLIDOS PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA ACELERANTE DE FRAGUA Y EL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO EN EL CONCRETO CON RESISTENCIA DISEÑO F^C 280 KG/CM² EN SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS CON FINES DE CIMENTACIÓN". LOS ENSAYOS SE REALIZARON SIGUIENDO LOS PARÁMETROS, PROCEDIMIENTOS Y RECOMENDACIONES DE LA NORMA TECNICA PERUANA.

Tabla 01. Resumen de ensayos de caracterización de agregado fino

Material	Módulo de fineza	Peso específico (Kg/m ³)	Absorción (%)	Peso unitario (Kg/m ³)		Contenido de humedad (%)
				Suelto	Compacto	
A.F	2.54	2,720	1.32	1,465	1,693	2.61

Tabla 02. Resumen de ensayos de caracterización de agregado grueso

Material	Módulo de fineza	Peso específico (Kg/m ³)	Absorción (%)	Peso unitario (Kg/m ³)		Contenido de humedad (%)
				Suelto	Compacto	
AG. ¾"	6.95	2,660	1.71	1,505	1,606	0.52
AG. ½ "	5.87	2630	1.63	1,508	1,613	0.42


Amado Tejido Espinola Villanueva
 ING CIVIL
 R. CIP N° 208707



**CERTIFICADO DE ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE
CONCRETO EN ESTADO FRESCO**

1. DATOS DEL SOLICITANTE:

TESISTA: SACA CAMACHO KELVIN EVANI

2. DIAGNÓSTICO:

CORPORACIÓN A&J SAC, EMITE EL SIGUIENTE CERTIFICADO EL CUAL EVIDENCIA LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO, LOS CUALES DETERMINARON VALORES DE ASENTAMIENTO, TEMPERATURA, PESO UNITARIO Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN, LOS CUALES SE INDICAN EN LA TABLA 03, EN LAS DIVERSAS ESTRUCTURAS DESCRITAS PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA ACELERANTE DE FRAGUA Y EL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO EN EL CONCRETO CON RESISTENCIA DISEÑO F'C 280 KG/CM2 EN SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS CON FINES DE CIMENTACIÓN"

Tabla 03. Resumen de los ensayos de concreto en estado fresco

DM	Asentamiento (plg)	Temperatura (°C)	Peso unitario (Kg/m³)
DM- ¼ " AL 0%	4.00	22.6	2,304
DM- ¼ " AL 1.0%	3.00	23.0	2,303
DM- ¼ " AL 2.5%	4.25	21.9	2,302
DM- ¼ " AL 4.0%	3.00	23.0	2,290
DM- ½ " AL 0%	4.00	22.6	2,305
DM- ½ " AL 1.0%	3.50	23.5	2,303
DM- ½ " AL 2.5%	5.00	23.5	2,297
DM- ½ " AL 4.0%	5.50	22.3	2,296


Amado Espinoza Villanueva
 ING CIVIL
 R. CIP N° 208707



CERTIFICADO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN
DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

1. DATOS DEL SOLICITANTE:

TESISTA: SACA CAMACHO KELVIN

2. DIAGNÓSTICO:


CORPORACIÓN A&J SAC, EMITE EL SIGUIENTE CERTIFICADO EL CUAL EVIDENCIA LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO, PARA ELLO SE REALIZARON LOS SIGUIENTES ENSAYOS:

- RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 03 DÍAS
- RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 07 DÍAS
- RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS SE EXPRESAN EN LA TABLA 04 Y 05, 06 Y SON VÁLIDOS PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA ACELERANTE DE FRAGUA Y EL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO EN EL CONCRETO CON RESISTENCIA DISEÑO F'C 280 KG/CM2 EN SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS CON FINES DE CIMENTACIÓN". LOS ENSAYOS SE REALIZARON SIGUIENDO LOS PARÁMETROS, PROCEDIMEINTOS Y RECOMENDACIONES DE LA NORMA TECNICA PERUANA.

TABLA N° 04. RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 03 DIAS

Mezcla	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg-f)	F'c (Kg/ cm ²)	Fecha de elaboración	Fecha de rotura
DM- ¾ " AL 0%	1	10.07	79.6	14750	185.20	27/09/2021	30/09/2021
	2	10.07	79.6	14460	181.56		
	3	10.06	79.5	14308	180.01		
DM- ¾ " AL 1.0%	1	10.05	79.3	16800	211.78	28/09/2021	01/10/2021
	2	10.05	79.3	16950	213.67		
	3	10.04	79.2	16700	210.94		
DM- ¾ " AL 2.5%	1	10.06	79.5	16100	202.55	29/09/2021	02/10/2021
	2	10.05	79.3	15890	200.31		
	3	10.06	79.5	15670	197.14		
	1	10.05	79.3	15500	195.39	29/09/2021	



 David Ricardo Villanueva
 ING CIVIL
 R. CIP Nº 208707



DM- ¾ " AL 4.0%	2	10.05	79.3	15460	194.89		
	3	10.06	79.5	15720	197.77		
	1	10.05	79.3	15440	194.64		
DM- ½ " AL 0%	2	10.05	79.3	14850	187.20	30/09/2021	03/10/2021
	3	10.04	79.2	14760	186.44		
	1	10.05	79.3	15790	199.05		
DM- ½ " AL 1.0%	2	10.05	79.3	15680	197.66	30/09/2021	03/10/2021
	3	10.05	79.3	15820	199.43		
	1	10.05	79.3	17770	224.01		
DM- ½ " AL 2.5%	2	10.05	79.3	18310	230.82	01/10/2021	04/10/2021
	3	10.05	79.3	18160	228.93		
	1	10.06	79.5	16750	210.73		
DM- ½ " AL 4.0%	2	10.06	79.5	15810	198.91	01/10/2021	04/10/2021
	3	10.06	79.5	15930	200.41		

TABLA N° 05. RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 07 DIAS

Mezcla	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg-f)	F ^c (Kg/cm ²)	Fecha de elaboración	Fecha de rotura
DM- ¾ " AL 0%	1	10.05	79.3	16100	202.96		
	2	10.03	79.0	16400	207.56		
	3	10.03	79.0	16780	212.37		
DM- ¾ " AL 1.0%	1	10.05	79.3	19170	241.66	27/09/2021	04/10/2021
	2	10.05	79.3	19210	242.16		
	3	10.03	79.0	19090	241.61		
DM- ¾ " AL 2.5%	1	10.03	79.0	17860	226.04	28/09/2021	05/10/2021
	2	10.05	79.3	18690	235.61		
	3	10.04	79.2	18020	227.61		
DM- ¾ " AL 4.0%	1	10.03	79.0	17260	218.45	29/09/2021	06/10/2021
	2	10.04	79.2	17660	223.07		
	3	10.05	79.3	16820	212.03		
DM- ½ " AL 0%	1	10.03	79.0	17680	223.76	29/09/2021	06/10/2021
	2	10.04	79.2	17790	224.71		
	3	10.05	79.3	17460	220.10		
DM- ½ " AL 1.0%	1	10.03	79.0	19260	243.76	30/09/2021	07/10/2021
	2	10.04	79.2	19630	247.95		
	3	10.03	79.0	19640	248.57		
DM- ½ " AL 2.5%	1	10.05	79.3	21490	270.90	01/10/2021	08/10/2021
	2	10.05	79.3	21920	276.32		
	3	10.05	79.3	21600	272.29		
	1	10.03	79.0	19770	250.22	01/10/2021	08/10/2021


 Amado Teófilo Espinoza Villanueva
 INGENIERO CIVIL
 R. CIP N° 208707



DM- ½ "	2	10.05	79.3	19960	251.62
AL 4.0%	3	10.05	79.3	20500	258.42

TABLA N° 06. RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS

Mezcla	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg-f)	F'c (Kg/cm ²)	Fecha de elaboración	Fecha de rotura
DM- ¼ "	1	10.03	79.0	22830	288.94	27/09/2021	25/10/2021
	2	10.01	78.7	22360	284.13		
	3	10.01	78.7	22660	287.94		
DM- ¼ "	1	10.05	79.3	23170	292.08	28/09/2021	26/10/2021
	2	10.05	79.3	23380	294.73		
	3	10.03	79.0	23240	294.13		
DM- ¼ "	1	10.03	79.0	22860	289.32	29/09/2021	27/10/2021
	2	10.05	79.3	22890	288.55		
	3	10.04	79.2	22960	290.01		
DM- ¼ "	1	10.03	79.0	22470	284.39	29/09/2021	27/10/2021
	2	10.04	79.2	22540	284.71		
	3	10.05	79.3	22660	285.65		
DM- ½ "	1	10.03	79.0	22730	287.68	30/09/2021	28/10/2021
	2	10.04	79.2	22710	286.85		
	3	10.05	79.3	22680	285.90		
DM- ½ "	1	10.03	79.0	22730	287.68	30/09/2021	28/10/2021
	2	10.04	79.2	22990	290.39		
	3	10.03	79.0	22880	289.58		
DM- ½ "	1	10.05	79.3	23610	297.63	01/10/2021	29/10/2021
	2	10.05	79.3	23940	301.79		
	3	10.05	79.3	23950	301.91		
DM- ½ "	1	10.03	79.0	22680	287.05	01/10/2021	29/10/2021
	2	10.05	79.3	22690	286.03		
	3	10.05	79.3	22760	286.91		


 Amado Teófilo Espinola Villanueva
 ING CIVIL
 R. CIP N° 200707

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 230 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	200582	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CORPORACION A & J CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	Av. Sanchez Carrion N° 1154, El Porvenir - Trujillo - LA LIBERTAD	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad	112168 kgf / 1100 kN	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	TECNICAS	
Modelo	TCP 341	
Número de Serie	747	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGH	
Modelo	X8	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO.	
5. Fecha de Calibración	2020-11-21	



Fecha de Emisión
2020-11-27

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2020.11.27 17:58:10
-05'00'

