

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL
INCORPORADOR DE AIRE EN LA RESISTENCIA A
LA COMPRESIÓN, RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
Y SUCCIÓN CAPILAR DE UN PAVIMENTO RIGIDO
DE CONCRETO 28 Mpa, TRUJILLO- 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Diego Alejandro Gomez Ramirez

Kevin Jack Rios Horna

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Días

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

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	GONZALO DIAZ GARCIA	40539624
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	SHEYLA CORNEJO RODRIGUEZ	41639360
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	GERMAN SAGASTEGUI VASQUEZ	45373822
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

JURADO EVALUADOR

Rev_Tesis_Gomez&Rios

INFORME DE ORIGINALIDAD

12 %	13 %	3 %	4 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	6 %
2	vsip.info Fuente de Internet	3 %
3	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %

DEDICATORIA

A mi madre RENE RAMIREZ ROBLES, quien me da la fuerza y motivación para ser mejor cada día y es la protagonista de este gran esfuerzo. Ella siempre estuvo conmigo en todo momento de mi vida, brindándome su apoyo incondicional.

A mis hermanos ALDO FRANKLIN GOMEZ RAMIREZ y CECILIA ELISA GOMEZ RAMIREZ, por cuidarme y apoyarme cuando más los necesité, por siempre confiar en mí y mis capacidades.

A mi tío VITELIO RAMIREZ ROBLES y mi abuelo WILFREDO RAMÍREZ DELGADO, quienes cumplieron el rol de padre a lo largo de mi vida y estuvieron presentes en todo momento. Estoy siempre agradecido con ellos por confiar en mi capacidad.

A mi pareja JHENIFFER ESCALANTE YAIPEN, por siempre alentarme en los momentos necesarios y enseñarme a mantener la calma ante cualquier adversidad.

DIEGO ALEJANDRO GÓMEZ RAMÍREZ

En primer lugar, a DIOS, fundamento de mi vida, quien me fortaleció en todo tiempo, me enseñó a depender de su voluntad, dándome las fuerzas para seguir adelante.

A mi FAMILIA, por el esfuerzo inmenso que hicieron para que siga adelante a mi madre a mi padre y mis hermanos por ser el soporte que necesite en todo momento, por su aliento incondicional que me brindaron en los momentos más difíciles que pude pasar, por ser la mejor familia que pudo dar Dios.

A mi amada esposa DANYA JULISSA JACOBO UCEDA, por ser una bendición en mi vida, gracias por impulsarme a ser mejor día a día, por estar conmigo en todos los momentos buenos y malos y sacar a relucir lo mejor de mí en todo tiempo.

A mi hijo FABIANO GABRIEL RIOS JACOBO, el mejor regalo que me pudo mandar Dios, mi hijo es el motor de mi vida, la motivación para seguir creciendo día a día.

KEVIN RIOS HORNA

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Ing. Alberto Vásquez Díaz, quien nos brindó su apoyo como asesor para el logro de la presente investigación. Así mismo a cada docente que brindó sus conocimientos a lo largo de nuestra carrera. Finalmente, un agradecimiento especial a Manfredo Mogrovejo y Gregorio Ganoza, quienes aportaron sus conocimientos y nos brindaron su espacio, Laboratorio Corporación A&J, para la realización de ensayos respectivos de la presente investigación.

Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Antecedentes	18
1.3. Bases Teóricas	25
1.4. Formulación del problema	34
1.5. Objetivos	34
1.6. Hipótesis	35
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	37
2.1. Tipo de investigación	37
2.2. Diseño de Investigación	37
2.3. Matriz de operacionalización de variables	38
2.4. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	39
2.5. Muestra	39
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	41

2.7. Procedimiento	42
2.8. Aspectos Éticos	54
CAPÍTULO III: RESULTADOS	56
3.1. Resultados de los Ensayos en Agregados	56
3.2. Resultados de Ensayos en Concreto Fresco	56
3.3. Resultados de Ensayos en Concreto endurecido	57
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	60
REFERENCIAS	82
ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Composición Química del Cemento Portland</i>	26
<i>Tabla 2. Compuestos Químicos del cemento Portland</i>	26
<i>Tabla 3. Límites Permisibles para aceptación del agua</i>	30
<i>Tabla 4. Grupo de control y prueba</i>	37
<i>Tabla 5. Resultados de resistencia a la compresión antecedente</i>	40
<i>Tabla 6. Cantidad de Probetas para los ensayos del concreto</i>	41
<i>Tabla 7. Resumen de los resultados de ensayos en agregado grueso y fino</i>	56
<i>Tabla 8. Resultados del concreto en estado fresco</i>	57
<i>Tabla 9. Resumen de los resultados de resistencia a la compresión</i>	57
<i>Tabla 10. Resumen de los resultados de resistencia a tracción</i>	58
<i>Tabla 11. Resumen de los resultados de capacidad de succión del concreto.</i>	59
<i>Tabla 12. Distribución normal de los resultados de resistencia a la compresión</i>	73
<i>Tabla 13. Análisis de Confiabilidad de los resultados de resistencia a la compresión</i>	74
<i>Tabla 14. Estadística descriptiva de la resistencia a la compresión a edad de 7 días</i>	75
<i>Tabla 15. Anova de la resistencia a compresión a 7 días de las distintas dosificaciones</i>	75
<i>Tabla 16. Estadística descriptiva de la resistencia a la compresión a edad de 14 días</i>	76
<i>Tabla 17. Anova de los resultados de resistencia a la compresión a edad de 14 días de curado</i>	76
<i>Tabla 18. Estadística descriptiva de la resistencia a la compresión a edad de 28 días</i>	77
<i>Tabla 19. Anova de la resistencia a la compresión a edad de 28 días de curado</i>	77

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Gráfica 1. Procedimiento de la investigación</i> _____	43
<i>Gráfica 2. Curva granulométrica del agregado grueso</i> _____	60
<i>Gráfica 3. Curva granulométrica del agregado fino</i> _____	62
<i>Gráfica 4. Influencia del Sika Aer en el peso unitario del concreto</i> _____	63
<i>Gráfica 5. Evolución de la resistencia a compresión del concreto</i> _____	65
<i>Gráfica 6. Tendencia de la resistencia a tracción del concreto</i> _____	66
<i>Gráfica 7. Capacidad de succión del concreto para las caras superiores.</i> _____	67
<i>Gráfica 8. Capacidad de succión del concreto para las caras inferiores</i> _____	68
<i>Gráfica 9. Velocidad de succión del concreto</i> _____	69

RESUMEN

El uso del concreto es fundamental, para mejorar sus propiedades específicas surge la necesidad de investigarlo. El objetivo de este documento es determinar la influencia del uso del aditivo Sika Aer y Sikacem como variable constante en la trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y succión capilar de un concreto de 28 MPa. El diseño de la investigación es experimental, se manipuló de manera intencional la variable independiente, se estableció 5 dosificaciones (patrón, 0,03 %, 0,06 %, 0,09 % y 0,12 %) y se evaluó el porcentaje óptimo de Sika Aer.

Las burbujas incorporadas al concreto evitan fisuras por los ciclos de congelamiento y deshielo, pero merman la resistencia a la compresión, no obstante la permeabilidad aumenta. Se obtuvo una resistencia de 294.50 kg/cm² al 0,03 % de aditivo, el concreto patrón tuvo una resistencia de 287.63 kg/cm², el peso unitario se redujo en 43 kg/m³, con 28 días de edad para el 0,03%, la resistencia a la tracción fue de 25.88 kg/cm². Concluyendo que el uso de una dosis de aditivo mayor al 0.03% requiere el ajuste de la relación a/c para evitar la pérdida de resistencia y evitar fallas en el concreto.

PALABRAS CLAVES: Concreto, Influencia, Resistencia a la compresión, Resistencia a la tracción, Succión Capilar, Trabajabilidad.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El concreto presenta una gran demanda en el mundo, en el año 2015 se estimó que se produjo cerca de 2400 millones de metros cúbicos de concreto premezclado, donde China fue el responsable de producir más de la mitad de este concreto, Estados Unidos produjo un 11% de esta cantidad de concreto y la Unión Europea produjo solo el 9%. Mientras tanto en Latinoamérica, la producción del concreto tuvo una disminución, se tenía para el año 2014 un estimado de 130 millones de metros cúbicos, sin embargo ya para el 2016 se llegó a un peso producido de solamente 104 millones de metros cúbicos. Lascarro, (2017)

Según el comité técnico de carreteras (2006) nos dice que, la mayoría de las carreteras del mundo, en especial las de las regiones en crecimiento son carreteras sin pavimentar, las carreteras de superficie dura (pavimentadas) presentan en su mayoría revestimientos bituminosos tales como tratamientos superficiales o mezclas algunas veces muy antigua y otra más reciente como prueba de el mantenimiento de estas carreteras, el uso del concreto en las vías de pavimentación, este tipo se da tanto en autopistas como en vías principales. En carreteras de bajo flujo vehicular (caminos agrícolas), el cual se da en varios países de Europa (Bélgica. Gran Bretaña. La República Federal Alemana. Suiza. Francia. España. Holanda. Rusia. Italia), de América (Estados Unidos. Canadá. México. El Salvador. Brasil. Argentina. Chile. Bolivia). De Asia (Filipinas. Tailandia. Corea del Sur. China. Japón), de Sudáfrica y de Australia. Estos países se plantean la introducción de la técnica de carreteras de concreto para lograr el desarrollo y mejorar su red vial, mientras que otros países

creen que el concreto no podrá o no puede adaptarse a las condiciones que se presenten en el día a día (pp.7).

Según Uribe (2016) nos dice que, el uso de concreto hidráulico (permeable) para la pavimentación de vías en la República Mexicana es una de las áreas con mayor potencial de crecimiento en la industria del concreto, por ello resulta ventajoso promocionar este tipo de pavimentación. No obstante en abril de 2009, la Canacem (Cámara Nacional del Cemento), anunciaba que al menos el 88% de la red vial del país era de asfalto debido a la falta de previsión a largo plazo, al costo de las transferencias de tecnologías, así como al perfil petrolero que tiene nuestro país. De igual manera un estudio realizado por la citada Cámara quedaba expresado que casi el 60% de las vías del país presentan más de 40 años de haber sido construidos, lo que implica que tanto los diseños como los materiales utilizados en la actualidad resultan obsoletos para el tránsito vehicular, además de esto la capacidad de carga de las vías para trabajo pesado aumentó en un 50% en comparación con lo diseñado hace más de 40 años.

En Colombia, “el diseño de las estructuras de los pavimentos (Rígidos, flexibles, articulados) es un tema de estudio e investigación, como consecuencia de los diversos resultados obtenidos en la construcción y, particularmente en la construcción de estructuras para una vía vehicular, se investiga los diferentes métodos empleados para el diseño de estructuras de pavimentos según criterios de parámetros empíricos, semi empíricos y racionales para establecer las distintas alternativas que se tiene en esta área , esto con el fin de confrontar y comparar los conceptos técnicos académicos y parámetros empleados para los diferentes tipos de diseño, determinando las diferencias en que ellos se derivan y que al ser aplicados

puedan o no desarrollar resultados objetables e inadecuado con respecto a los comportamientos de la situación real de la estructura.” Mora y Arguelles, (2015)

En Colombia, se investiga las propiedades físicas y mecánicas de los concretos adicionados con fines de pavimentación, en la investigación de (Botto Lugo & Santacruz Pachón, 2017) , se diseñó un concreto para pavimento rígido, para esto se aplicaron 4 porcentajes de adición de nanocompuestos de carbono (NCC), en función al peso del cemento, el objetivo de dicha investigación fue analizar el comportamiento del concreto sometido a esfuerzos como resistencia a la compresión, módulo de elasticidad de forma estática y dinámica, módulo de rotura y fatiga, de igual manera se evaluó las propiedades del concreto fresco como la trabajabilidad y el contenido de aire; el concreto esta conformado por agua, cemento, agregados y superplastificante con adiciones de NCC al 0%, 0.05%, 0.10% y 0.15% con respecto al peso del cemento, se evaluó también las diferentes relación molares Cu/Ni con valores de 0.33, 1.0 y 2.0 , estas relaciones permitieron la obtención del NCC con distintas longitudes, las cuales tienen un impacto en el comportamiento del concreto debido a que los NCC presentan una propiedad hidrófoba, por lo que se tuvo que evaluar su dispersión en el agua, por lo que el uso de un agente dispersante facilitó el contacto entre el concreto y los NCC, para lo cual se obtuvo que la adición optima se encuentra alrededor de 0.10 %.

En Perú, se investiga la aplicación de fibras de poli propileno como opción de mejora para el pavimento rígido , el proyecto tuvo como finalidad la evaluación del impacto que genera el uso de la fibra de polipropileno en las propiedades del concreto, con el fin de obtener una ganancia en la resistencia a la compresión y aumentar la durabilidad del concreto dándole así una mayor vida útil al pavimento rígido, esta investigación se basó en un método no experimental de corte transversal

de tipo aplicada y diseño correlacional causal, se realizó el reporte de los resultados en comparación con lo de otros autores y se comparó los ensayos de asentamiento y resistencia a la compresión y flexión observándose así una mejora con una dosificación de 600 gr/m³ de concreto. (Leiva, 2020).

En Perú según Centeno, (2019) nos dice lo siguiente:

Se investiga la viabilidad del diseño de pavimento rígido adicionando naftaleno, tuvo como objetivo determinar cómo la adición del naftaleno contribuye en un concreto hidráulico para pavimento rígido en el AA. HH El Vallecito del distrito de Lurigancho. El diseño del pavimento se realizó según el método de AASTHO 93, el diseño de mezcla se ejecutó según el método del ACI 211 de diseño cuasi experimental, donde se tuvo como base un diseño patrón y dos diseños con un porcentaje de 0.5% y 1% del aditivo a base de naftaleno, en proporción al peso del cemento. Los materiales utilizados fueron el agregado fino, arena gruesa natural, agregado grueso, piedra triturada de huso 57 que se obtuvo de la combinación de la piedra de huso 5 y la piedra de huso 67, así como un aditivo a base de Naftaleno Euco 37.

Los resultados de cada prueba de investigación tuvieron un tiempo de 28 días de acuerdo a las indicaciones de la (NTP) 339.034 99. Así también se siguieron las indicaciones de la NTP en el control de los insumos del concreto hidráulico y las recomendaciones del informe del Comité del ACI 201. Se realizaron probetas para la muestra patrón y para las muestras de 0.5% y 1% con el aditivo a base de naftaleno, para ser ensayadas a compresión a edades de 3, 7 y 28 días. Para evaluar el módulo de rotura se realizaron muestras de vigas ensayadas a edades de 7 y 28 días. Finalmente se concluyó que la adición del naftaleno en el concreto hidráulico reduce

el contenido de agua del diseño y también aporta en la trabajabilidad de la mezcla.
(p.12)

En Trujillo Medina, (2020) investiga la adición de filamentos de plástico y como es que afecta en las características del concreto en su estado fresco y endurecido, se realizó un diseño experimental, cuasi experimental, el muestreo fue probabilístico simple, se usó la técnica de la observación para la recolección de datos, para el análisis de datos se empleó la inferencia estadística, un punto desfavorable es la baja resistencia del concreto permeable el cual limita el uso de este concreto como pavimento rígido, frente a esta deficiencia y sumada la gran contaminación con los plásticos, genera que los depósitos de agua natural no se recargue, por lo que el uso de filamentos de plástico en la permeabilidad, resistencia a la compresión y flexión del concreto se ve como buena opción aplicable dentro de la investigación del concreto adicionado; se obtuvo los siguientes resultados que la resistencia a la compresión la incorporación de 0.10%, incrementa en 17.09%; de 185.40 kg/cm² a 217.09 kg/cm² y la resistencia a la flexión incrementa en 49.81%; de 34.69 kg/cm² a 51.97 kg/cm², la permeabilidad disminuye en todos los porcentajes incorporados, al 0.10% presenta una disminución del 19.83%.

La normativa que regula la investigación en cuestión del concreto desde antes de su elaboración es la norma técnica peruana.

Análisis granulométrico, contenido de humedad, peso específico de los agregados, pesos unitarios de los agregados, diseño de mezcla, ficha técnica del incorporador de aire y la ficha técnica del superplastificante.

Se controla si el concreto cumple con las especificaciones evaluando su resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y su permeabilidad.

Según Quispe (2017) nos dice que:

La investigación tiene como objetivo analizar el comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico en el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibra de polipropileno en el A.A.H.H Villa María Nuevo Chimbote, dado que por el tipo de suelo que se presenta en esa zona y por las cargas que serán transmitidas en estas, es importante diseñar un concreto óptimo que nos ayude a obtener un mejor comportamiento del pavimento rígido.

Se realizarán todos los ensayos requeridos para los agregados según la norma CE.010 Pavimentos Urbanos y el Manual de carreteras, luego se elaborará un concreto patrón de una resistencia de diseño de 280 kg/cm², según la metodología ACI-211, además de cuatro mezclas con la misma resistencia, en donde se adicionará en porcentajes de 75%,100%,115%,125% de fibra y se hará una comparación de estas. Todos estos ensayos (resistencia a la compresión, resistencia a la flexión en vigas) servirán para determinar la calidad de la mezcla tanto en estado fresco como en estado endurecido. En donde se llegó a concluir que el porcentaje óptimo de fibra fue de 115% de la cantidad recomendada por el fabricante. (p.28)

La empresa Sika building trust, 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.

Cemex es un proveedor global de soluciones y materiales para la industria de la construcción, en el tema de pavimentación rígida Cemex ofrece, pavimentación de concreto convencional, con un espesor mínimo de 12 cm , pavimento de concreto delgado recomendado para pavimentos de tránsito ligero, concreto compactado con rodillo, whitetopping consiste en una rehabilitación de pavimento con una sobre carpeta de concreto con el propósito de extender al menos 15 años adicionalmente la vida útil del pavimento , base tratada con cemento y suelo cemento.

En el Perú, según el centro de comercio exterior (CCEX) de la cámara de comercio, la red vial en el Perú está compuesta por 95 863 km y considera preocupante que solo el 16% se encuentre pavimentada (15496 km), el 84% restante se encuentra en estado de afirmado o trocha (con una extensión de 80367 km). (Construye, 2016)

Esto retrasa el crecimiento del País, retrasa la exportación de productos, el desarrollo de la infraestructura vial es vital para el desarrollo del país, aparte la red vial actual presenta deterioro de manera muy rápida, frente al uso y/o factores climáticos, fallas como la piel de cocodrilo, grietas de contracción, elevaciones-hundimiento, agregados pulidos, ahuellamiento. Todo esto se puede evitar teniendo en cuenta las normativas y estándares mínimos de calidad, como un espesor adecuado, un cálculo de tráfico vial correcto, buena selección de material para las

distintas carpetas que conforman a un pavimento, todo este tipo de falla causa que tanto uno como usuario, sufra molestias y/o accidentes en la carretera.

Cuando nos referimos al diseño del pavimento también se debe tener en cuenta la permeabilidad de este, elaborar un pavimento tal que pueda escurrir el agua o filtrarla y así poder evitar las fallas que se presentan por tal acumulación, debido a la deficiente conducción de aguas pluviales (ineficientes sistemas de drenaje), se presenta la acumulación de agua en veredas, canchas y en cualquier espacio de recreación las cuales pueden ocasionar accidentes e inconvenientes al usuario, el hidro planeo (perdida de tracción entre los neumáticos y la superficie de la vía), el salpicado (se da cuando el agua estancada sobre la vía es lanzada a un vehículo cuando otro la atraviesa) y la escorrentía (debido a que el agua no sigue su ciclo natural).

Debido a todo esto es que se propone implementar no solo el diseño de un pavimento convencional, sino abrir campo para pavimentos con adiciones, estas adiciones facilitan el trabajo de este y el del personal, específicamente para un pavimento rígido el tiempo de espera para adquiriera su resistencia es largo y más aún para que entre en servicio.

1.2. Antecedentes

Velásquez, (2016) en su investigación llamada evaluación de pavimento de concreto hidráulico en el sector de la estación central ubicado en la calle 26 con avenida Caracas que hace parte de la Fase III del sistema de Transmilenio de Bogotá buscó comparar los resultados de los diseños que fueron utilizados para la construcción de la Estación Central con un diseño por las mismas metodologías en las condiciones actuales de tráfico; y establecer así, si la estructura construida

cumplirá las expectativas planteadas inicialmente, el diseño de esta investigación fue de tipo experimental, adicionalmente se realizó un inventario vial mediante el método de PCI para determinar el estado actual del pavimento y su condición operacional. Se procedió a realizar un diseño de pavimento con las características actuales en la zona las cuales se observó que en el año 2011 (año de inicio de la vía) pues no circulaban los buses biarticulados y a comparación con el estudio pues el 50% de los vehículos que transitan por esta vía son de este tipo. A la fecha el pavimento presenta una vida remanente del 73%, lo que indica que habiendo transcurrido el 25% de su periodo de diseño (es decir desde 2011 al 2016) el pavimento a presentando un buen comportamiento lo que permite confirmar que las actividades de construcción fueron las adecuadas y que el mantenimiento realizado periódicamente como cambios de sellos, reparación de fisuras y de transferencia de carga ha permitido asegurar la vida útil del mismo. (p. 124-125)

El aporte de esta tesis sugiere tener en consideración todo tipo de vehículo que transita en la vía a la cual se le ha diseñado el pavimento y tener un buen control el conteo vehicular, también nos ayudó a entender el comportamiento y los tipos de falla que se pueden presentar en los pavimentos.

Cruzado de la cruz y Rivera, (2019) en su investigación titulada influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas tuvieron como objetivo principal determinar la influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas, llegando a la conclusión que, la influencia del porcentaje de aditivo incorporador de aire en el concreto sometido a ciclos de congelamiento-deshielo es la siguiente: en el asentamiento a medida que se incrementa el porcentaje de

incorporador de aire, aumenta la trabajabilidad de la mezcla, siendo el asentamiento máximo con Air Mix 200 de 4 5/8” y con SikaAer de 4 7/8” para el uso de 0.28 % de aditivo; así también, el contenido de aire total en el concreto fresco aumenta a medida que se incrementa el porcentaje de aditivo, teniendo valores máximos de 4.1% y 4.3% para el 0.28% de aditivo Air Mix 200 y SikaAer respectivamente; por otro lado, la abrasión también aumenta a medida que se incrementa el porcentaje incorporador de aire, teniendo su valor máximo de 5.1% con Air Mix 200 y de 5.3% con SikaAer cuando el uso de aditivo es de 0.28%; el peso unitario del concreto endurecido disminuye a medida que se incrementa el porcentaje de incorporador de aire, llegando a disminuir un poco más de 100 kg/m³ para un porcentaje de aditivo de 0.28%; Finalmente, la resistencia a la compresión debido a los ciclos de congelamiento y deshielo, disminuye a medida que se incrementa el porcentaje de aditivo incorporador de aire, las muestras sin aditivo pierden el 19% de resistencia y para las mezclas con 0.04% de aditivo Air Mix 200 y SikaAer se obtienen las pérdidas más bajas, 12% y 10% respectivamente, esta investigación su diseño fue de tipo experimental.

Se analizó la resistencia a la compresión a 3, 7 y 28 días o ciclos de congelamiento de las probetas, en donde la resistencia a 3 días supera el límite mínimo del 55% de la resistencia de diseño para las dos marcas de aditivo, a excepción de los porcentajes de 0.24% y 0.28% de aditivo. La resistencia a compresión a los 7 días de nuestro concreto con aire incorporado, para todos los porcentajes, superan el requerimiento mínimo del 65% de la resistencia de diseño e incluso para los porcentajes de aditivo menores de 0.16% superan los 210 kg/cm². Por otro lado, para las probetas a 28 días se aprecian pérdidas de resistencia debido a los ciclos de congelamiento de un 19% para muestras sin incorporador de aire y

para el porcentaje de 0.04% de aditivo las pérdidas fueron de 12% y 10% para mezclas con Air Mix 200 y SikaAer respectivamente. Finalmente, también tenemos que todas nuestras resistencias a 28 días son mayores a 210 kg/cm², resistencia mínima requerida para un concreto estructural, uso al cual enfocamos nuestra investigación.

Se determinó que el óptimo porcentaje de incorporador de aire a ser utilizado es de 0.04% para las dos marcas, esto debido a que se obtiene buenos resultados de las propiedades estudiadas, principalmente la resistencia a la compresión. Tiene una adecuada trabajabilidad, cuyo asentamiento es de 3 1/8 pulgadas; posee el menor porcentaje de pérdida de resistencia a la compresión, con un valor de 10% a 12% a 28 días (28 ciclos de congelamiento); su absorción es el menor valor con un porcentaje de 3.1%; además el peso unitario es el que menos disminuye en comparación con los demás porcentajes. Así también, se concluye como óptimo los porcentajes de 0.08% y 0.12% de incorporador de aire, puesto que estos porcentajes están dentro de las recomendaciones del fabricante y además pueden usarse en uno u otro porcentaje dependiendo de la propiedad que se desee modificar en el concreto o al grado de exposición al que estará este. (pp 122-124)

El aporte de esta investigación nos indica los valores para las dosificaciones de Sika Aer, de igual manera nos da indicios de pruebas a realizarse en el concreto y los días de ensayo, cabe resaltar nos indica los porcentajes de pérdida de resistencia dándonos a conocer que debido al incorporador aire el concreto tiene a bajar su resistencia a la compresión.

Virruet (2022), en su tesis de pregrado titulada como análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificante e

incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante en la ciudad de Tacna, nos indica lo siguiente:

El nivel de investigación es de tipo aplicativo explicativo ya que tiene como objetivo principal de resolver un determinado problema, ya que la presente investigación es del tipo correlacional; se elaboró 40 probetas con una resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ de las cuales 10 fueron de concreto convencional 10 con una dosificación de 1% de superplastificante y 0.1% de incorporador de aire, 10 con una dosificación de 2% de superplastificante y 0.1% de incorporador de aire y 10 con una dosificación de 3% de superplastificante y 0.1% de incorporador de aire, para cuales se obtuvo que la resistencia a la compresión a 28 días presentó un aumento con el 1% y 2% de superplastificante, donde se observó que con la dosificación del 3% la resistencia decae por lo que, se concluyó que la mejor dosificación con el uso de superplastificante e incorporador de aire es de 2% llegando a obtener hasta 15% de aumento de la resistencia, se observó de igual manera la trabajabilidad y la colocación del concreto puesto que al ser un concreto autocompactante se tomó distintos criterios de evaluación, esta investigación es de tipo aplicada con un diseño experimental. (p.10)

El aporte de la investigación nos indica que el uso del incorporador de aire afecta a las propiedades del concreto restándole trabajabilidad, no obstante el superplastificante resta, por lo que se tomó en cuenta el uso de un aditivo plastificante para mantener esta trabajabilidad, el incorporador de aire como indica a 0.1% es uno de los valores dentro de la ficha técnica debido a esto es que se tomara como referencia lo indicado en la ficha técnica para la evaluación de nuestra investigación.

Flores y Quispe, (2021) en su investigación titulada evaluación de la adición de aditivo incorporador de aire para mejorar la resistencia de concreto a bajas temperatura en la ciudad de Puno, nos indican lo siguiente:

La presente investigación su diseño fue de tipo experimental, se tuvo como objetivo principal, determinar la cantidad optima de aditivo incorporador de aire para mejorar la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a bajas temperaturas en el distrito de Ananea-Puno, llegando a la conclusión que, al realizarse los ensayos correspondientes para analizar la evolución de la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7,14, 21 y 28 días de edad producido a bajas temperaturas en el distrito de Ananea región puno, adicionando las cantidades 15, 30 y 40 gr. de aditivo incorporador de aire en base a agentes tensoactivos respectivamente, se logró alcanzar la resistencia especificada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en un número mayor de muestras al adicionar 40 gr. del incorporador de aire por bolsa de cemento, mejorando la resistencia a la compresión del concreto requerida, obteniendo un porcentaje promedio de 106.48% a los 28 días; al efectuar el diseño y producción de un concreto sin aditivo incorporadores de aire, diseñada con una resistencia de 210 kg/cm^2 , la resistencia desarrollada a los 7 días, 14 días, 21 días y 28 días de edad, dan valores de resistencia menores a la esperadas, sin embargo se manifiesta que durante los primeros 14 días ha desarrollado la mayor cantidad de su resistencia habiendo alcanzado el 62.39 % de la resistencia de diseño. El resultado registrado a los 28 días a dado un valor final de 162.05 kg/cm^2 , que significa el 78.18 % de la resistencia de diseño; lo que debe de interpretarse de que el 22. 82 % faltante se refiere a la disminución de resistencia por los problemas originados por las bajas temperaturas al agua del concreto que posiblemente lo haya tenido al borde del congelamiento. (p.

83)

El aporte de la investigación nos indica que la resistencia a la compresión varía de acuerdo al ciclo de congelamiento y deshielo, nos dice que el concreto sufre una reducción de hasta el 34 % a edad de 14 días y de 22 % a edad de 28 días por lo que se tomó en consideración las dosificaciones y se planteó en trabajar con valores similares, puesto a que se está empleando en otro clima se espera que estos porcentajes de pérdida de resistencia se vean disminuidos.

Gonzales, (2018) en su investigación titulada evaluación de la eficiencia del uso de aditivos en la producción de concreto a bajas temperaturas en la región Puno, nos indica lo siguiente:

Esta investigación su diseño fue de tipo explicativa con un enfoque cuantitativo, tuvo como objetivo evaluar la eficiencia del uso de aditivos en la producción de concreto a bajas temperaturas en la Región de Puno, llegó a la conclusión que, el aditivo incorporador de Aire más eficiente es Sika Aer, debido a que el concreto elaborado con este aditivo es el que desarrolló, en promedio, mayor resistencia a la compresión a los 28 días que las muestras elaboradas con los otros aditivos alcanzando una eficiencia del 92%, por otro lado, Chema Entrampaire alcanzó una eficiencia de 88% y Z Aer 84% de eficiencia; si bien ninguno de los tres aditivos hizo que el concreto producido a bajas temperaturas alcance la resistencia de diseño a los 28 días, los tres aditivos cumplen el objetivo de cuidar el normal desarrollo de su resistencia en bajas temperaturas, siendo el concreto con aditivo Sika Aer el de mayor resistencia desarrollada alcanzando 193.27 kg/cm³ de resistencia a la compresión, el concreto con aditivo Chema Entrampaire alcanzó una resistencia de 184.69 kg/cm² y el concreto con aditivo Z Aer 177.07 kg/cm²; elaborar un concreto con aire incorporado que resista las bajas temperaturas, tanto en la

elaboración como en la etapa de fraguado y endurecimiento, produce un incremento en el costo de producción de 4.5% a 6.3% en relación con el costo de producción de un concreto convencional. (pp. 171-172)

El aporte de esta investigación nos hace referencia que entre distintas marcas de aditivos cual tiene un mejor desempeño tanto en resistencia como en las propiedades en estado fresco del concreto fue el Sika Aer por lo que definimos el uso de este aditivo para la presente investigación con fin de contrastar lo planteado en la investigación anterior.

1.3. Bases Teóricas

1.3.1. El cemento

“El cemento Pórtland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda.” Norma Técnica Peruana NTP 334.009, (2005, pág. 4)

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

1.3.1.1. Composición Química

Los componentes químicos del cemento Pórtland se expresan por el contenido de óxidos, en porcentajes. Los principales óxidos son: la cal, sílice, alúmina y el óxido férrico, siendo el total de éstos del 95% al 97%. En pequeñas cantidades también se presentan otros óxidos: la magnesia, el anhídrido sulfúrico, los álcalis y otros de menor importancia.

Tabla 1.
Composicion Quimica del Cemento Portland

Oxido componente	Porcentaje Típico	Abreviatura
CaO	58%-67%	C
SiO ₂	16%-26%	S
Al ₂ O ₃	4%-8%	A
Fe ₂ O ₃	2%-5%	F
SO ₃	0.1%-2.5%	
MgO	1%-5%	
K ₂ O y Na ₂ O	0%-1%	
Mn ₂ O ₃	0%-3%	
TiO ₂	0%-0.5%	
P ₂ O ₃	0%-1.5%	
Perdida x calcinación	0.5%-3%	

Nota. Principales componentes del cemento portland Torre, (2004, pág. 10)

Tabla 2.
Compuestos Quimicos del cemento Portland

Designación	Formula	Abreviatura	Porcentaje
Silicato Tricálcico	3CaO.SiO ₂	C ₃ S	30% a 50%
Silicato Dicálcico	2CaO.SiO ₂	C ₂ S	15% a 30%
Aluminato tricálcico	3CaO.Al ₂ O ₃	C ₃ A	4% a 12%
Ferroaluminato tetracalcico	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C ₄ AF	8% a 13%
Cal libre	CaO		
Magnesia libre	MgO		

Nota. Principales compuestos químicos del cemento portland Torre, (2004, pág. 10)

1.3.1.2. Propiedades de los compuestos Principales

Torre, (2004) nos dice que el silicato tricálcico se hidrata y endurece rápidamente, es el más importante de los compuestos del cemento, determina la rapidez o velocidad de fraguado, determina la resistencia inicial del cemento, libera gran cantidad de calor de hidratación es equivalente a 120 cal/gr.

Este compuesto tiene mucha importancia en el calor de hidratación de los cementos, contribuye una buena estabilidad de volumen y contribuye a la resistencia al intemperismo. (p.11)

Torre, (2004) nos dice que la belita contribuye con las resistencias a edades mayores a una semana, por su porcentaje en el Clinker es el segundo en importancia, se hidrata y endurece con lentitud, alcanza elevada resistencia a la compresión a largo plazo (después de prolongado endurecimiento), el valor de hidratación es equivalente a 63 cal/gr, contribuye a la resistencia al intemperismo junto al C3S y su contribución a la estabilidad de volumen es regular. (p.11)

Torre, (2004) nos dice que el aluminato tricálcico es el primero en hidratarse, o sea fragua con mucha rapidez (hidratación violenta), libera gran cantidad de calor durante los primeros días de la hidratación, incide levemente en la resistencia mecánica, tiene baja resistencia al intemperismo (acción del hielo y deshielo), tiene mala estabilidad de volumen, escasa resistencia a la acción del ataque de los sulfatos y ataques químicos y calor de hidratación equivalente a 207 cal /gr (p.12)

Torre, (2004) nos dice que el ferro aluminato tetra cálcico reduce la temperatura de formación del Clinker, rápida velocidad de hidratación, el

calor de hidratación es equivalente a 100 cal/gr (moderado), en la resistencia mecánica no está definida su influencia y la estabilidad de volumen es mala. (p.12)

1.3.2. Tipos de Cemento

Torre, (2004, pág.14), nos indica que “según los tipos de cemento producidos en Perú que consisten en Clinker Portland con solo un porcentaje determinado de sulfato de calcio (yeso).”

Tipo I.

Torre, (2004), nos dice que “para usos que no requieren otro tipo de propiedades especiales, para estructuras de hormigón y mortero de uso general, y si no se requieren propiedades específicas, se utiliza en hormigones que no estén expuestos a los efectos de factores agresivos, como la presencia de sulfatos, en tierra o en agua.”(pág.19)

Tipo II.

Torre, (2004), nos dice que “para uso general y especialmente cuando se desea una moderada resistencia a los sulfatos o un moderado calor de hidratación, en obras donde se requiere una moderada resistencia al efecto de los sulfatos (estructuras drenantes) y/o un moderado calor de hidratación (resultado de la hidratación del cemento), Se recomienda su uso en edificaciones, instalaciones industriales, puentes obras protuarias, perforaciones y en general en todas las grandes estructuras y climas cálidos.” (pág.19)

Tipo III.

Torre, (2004) nos dice que, “para uso donde se requiera alta resistencia inicial, para trabajos que requieran alta resistencia a edades tempranas, normalmente menos de una semana (antes de la puesta en marcha y también en zonas frías.” (pág.19)

Tipo IV.

Torre, (2004)nos dice que, “ utilizar cuando se desea un bajo calor de hidratación, se necesita un bajo calor de hidratación para obras con edificaciones, represas, centrales hidroeléctricas y grandes masas de concreto, además se debe tener en cuenta que en este cemento desarrolla resistencia a menor velocidad que la de otros cementos.” (pág. 19)

Tipo V.

Torre, (2004) nos dice que, “para obtener una alta resistencia a los sulfatos, además de las propiedades de Tipo II, se recomienda para aplicaciones donde se requiere una alta resistencia a los sulfatos. Esto aplica para obras portuarias en contacto con agua de mar, como también en canales, alcantarillas, túneles y en suelos con alto contenido de sulfatos. Estos cementos desarrollan resistencia menor rapidez que los cementos tipo I, entonces aumentan su resistencia a los sulfatos.” (pág.19)

1.3.3. Agua para el concreto

Las aguas potables y aquellas que no tengan sabores u olores pueden ser utilizadas para preparar concreto, sin embargo, algunas aguas no potables también pueden ser usadas si cumplen con algunos requisitos, en nuestro país es frecuente

trabajar con aguas no potables sobre todo cuando se tratan de obras en las afueras de las ciudades. Torre, (2004, pág. 29)

El agua utilizada en la producción de concreto debe cumplir con los requisitos (Norma Técnica Peruana NTP 339.088, 2014), “de preferencia potable. Bajo la normativa NTP 339.088, 2014, no se registra criterios en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua, esta norma considera obtimo la preparación y curado del conreto con aquellas aguas cuyo contenido de sustancias disueltas esta comprendidos dentro de los siguientes límites.

Tabla 3.

Límites Permisibles para aceptación del agua

Descripción	Límite Permissible		
Sólidos en suspensión	5000	p.p.m	máximo
Materia orgánica	3	p.p.m	máximo
Alcalinidad	1000	p.p.m.	máximo
Sulfato	600	p.p.m.	máximo
Cloruros	1000	p.p.m.	máximo
pH		5 a 8	

Nota. Norma Técnica Peruana NTP 339.088,(2014)

1.3.3.1. Agua para el curado

Según Pasquel, (1998) nos indica lo siguiente:

En general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado, y por otro lado en las obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto. No obstante lo mencionado, si revisamos lo ya

evaluado con respecto al mecanismo de hidratación del cemento y la estructura de la pasta, podemos concluir, que el agua adicional que puede contribuir a hidratar el concreto proveniente del curado, representa una fracción solamente del agua total (alrededor de la quinta parte en volumen absoluto), por lo que las limitaciones para el caso del agua de curado pueden ser menos exigentes que en el caso del agua de mezcla, pudiendo aceptarse reducirlas a la mitad en la mayoría de los casos.

Otro factor que incide en esta consideración es que el agua de curado permanece relativamente poco tiempo en contacto con el concreto, pues en la mayoría de especificaciones el tiempo máximo exigido para el curado con agua no supera los 14 días. Una precaución en relación al curado con agua en obra empleando el método usual de las "arroceras", es decir creando estancamiento de agua colocando arena ó tierra en los bordes del elemento horizontal, consiste en que hay que asegurarse que estos materiales no tengan contaminaciones importantes de sales agresivas como cloruros o sulfatos, que entrarían en solución y podrían ocasionar efectos locales perjudiciales, si por falta de precaución o descuido permanecen en contacto con el concreto durante mucho tiempo. (págs. 35 - 36)

1.3.4. Agregado para el concreto

Según Pasquel, (1998) nos indica lo siguiente:

Los agregados en el concreto ocupan alrededor de las tres cuartas partes del volumen, de ahí la justificación para su adecuada selección, además que agregados débiles podrían limitar la resistencia del concreto por otro parte son estos elementos los que proporcionan una estabilidad volumétrica al concreto y durabilidad, Se define como

agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

Los agregados finos son comúnmente identificados por un número denominado Módulo de finura, que en general es más pequeño a medida que el agregado es más fino. La función de los agregados en el concreto es la de crear un esqueleto rígido y estable lo que se logra uniéndolos con cemento y agua (pasta). Cuando el concreto está fresco, la pasta también lubrica las partículas de agregado otorgándole cohesión y trabajabilidad a la mezcla. Para cumplir satisfactoriamente con estas funciones la pasta debe cubrir totalmente la superficie de los agregados. (págs. 43 - 45)

1.3.4.1. Propiedades del agregado

Densidad

Pasquel, (1998) nos dice que, depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario. Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción. (pág. 47)

Porosidad

Pasquel, (1998) nos dice que, la palabra porosidad viene de poro que significa espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado

es una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de éste, puede influir en la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad. (pág. 47)

Reacción Alkali-Sílice

Pasquel, (1998) nos dice que, los álcalis en el cemento están constituidos por el Óxido de sodio y de potasio quienes en condiciones de temperatura y humedad pueden reaccionar con ciertos minerales, produciendo un gel expansivo Normalmente para que se produzca esta reacción es necesario contenidos de álcalis del orden del 0.6% temperaturas ambientes de 30°C y humedades relativas de 80% y un tiempo de 5 años para que se evidencie la reacción. (pág.49)

Reacción Alkali-carbonatos

Pasquel, (1998) nos dice que, “se produce por reacción de los carbonatos presentes en los agregados generando sustancias expansivas, en el Perú no existen evidencias de este tipo de reacción.” (pág.50)

1.3.5. Adiciones para el concreto

Según Pasquel, (1998) nos indica lo siguiente:

Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto. El comportamiento de los diversos tipos de cemento Portland está definido dentro de un esquema relativamente rígido, ya que, pese a sus diferentes

propiedades, no pueden satisfacer todos los requerimientos de los procesos constructivos. Existen consecuentemente varios casos, en que la única alternativa de solución técnica y eficiente es el uso de aditivos. Al margen de esto, cada vez se va consolidando a nivel internacional el criterio de considerar a los aditivos como un componente normal dentro de la Tecnología del Concreto moderna ya que contribuyen a minimizar los riesgos que ocasiona el no poder controlar ciertas características inherentes a la mezcla de concreto original, como son los tiempos de fraguado, la estructura de vacíos, el calor de hidratación, etc. Cualquier labor técnica se realiza más eficientemente si todos los riesgos están calculados y controlados, siendo los aditivos la alternativa que siempre permite optimizar las mezclas de concreto y los procesos constructivos. (pág. 68)

1.4. Formulación del problema

¿De qué manera influye la incorporación del Sika Aer en el diseño de un pavimento rígido de 28 Mpa evaluando su resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y succión capilar, Trujillo 2022?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Evaluar la influencia que presenta el Sika Aer en el diseño de un pavimento rígido de 28 Mpa en su resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y succión capilar, Trujillo 2022.

1.5.2. Objetivos Especificos

- Determinar las características de los agregados bajo las normativas vigentes (Normas Técnicas Peruanas)

- Elaborar los diseños de mezclas para las variaciones porcentuales de Sika Aer en un pavimento rígido de 28 Mpa.
- Determinar los valores de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y succión capilar de un pavimento rígido de 28 Mpa con las variaciones porcentuales de adición de Sika Aer.
- Determinar el porcentaje de adición óptimo de Sika Aer para el diseño de un pavimento rígido de 28 Mpa.
- Señalar y determinar el costo-beneficio de producir un m³ de concreto con la dosificación óptima del aditivo Sika Aer.

1.6. Hipótesis

La adición porcentual del aditivo Sika Aer en la elaboración de un concreto de 28 Mpa con fines de pavimentos presentará un impacto positivo en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y succión capilar de dicho concreto en la ciudad de Trujillo, 2022.

1.6.1. Hipótesis específica

- La adición de aditivo Sika Aer al 0.03% presentará un impacto en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y succión capilar de un concreto de 28 Mpa con fines de pavimentación en la ciudad de Trujillo 2022.
- La adición del aditivo Sika Aer al 0.06% presentará un impacto en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y succión capilar de un concreto de 28 Mpa con fines de pavimentación en la ciudad de Trujillo 2022.

- La adición del aditivo Sika Aer al 0.09% presentará un impacto en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y succión capilar de un concreto de 28 Mpa con fines de pavimentación en la ciudad de Trujillo 2022.
- La adición del aditivo Sika Aer al 0.12% presentará un impacto en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y succión capilar de un concreto de 28 Mpa con fines de pavimentación en la ciudad de Trujillo 2022.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Por el Propósito:

La investigación es aplicada debido a que el investigador ya conoce el problema del estudio, por lo que se utiliza para dar respuestas a preguntas específicas. En este tipo de investigación el énfasis del estudio está en la resolución práctica de problemas, se centra específicamente en cómo se pueden llevar a la práctica las teorías generales. Rubio Jacobo, Luis (2014)

2.2. Diseño de Investigación

Hipotéticamente la variable o variables independientes en una investigación, son la causa por la que se produce un supuesto efecto, de allí el interés del investigador sobre ella. Esta afectación es analizada al realizar un experimento, así se obtiene evidencia de la relación causal, se manipula dicha variable y se observa la variación o invariación de la dependiente. Manual de estadística UPN (2014, pág. 9).

Tabla 4.

Grupo de control y prueba

Grupo	Pre prueba	Tratamiento	Post Prueba
GE	O1	X: adición de Sika Aer	O2: resistencia a la compresión, tracción y succión capilar
GC	O3	Sin aditivo	O4: Resistencia a la compresión, tracción y succión capilar

Nota. Detalla el grupo de control y el grupo de prueba con el tratamiento que presenta en este caso es el Sika Aer.

2.3. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de la investigación	Escala de Medición
Independiente. Aditivo Incorporador de Aire Sika Aer	Aditivo elaborado a base de agentes tensoactivos que adicionando al hormigón genera microburbujas que se reparten uniformemente en la masa del hormigón. (Sika Building Trust, 2016).	Se determinará la influencia que presente el uso del aditivo Sika Aer en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.	Prop. Físicas	Resistencia a la compresión	Guía de observación	Kg/cm ²
Dependiente. Concreto rígido con fines de pavimentación	Mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y estar recubierto por la	Al concreto de 28 Mpa con fines de pavimentación se le considerara tanto en el grupo de control como sus variantes con el Sika Aer, y evaluar su influencia.	Prop. Mecánicas	Temperatura Peso Unitario Slump		°C Kg/cm ³ Pulgadas

misma pasta. (Abanto

Castillo, 2009, pág. 13)

Nota. Elaboración propia.

2.4. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Según (Florez y Quispe, 2021) citado por (Hernández et al. 2014 pág. 174)

“Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”, la población son todas las probetas elaboradas para la investigación, las cuales serán de concreto convencional y con adiciones porcentuales de Sika Aer para un pavimento rígido de concreto 28 Mpa.

2.5. Muestra

Es una sección o parte de la población. También puede denominarse conjunto de unidades muestrales seleccionadas de marco muestral o de varios marcos muestrales. El número de elementos de la muestra se indica mediante “n”. (Rubio Jacobo, 2014).

2.5.1. Técnicas de muestreo

La técnica de muestreo utilizada es probabilística estratigráfica, ya que esta técnica permite dividir toda la población objeto de estudio en diferentes subgrupos o estratos disjuntos de manera que un individuo (testigo) sólo puede pertenecer a un estrato ya definido. (Rubio Jacobo, 2014, pág. 20)

2.5.2. Tamaño de muestra

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

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 experto o distribución de la variable de interés.
- E= Error del muestreo en % del estimador o en absoluto (unidades). Fijada por el investigador. (11.30%)

n_0 = Tamaño de la muestra

En la investigación titulada “Incidencia de los aditivos incorporadores de aire en la resistencia del concreto en climas de baja temperatura de la provincia el Collao -2017, presentada por Machaca Colque, Wilber, estudio el uso del aditivo Sika Aer obteniendo resultados de resistencia a la compresión a edad de 28 días los cuales fueron sustraídos para poder calcular el tamaño de la muestra de nuestro proyecto, Calculando así la Desviación estándar y el error del muestreo.

Tabla 5.

Resultados de resistencia a la compresión antecedente

Antecedente de Resistencia a la compresión			
	Sika Aer 0.02%	Sika Aer 0.07%	Sika Aer 0.12%
Resistencia a la compresión a 28 días	273.8	251.65	240.88
	270.66	248.79	239.07
	273.39	246.2	236.45

Nota. Resultados de resistencia a la compresión de la investigación de Machacaa Colque, Wilber

Se obtuvo los siguientes valores de desviación estándar y error, para un nivel de confianza del 95% ($Z = 1.96$)

$$S = 15.16$$

$$E= 11.30$$

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

$$n_0 \geq \frac{z^2 S^2}{E^2} = \frac{(1.96)^2 (15.16)^2}{(11.30)^2} \tag{1}$$

$$n_0 = 6.91 \cong 7$$

- ✓ 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 6.

Cantidad de Probetas para los ensayos del concreto

R a/c	Patrón	0.03%	0.06%	0.09%	0.12%	Total
		Sika Aer	Sika Aer	Sika Aer	Sika Aer	
07 días	07	07	07	07	07	35
14 días	07	07	07	07	07	35
28 días	07	07	07	07	07	35

Nota. Cantidad de testigos a realizar para las pruebas de resistencia a la compresión

2.6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.6.1. Técnica de recolección de datos

Se realizó bajo la técnica de la observación, la cual nos permite recopilar información en cuanto a la caracterización de los agregados, así como los resultados en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y succión capilar de un pavimento rígido de concreto 28 Mpa.

2.6.2. Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos a emplearse para la recolección de datos son, la guía de observación puesto que se anotará todos los cambios y los resultados de los ensayos a realizarse tanto para los agregados como para el concreto, ficha resúmenes las cuales contarán con la información final (resultados de cada ensayo, las fichas se encontrarán en Anexo II, avalados por especialista Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar, CIP 212543).

2.6.3. Técnica de análisis de datos

Para análisis de los resultados obtenidos en la prueba de resistencia a la compresión, se realizará un análisis estadístico (análisis de la varianza o anova de un factor) para este análisis es necesario conocer que los resultados de la resistencia a la compresión presenten una distribución normal y tengan una confiabilidad mayor a 75%.

2.6.4. Instrumento de análisis de datos

Se procesará los datos obtenidos en el laboratorio (resistencia a la compresión) los cuales serán evaluados dentro de programa SSPS versión 26 en el cual se observará la distribución normal y confiabilidad de dichos resultados, paso siguiente se realizara el análisis de la varianza en donde se observará que porcentaje de adición de Sika Aer tiene mayor influencia en el diseño de un pavimento rígido de 28 Mpa, se utilizara las hojas de Excel para graficar las curvas de desarrollo de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y succión capilar.

2.7. Procedimiento

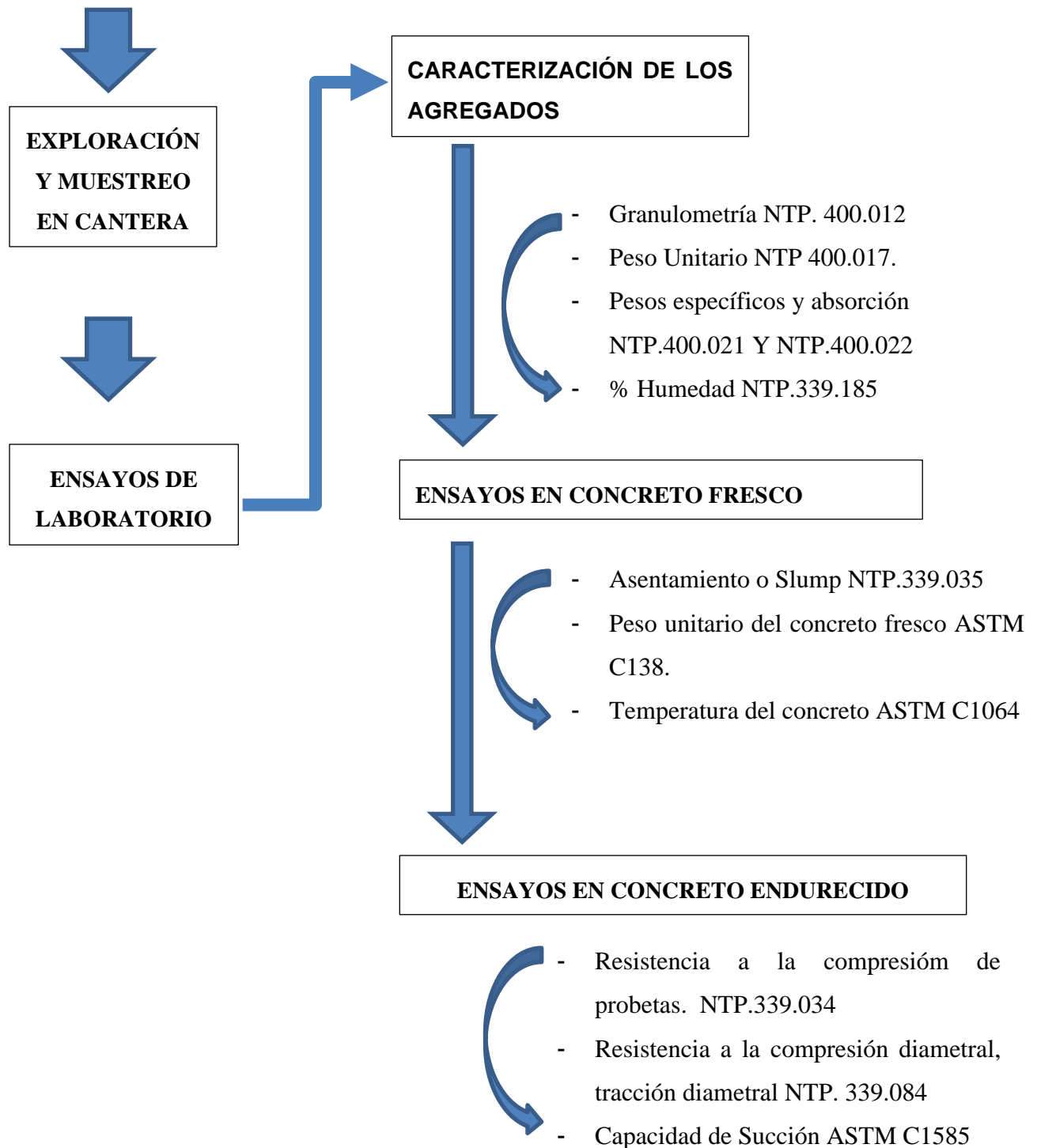
Esta investigación se realizó considerando el método científico, siguiendo lineamientos que permitieron estructurarla y sistematizarla de tal manera que su desarrollo se puede resumir en la siguiente gráfica.

Gráfica 1. Procedimiento de la investigación



Durante la elaboración de ensayos de laboratorio, se realizaron diversos procedimientos, normados y sustentados en la tecnología de concreto, así, se desarrollaron ensayos de caracterización de agregados, diseños de mezcla de concreto, ensayos en concreto fresco y endurecido como indican las Normas Técnicas Peruanas, lo que permitió obtener los resultados de esta investigación, su reporte y discusión. Los ensayos de laboratorio se detallan en el siguiente esquema.

PROCEDIMIENTO METODOLOGICO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN



2.7.1. Granulometría y Modulo de Finura

- El procedimiento de esta metodología se realizó siguiendo lo indicado en la NTP. 400.012. Analisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- Para ello, se procedió a secar la muestra de ambos agregados por 24 horas en un horno eléctrico a 110°C. Una vez secos los agregados, se procedió a pesar 01 kg de arena aproximadamente y 2 kg de grava.
- Se ordenaron los tamices de mayor a menor diámetro, y se paso cada una de las muestras pesadas, de esta manera se determina el valor de peso de material retenido en cada malla, con estos valores podemos determinar la distribución de las partículas.
- Con una serie de cálculos de materiales retenidos, porcentajes retenidos, retenidos acumulados, podemos determinar el porcentaje que pasa cada diámetro de abertura, y así determinar nuestra curva granulométrica para cada agregado y verificar su cumplimiento en sus rangos permisibles según la NTP 400.012. Asimismo podemos determinar el modulo de finura de la arena, con la siguiente expresión:

$$M. F_{(Ag.fino)} = \frac{\sum \text{Peso retenido acumulado en malla } N^{\circ} 04,08,16, 30, 50, 10}{100}$$

2.7.2. Peso Unitario Suelto y Compactado

- La metodología de este ensayo se puede encontrar en la norma técnica peruana NTP 400.017. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados.
- El procedimiento de este ensayo consistió en obtener una muestra representativa aproximadamente dos veces el volumen del molde, para este

caso se utilizó un balde (20L) como muestra, derivado de un cuarteo del material obtenido de cantera.

- Con ayuda de un recipiente metálico, el cual se encontraba calibrado (con masa y volumen, previamente conocidos). Para el caso de peso unitario suelto se dejó caer material dentro del recipiente hasta exceder su capacidad, para posteriormente, enrrazar con ayuda de una varilla metálica, que según NTP.400.017. debe ser de acero liso redondeada de 5/8 de pulgada de diámetro con una longitud de 60 cm, teniendo en sus extremos una foma redondeada tipo semi-esférica. De esta forma se registró el peso de la muestra dentro recipiente.
- Para el caso del procedimiento de peso unitario compactado, en el mismo recipiente metálico se vierte la muestra en 03 capas homogéneas, y cada capa se compactó con 25 golpes de varilla de 5/8 de pulgada, los golpes deben ser enérgicos y distribuidos en casi toda la superficie del recipiente. Al igual que en el caso anterior, se rasa una vez compactada la tercera capa y se registró el peso de material compactado en el recipiente.
- El cálculo se determina la relación masa de muestra dentro del recipiente entre el volumen del recipiente, de esta manera se obtiene el peso unitario o densidad en unidades de kg/m^3 , lo que se describe en la siguiente ecuación:

$$\text{Peso Unitario} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{P_{\text{recipiente+muestra}} - P_{\text{recipiente}}}{V_{\text{recipiente}}}$$

2.7.3. Pesos Específico y Absorción del Agregado Grueso

- El procedimiento de la metodología se encuentra en la NTP. 400.021. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso de la interpretación de la norma, seguimos el procedimiento siguiente.
- Se procedió a dejar en inmersión dentro de un balde (20L) una muestra de agregado grueso (aproximadamente un tercio del balde) durante un periodo de 24 horas, el nivel de agua debe ser minimamente 2 pulgadas por encima del nivel de agregado.
- Una vez pasada las 24 horas, se retiró el agregado del agua y se procedió a secar superficialmente el agregado con ayuda de pañitos absorbentes, se secó hasta que la superficie de la grava pierda brillo, de esta manera se obtuvo una muestra de agregado grueso en condición saturada superficialmente seca (SSS). Se registró el peso de la muestra SSS.
- La misma muestra SSS, se procedió a llevar a una canastilla sumergida en agua conectada a una balanza, a fin de determinar su peso sumergido. Esto nos permitió conocer el empuje relacionado al volumen que tiene el agregado. Una vez sumergido el agregado dentro de la canastilla, se registró su peso.
- Una vez realizados los pasos anteriores se retiró todo el material de la canastilla a un recipiente y se lleva al horno por un periodo de 24 horas a una temperatura de 110°C, a fin de determinar su peso seco.
- Con los datos de peso seco (A), peso SSS (B) y peso sumergido (C) del agregado, y con las ecuaciones siguientes determinamos el peso específico (Pem) expresado en g/cm³ y absorción (%).

$$\text{Peso específico de masa } \left(\frac{g}{cm^3}\right) = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

2.7.4. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

- La normativa de este ensayo se describe en la norma técnica peruana NTP. 400.022. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.
- Para este ensayo, al igual que el ensayo anterior, se procedió a dejar una muestra de arena inmersa en agua durante un periodo de 24 horas. Una vez pasada las 24 horas se retiró el agua de la muestra y se procedió a secar el material de manera superficial con ayuda de una estufa.
- Se llevó la arena a condición saturada superficialmente seca, esto se corrobora con una prueba en cono trunco metálico, en la cual se vierte el material SSS dentro del cono trunco y se apisona con 25 veces con un pisón de mano, en la prueba se identifica si al levantar el cono se mantiene intacto (necesita mayor tiempo de secado), si se desmorona por completo (se habrá secado en demasía y se descarta la muestra), y si queda núcleo intacto y sus bordes han caído, se considera que el material se encuentre en condición saturada superficialmente seca.
- Una vez llevada la muestra a condición SSS, se procedió a pesar una muestra de 500 gramos, asimismo, se pesa una fiola, la misma fiola con agua hasta su marca de volumen, y posteriormente la fiola con la muestra en condición SSS y agua hasta la marca de volumen; en esta última se deberá rolar la fiola con muestra y agua, para eliminar los vacíos.

- Posteriormente, todo el material dentro de la fiola se lleva a un recipiente y se introduce al horno por un periodo de 24 horas , o más de ser necesario, con la finalidad de determinar la masa seca de la muestra.
- Con el registro de los datos de volumen del frasco (V), peso en gramo de agua añadida en frasco (V_a) y peso seco de la muestra (W_o), se determinó los valores de peso específico de masa (g. /cm³) y absorción (%) del agregado fino, con las siguientes ecuaciones :

$$Pem \left(\frac{g}{cm^3} \right) = \frac{W_o}{V - V_a} \times 100$$

$$Absorción (\%) = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$$

2.7.5. Contenido de Humedad

- Este ensayo se realizó según la NTP.339.185. Método de ensayo normalizado para contenido total de humedad evaporable en agregados por secado.
- En la norma se indica que se debe pesar una muestra de agregado y se procedió a pesar su masa húmeda (en condiciones naturales a las encontradas en campo), posteriormente se introdujo la muestra a un horno eléctrico a una temperatura constantes de 110°C por un periodo de 24 horas.
- Una vez pasadas las 24 horas, se retiró la muestra del horno, se esperó a que enfríen y se procedió a pesar la masa seca de las muestras de agregados.
- De este procedimiento se obtuvo el contenido de humedad mediante la división de la diferencia de agua calculada entre la masa seca de la muestra, derivando en la siguiente ecuación:

$$\% Humedad = \frac{Peso húmeda - Peso seco}{Peso seco} \times 100$$

2.7.6. Diseño de mezcla de concreto

Con los datos de la caracterización de los agregados (datos de modulo de finura, pesos unitarios, pesos específicos y absorción, y contenido de humedad) se determino el diseño de concreto; con apoyo de la norma E060 de Concreto Armado la cual cita recomendaciones del ACI (American Concrete Institute), se realizaron los cálculos de las proporciones de cada material incidente en la mezcla de concreto. Se elaborará el diseño de mezcla siguiendo una serie de pasos:

- Se determinó el f'_{cr} , o resistencia requerida en este caso se plantea hacer un concreto de 280 kg/cm² con baja desviación estándar por ello y debido al control de laboratorio no se sumara el factor +84 kg/cm², de esta manera se determinó el factor agua-cemento a/c para el calculo del factor cemento o el peso del cemento para un metro cúbico .
- Con apoyo de las tablas ACI, considerando el TMN del agregado grueso (1/2”) y el Slump elegido (3 a 4”), se determinó la cantidad de agua dentro del diseño.
- Luego, con apoyo de los valores de peso unitario y peso específico se determinó los volúmenes y pesos de los agregados para un metro cubico de concreto. Posteriormente, se realizó la corrección por humedad y absorción y se determinaron los pesos de los agregados corregidos para un metro cúbico. Se definieron las tandas y se realizó un cubicaje para las tandas reducidas que se realizaron en laboratorio.

2.7.7. Ensayo de Concreto Fresco

2.7.7.1. Asentamiento o Slump del Concreto

- La NTP.339.035. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland, nos brinda las pautas para el desarrollo de este ensayo.
- Para ello se utilizó el cono de Abrams (cono trunco metálico, que posee agarraderas y en su base unas extensiones para pisar).
- Se vertió concreto en 03 capas similares en altura y se compacta con la varilla lisa de 5/8 de pulgada con 25 golpes a cada capa de concreto. Una vez rasada compactada y rasada la última capa se procede a limpiar excesos y retirar el cono, de manera que se de paso a que el concreto se asiente.
- Se determinó el asentamiento como la distancia entre la varilla (en posición horizontal sobre el cono) hacia la distancia del concreto asentado, el cual se reporta como el valor de asentamiento o Slump del concreto.

2.7.7.2. Peso Unitario del concreto

- Este ensayo se encuentra normada por la NTP.339.046. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del homigón (concreto).
- El ensayo de peso unitario, al igual que su similar en los agregados, consistió en verter una muestra de concreto en 03 capas dentro de un recipiente metálico que se compactó con 25 golpes de varilla lisa de 5/8 de pulgada y se complementa con golpes de mazo de goma en el perímetro del recipiente, a fin de cerrar los vacíos producto del varillado. Una vez varillada la última capa se rasa y se procedió a eliminar excesos, para registrar el peso de la muestra compactada en el recipiente.

$$P.U.c^{\circ} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{P_{recipiente+concreto} - P_{recipiente}}{V_{recipiente}}$$

2.7.7.3. Control de temperatura

- Para el control de la temperatura seguimos los lineamientos de la NTP 339.184. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).
- El ensayo consistió en introducir un termómetro en la muestra de concreto, hasta que la lectura del termómetro se estabilice, una vez establecido el valor indicado se expresa como la temperatura de la mezcla.

2.7.7.4. Confección de Probetas Cilíndricas

- La confección de probetas se encuentra en la norma técnica NTP.339.033. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.
- Para las probetas de nuestra investigación con diámetro de 4” y altura de 8”, se confeccionaron probetas cuyo procedimiento consistió en vertir concreto en dos capas, compactando cada capa 25 veces con una varilla de 3/8 de pulgada de diámetro y una longitud de 30 centímetros. También se aplicaron golpes con mazo de goma para cerrar los vacíos producto del varillado.
- Una vez compactadas ambas capas, se procedió a enrasar la cara superior, de tal manera que el acabado no contenga tantos poros y sea una superficie más o menos lisa. Una vez hecho esto, se recomienda no mover el espécimen.

2.7.8. Ensayos en concreto endurecido.

2.7.8.1. Resistencia a Compresión de Probetas Cilíndricas

- La norma técnica que rige este procedimiento se encuentra en la NTP.339.034. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

- El ensayo consiste en la aplicación de carga a compresión axial a los cilindros confeccionados a una velocidad normalizada hasta que ocurra la falla.
- La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada en el ensayo, entre el área de la sección transversal de la probeta (para esto se toma medidas del diámetro de la probeta).

$$\text{Resistencia a compresión} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{\text{Carga Máxima de rotura}}{\text{Área de sección transversal de la probeta}}$$

2.7.8.2. Ensayo de tracción del concreto

- El ensayo se encuentra normado por la NTP. 339.084. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
- En este ensayo se aplicó fuerza de compresión diametral en toda la longitud de la probeta cilíndrica de concreto, hasta que ocurra la falla.
- Para el ensayo se utilizaron listones delgados de madera, de tal manera que la cara se reparte de manera uniforme en toda la longitud de la probeta cilíndrica.
- Esta carga induce un esfuerzo de tracción en el plano bajo la carga y un elevado esfuerzo de compresión en el área inmediata alrededor de la carga aplicada. La resistencia por tracción diametral se determinó como 2 veces la carga entre la longitud de cuerda del elemento, como en la siguiente expresión:

$$\text{Resistencia a tracción} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{2 \text{ Carga de rotura}}{\pi \cdot \text{Longitud}_{\text{probeta}} \cdot \text{Diámetro}_{\text{probeta}}}$$

2.7.8.3. Ensayo de Succión del concreto

- El ensayo se encuentra normado por la ASTM C1585 Método de prueba estándar para la medición de la tasa de absorción de agua para hormigones de cemento hidráulico.

- Este ensayo consistió en colocar muestras de concreto (de cada diseño de mezcla realizado) de 5 centímetros de altura, para lo cual se cortaron los especímenes con un disco para concreto. Obtenidos los especímenes de concreto se procedió a secar en el horno por un período de 24 horas a 110°C.
- Una vez secados los especímenes se procedió a impermeabilizar el perímetro de los cilindros, ya sea con pintura impermeabilizante o con cinta adhesiva. A fin de evitar que ocurran afectaciones de agua derivado de la superficie, solo se deja libre la cara inferior que estará en contacto directo con el agua.
- Se colocaron los especímenes sobre una superficie nivelada dentro de una bandeja, se procedió a pesar las masas de cada muestra en condición, para posteriormente sumergirlas en agua a una altura de 3mm de agua, para posteriormente tomar datos de peso en intervalos de tiempo controlados, que permitan graficar la capacidad de succión versus la raíz cuadrada del tiempo de medida.
- Para este ensayo se consideraron toma de datos para 1 min, 5 min, 10 min, 20 min, 30 min, 1 hora, 2 horas, 3, 6, 24, 48, 72 y 96 horas, para cada intervalo se registró el peso. Para los cálculos de capacidad de succión y velocidad de succión se determinaron con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Capacidad de succión } \left(\frac{g}{m^2}\right) = \frac{M_{\text{húmeda para cada intervalo}} - M_{\text{inicial}}}{\text{Área}_{\text{sección transversal}}}$$

$$\text{Velocidad de succión } \left(\frac{g}{m^2 \cdot s^{1/2}}\right) = \frac{M_{\text{húmeda para cada intervalo}} - M_{\text{inicial}}}{\text{Tiempo}^{1/2} \text{Área}_{\text{sección transversal}}}$$

2.8. Aspectos Éticos

La presente investigación cumple con la resolución rectoral No 001-2023-UPN-SG nombrado como código de ética para la investigación científica upn; en la presente

investigación de acuerdo al código de principios y buenas practicas del concytec, se respetó la autonomía y derechos de autor de acuerdo a lo definido por la Ley No 30364, se presentaron datos veraces para los cuales se procedió con imparcialidad y siendo lo mas exacto posibles tal como indica el capitulo 2 de los principios éticos. El trabajo en equipo se realizo con el fin de potenciar las capacidades y en beneficio del estudio. Para el apartado de responsabilidad, se respeto la propiedad intelectual o de datos utilizados en la presente investigación.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Resultados de los Ensayos en Agregados

Como se indica en el capítulo 02 de metodología, se realizaron diversos ensayos de caracterización de agregados, cuyos resultados se expresan en la Tabla 7, evidenciando que se encuentran dentro de los rangos permisibles de las características de un agregado para su uso en la elaboración de concreto.

Tabla 7.

Resumen de la caracterización de agregados

Tipo de Agregado	Módulo de finura	Peso específico de masa (Kg/m ³)	Absorción (%)	Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	Porcentaje de humedad (%)
A.G.	5.85	2,653	1.55	1,564	0.60
A.F.	2.70	2,711	1.54	1,797	1.56

Nota. Se realizó la clasificación de los agregados bajo las normas correspondientes para cada ensayo, con estos valores, se procedió a realizar los diseños de mezcla de concreto para cada una de las adiciones de sika Aer.

3.2. Resultados de Ensayos en Concreto Fresco

Una vez realizados los diseños de mezcla, se realizó la corroboración de estos diseños, para ello realizamos ensayos en concreto endurecido, como se describen en el capítulo anterior.

Podemos evidenciar un ligero descenso en la propiedades de peso unitario, debido al incremento de vacíos o aire en la mezcla, y un ligero aumento en la trabajabilidad, corroborada en el ensayo de asentamiento o slum. Mientras tanto, el aditivo Sika Aer no tuvo influencia en la temperatura de la mezcla fresca.

Tabla 8.

Resultados del concreto adicionado con Sika Aer en estado fresco

Diseño de Mezcla ensayado	Asentamiento (plg)	Temperatura (°C)	Peso unitario (Kg/m³)
MEZCLA PATRON	3 3/4	25.4	2,322
SIKA AER AL 0.03%	4 1/2	25.8	2,279
SIKA AER AL 0.06%	3 3/4	25.9	2,269
SIKA AER AL 0.09%	4 1/4	26.6	2,258
SIKA AER AL 0.12%	4 1/4	27.2	2,252

Nota. Como se detalla en la tabla se realizo las pruebas de asentamiento en la cual se observó un aumento en la trabajabilidad de la mezcla, peso unitario se observó un descenso puesto que el aditivo su función es generar vacios dentro de la probeta.

3.3. Resultados de Ensayos en Concreto endurecido

Dentro de los ensayos para el concreto endurecido se desarrollaron ensayos de Resistencia a compresión para diversos días de confección y curado. Para el ensayo de resistencia a compresión se confeccionaron un total de 105 probetas cilíndricas de 4” x 8” pulgadas, es decir 21 probetas cilíndricas de cada diseño de mezcla para roturas a 07, 14 y 28 días de curado.

Tabla 9.

Resumen de los resultados de resistencia a la compresión

Diseño de Mezcla ensayado	Resistencia a compresión a 07 días (kg/cm²)	Resistencia a compresión a 14 días (kg/cm²)	Resistencia a compresión a 28 días (kg/cm²)
MEZCLA PATRON	218.29	254.99	287.63
SIKA AER AL 0.03%	228.31	265.97	294.50
SIKA AER AL 0.06%	202.15	237.45	279.90
SIKA AER AL 0.09%	198.01	233.95	273.82
SIKA AER AL 0.12%	188.06	215.39	251.22

Nota. Se presenta los resultados promedio de la resistencia a la compresión a edades de 7 días, 14 días y 28 días, se observó que al aumentar el % de adición de Sika Aer el concreto empieza a perder resistencia.

Así mismo, se procedieron a realizar ensayos de compresión diametral o tracción simple los cuales se desarrollaron a una edad de 28 días, para los cuales se confeccionaron 05 especímenes adicionales para cada mezcla de concreto, es decir se elaboraron 25 probetas cilíndricas de concreto para este ensayo, el cual presentó valores, en algunos casos, valores ligeramente dispersos. Sin embargo en el cálculo de promedios se logró mostrar la tendencia de que existe un ligero descenso conforme se incrementa el porcentaje de Aditivo incorporador de aire Sika Aer.

Tabla 10.

Resumen de los resultados de resistencia a tracción del concreto con Sika Aer

Diseño de Mezcla ensayado	Resistencia a tracción (kg/cm²)
MEZCLA PATRON	26.68
SIKA AER AL 0.03%	25.88
SIKA AER AL 0.06%	25.37
SIKA AER AL 0.09%	24.58
SIKA AER AL 0.12%	21.05

Nota. Resistencia a la tracción promedio para cada dosificación a la edad de 28 días en la cual se observa una pérdida de resistencia al aumentar el % de Sika Aer.

Y por último se realizaron ensayos de capacidad de succión o absorptividad del concreto. De los cuales se toman los datos de velocidad y capacidad de succión de las diferentes mezclas de concreto. En el caso de la velocidad de succión se determinó con la pendiente recta de las curvas (Gráfica 09), y la capacidad de succión como la máxima cantidad de agua absorbida hasta el cuarto día de ensayo, dividido entre el área de contacto expresado en g/m².

Del ensayo de capacidad de succión se pudo determinar que el aditivo Sika Aer tuvo influencia directa en la capacidad de succión de las diferentes mezclas de concreto.

Como se puede apreciar en la tabla 11, se obtiene la razón de que a mayor cantidad de

aditivo, mayor es la capacidad de succión del concreto relacionándola con la porosidad del concreto elaborado.

Tabla 11.

Resumen de los resultados de capacidad de succión del concreto.

Diseño de Mezcla de concreto	V succión g/ (m ² s ^{1/2})	V succión promedio g/(m ² s ^{1/2})	R ²	Cap. Succión g/m ²	Succión prom. g/m ²
Patrón sup.	36.90	39.89	0.9854	7954.69	7993.97
Patrón inf.	42.88			8033.25	
Sika Aer 0.03% sup.	45.89	44.50	0.9872	8294.76	8216.36
Sika Aer 0.03% inf.	43.10			8137.95	
Sika Aer 0.06% sup.	44.27	44.15	0.9917	8400.06	8549.84
Sika Aer 0.06% inf.	44.03			8699.62	
Sika Aer 0.09% sup.	46.10	46.84	0.9917	8635.12	8754.74
Sika Aer 0.09% inf.	47.58			8874.36	
Sika Aer 0.12% sup.	42.87	46.79	0.9928	8849.43	8861.89
Sika Aer 0.12% inf.	50.71			8874.36	

Nota. Se observó que a mayor uso de % de Sika Aer la permeabilidad (succión capilar) aumentó ya que al crear vacíos dentro del concreto este tiende a ser poroso por lo cual el flujo de agua será mayor.

Tabla 12.

Analisis de costos por m³ de concreto patrón y sus variantes de Sika Aer.

CUADRO RESUMEN	
Costo – Concreto (m3)	
	Total
Patrón	S/ 387.40
Concreto+0.03% Sika Aer	S/ 392.56
Concreto+0.06% Sika Aer	S/ 396.76
Concreto+0.09% Sika Aer	S/ 401.59
Concreto+0.12% Sika Aer	S/ 405.46

Nota. Se observa el costo de producir el concreto por m³ de cada porcentaje de adición de Sika Aer, observándose ligero incremento de costo por cada adición.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

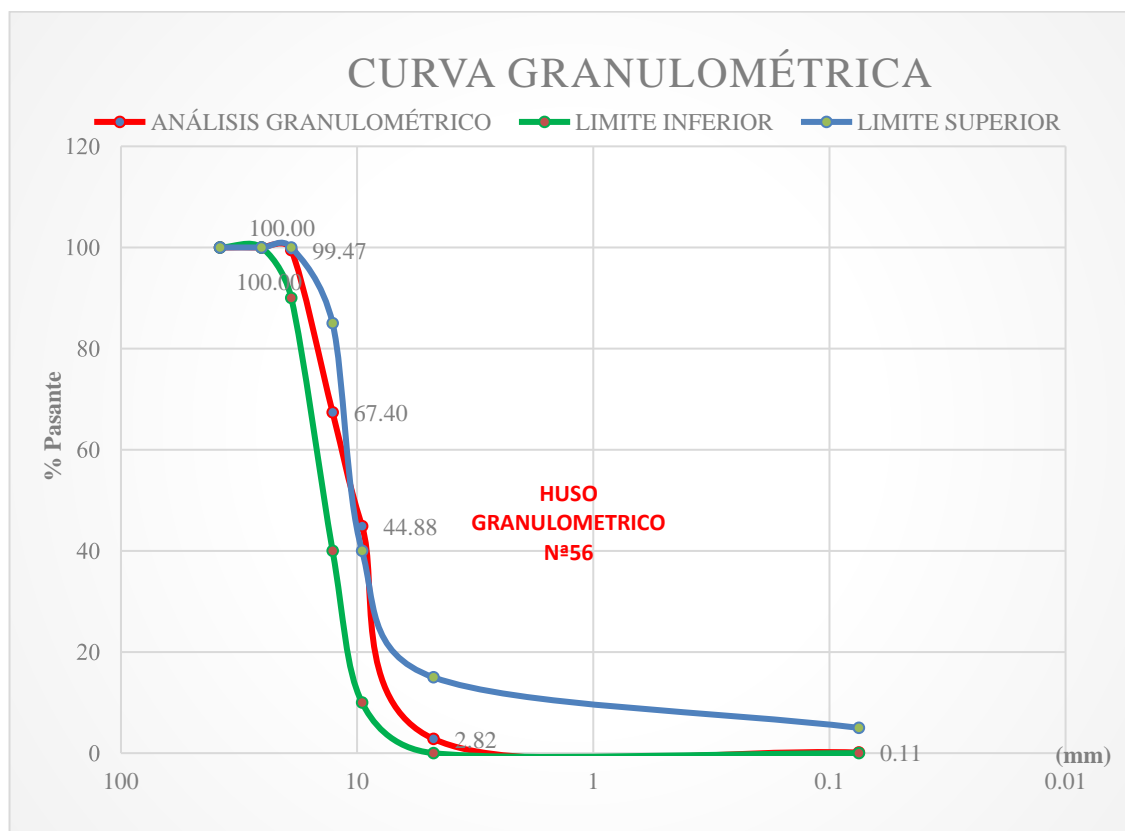
4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. De los ensayos de laboratorio

Como se indicó en el capítulo anterior, de los resultados expuestos en la tabla 7, podemos entender que los valores determinados para el desarrollo de los diseños de mezclas de nuestra investigación se encuentran dentro de los parámetros de la norma técnica peruana. Los valores determinados en los ensayos de granulometría, pesos unitarios, pesos específicos y absorción se encuentran dentro de valores estándar según los requerimientos que indica nuestra norma E060.

Gráfica 2.

Curva granulométrica del agregado grueso



Nota. Límites inferior y superior de acuerdo al huso granulométrico N°56

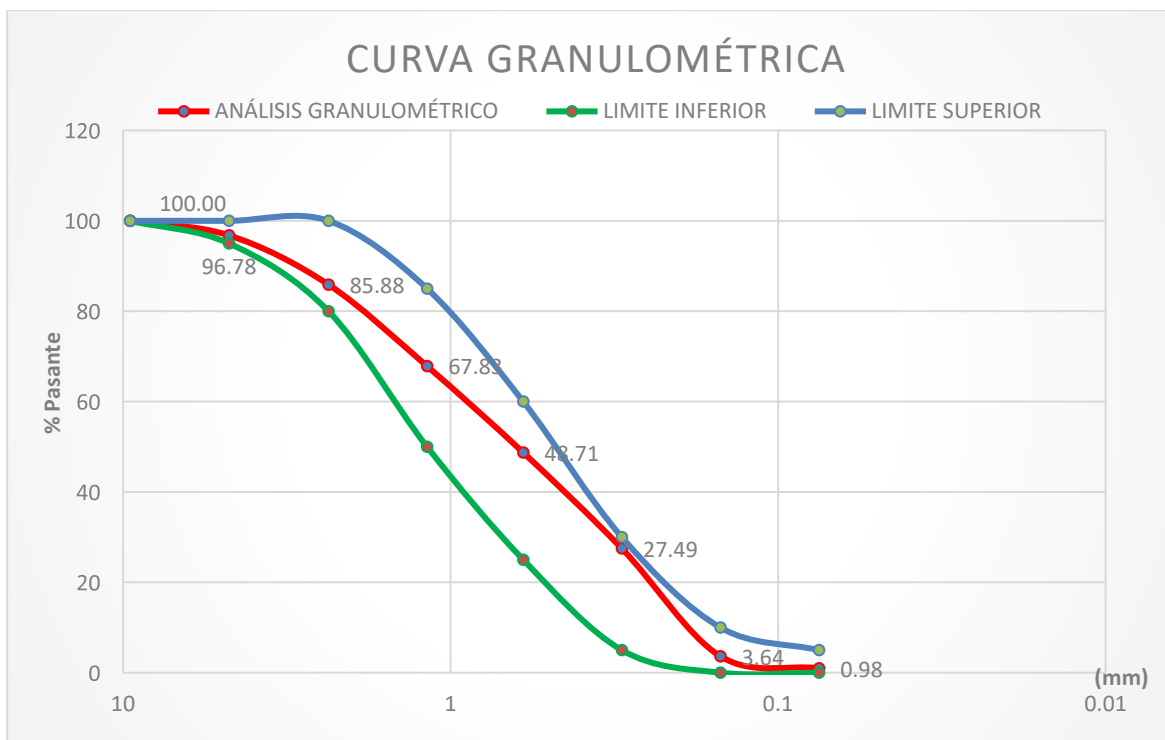
Asimismo, uno de los valores determinantes que la NTP.400.012 considera, son los valores de los husos granulométricos correspondientes a cada agregado implicado en la mezcla de concreto. De esta manera nos indica que existe una gradación que nos permite conocer si el agregado es óptimo o aceptable para su uso en diseño de mezcla.

Como se puede apreciar en la Gráfica 02, se puede indicar que en la curva granulométrica se encuentra entre los límites superiores e inferiores para el caso del agregado grueso, de esta manera se indica que el agregado grueso se puede utilizar para la confección de concreto. De la misma manera, se tiene que contrastar que la curva granulométrica del agregado fino se encuentre dentro de los límites tolerables.

En la Gráfica 03 se puede observar que la curva de agregado fino cumple con holgura las tolerancias permitidas por nuestro marco normativo, de esta manera se procedió a realizar los diseños de mezcla de la investigación.

Gráfica 3.

Curva granulométrica del agregado fino



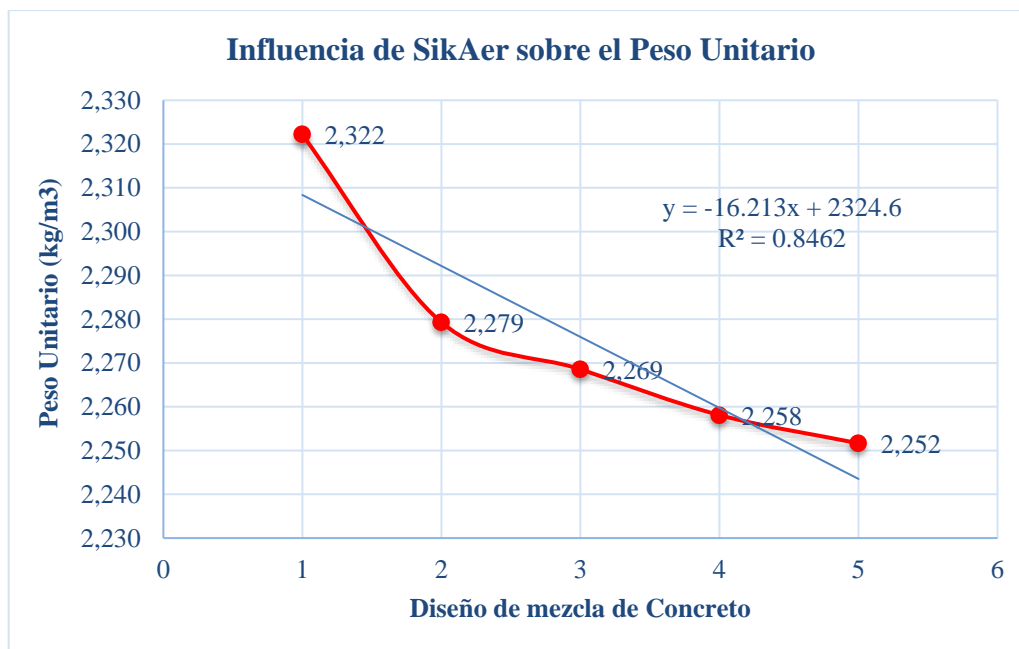
Nota. Límites inferior y superior de agregado fino.

Posterior al diseño de mezcla se desarrollaron ensayos en concreto fresco, estos ensayos consistieron en el control de temperatura, ensayo de peso unitario y ensayo de asentamiento, cuyos resultados se ven expresados en la Tabla 08.

De los ensayos de control de temperatura, los resultados evidencian que el aditivo Sika Aer no tiene influencia directa sobre estos valores; asimismo, el aditivo Sika Aer en todos los casos ayudo en la plasticidad de la mezcla de concreto comparándose con el concreto patrón logro aumentar ligeramente en el asentamiento, de ello podemos indicar que la influencia de Sika Aer mejora ligeramente las propiedades de trabajabilidad de la mezcla, a pesar de que se utiliza en pequeñas proporciones.

Gráfica 4.

Influencia del Sika Aer en el peso unitario del concreto



Nota. Comportamiento descendente de peso unitario de concreto en estado fresco.

Una de propiedades que se vieron afectadas durante los trabajos en concreto fresco, fue la de peso unitario. Como se puede apreciar en la Gráfica 04, se tiene una tendencia decreciente del peso unitario de concreto, conforme se agrega mayor cantidad de aditivo Sika Aer, de esta forma en la misma grafica vemos que el concreto patrón presenta un PU. De 2322 kg/m³, el cual desciende a 2279 kg/m³ a 0.03% de adición, llegando a valores de 2252 kg/m³ para las adiciones de 0.12%, con ello podemos indicar que a mayor cantidad se utiliza de aditivo, menor seria el peso unitario del concreto, debido al aporte de burbujas de aire dentro de la pasta, lo cual se ve reflejado en esta variable. Asimismo, una características apreciada durante los ensayos de laboratorio fue que para todos los diseños de mezcla se realizaron tandas de similar volumen en peso, pero conforme se fue adicionando aditivo, era mayor la

cantidad de masa de concreto sobrante que tenias después de realizar los ensayos, es decir, el concreto sufrió un aumento en volumen con la adición de Sika Aer.

Para los ensayos de concreto endurecido, como se indico en la metodología, se confeccionon probetas para determinar su resistencia a compresión a edades de 07, 14 y 28 días. Como se puede apreciar en la tabla 09, que la resistencia a compresión del concreto para el concreto patrón alcanzó una resistencia a 28 días de 287.63, siendo la mezcla al 0.03% la única en superar por un pequeño margen al concreto patrón, es por ello que la adición de 0.03% mejoran ligeramente las propiedades resistentes, asi mismo mejora la plasticidad, y cumplen efectivamente su función de incorporador de aire, por lo que se puede aplicar en climas de heladas, debido a que el incoorporador de aire Sika Aer adicionado al 0.03% garantizaría la durabilidad y resistencia del concreto para la construcción y vida útil de pavimentos rígidos en zonas de heladas.

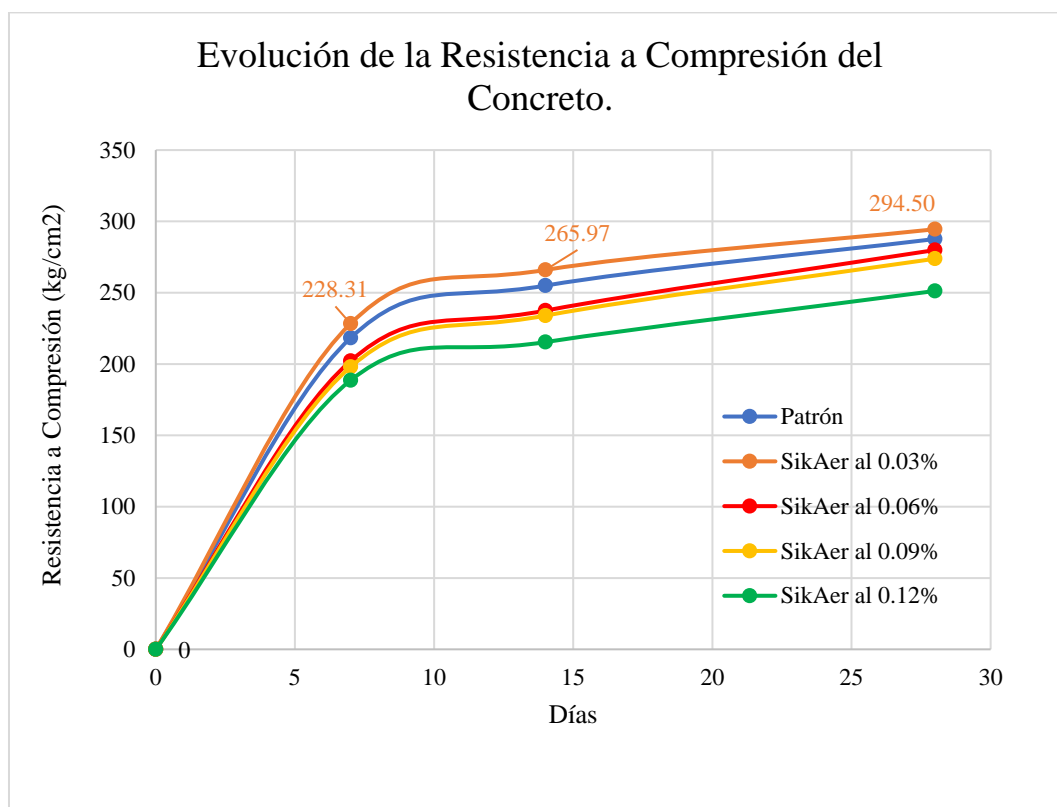
Las burbujas de aire de Sika Aer actúan desde el ligero mejoramiento de la trabajabilidad de la pasta, asi como la distribución de aire que permite homogenizar los poros en toda la pasta, permitiendo que cuando se someta a climas fríos las burbujas de aire eviten la fisuración del concreto, de esta manera el aditivo mejora las propiedades de trabajabilidad, resistencia y garantizan la durabilidad de la estructura.

En la Gráfica 5, podemos apreciar la evolución del concreto para cada una de las edades de rotura efectuadas, de esta manera podemos apreciar que el concreto con adición de Sika Aer al 0.03% se encuentra por encima de la resistencia de concreto patrón y de las demás adiciones, llegando a se superior en 7 kg/cm², se puede decir que, no se ha obtenido una ganancia considerable, pero los valores de resistencia se

conserva, es posible que reduciendo la relación a/c se obtengan mejores resultados con respecto a la trabajabilidad y resistencia. Para el caso de las demás adiciones, como se puede apreciar en la Gráfica 06, tiende a ser menos resistentes conforme se incorpora mayor cantidad de aditivo, para esto no se consideró reducción de agua, debido a que esto no nos permitirá conocer la verdadera influencia del aditivo, sino que la reducción de a/c nos proporcionaría un valor no acorde al estudio donde la variable es la adición porcentual del aditivo Sika Aer.

Gráfica 5.

Evolución de la resistencia a compresión del concreto



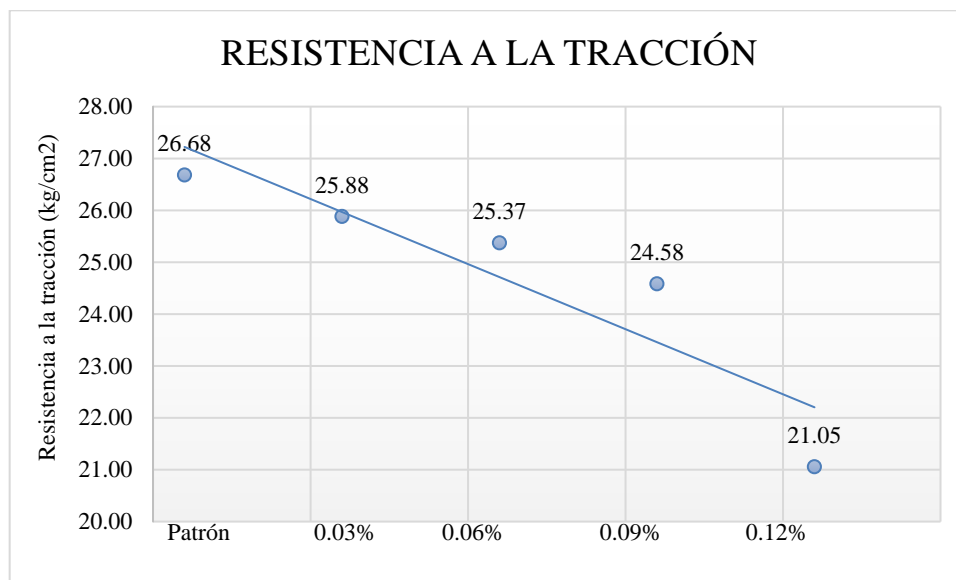
Nota. Desarrollo de resistencias a la compresión de concreto hasta los 28 días de edad.

Para los ensayos de resistencia a la tracción se obtuvo una tendencia negativa. Como se aprecia en la Gráfica 06, los valores de resistencia se ven ligeramente reducidos, lo cual resulta entendible, debido a que se ha proporcionado burbujas de

aire en la mezcla, que afectan esta propiedad, a diferencia de la resistencia compresión, en la tracción se genera carga longitudinalmente y de manera puntual.

Gráfica 6.

Tendencia de la resistencia a tracción del concreto



Nota. Valores de resistencias a la tracción de concreto a los 28 días de edad.

De la gráfica anterior podemos apreciar, que el valor promedio de resistencia a tracción para el concreto patrón es de 26.68 kg/cm², el cual logra reducirse hasta 21.05 (para la adición de 0.12%). Los valores más cercanos al alcanzado por la mezcla patrón, es el de adición al 0.03% de Sika Aer, con lo cual podemos indicar que el concreto con este porcentaje conserva las propiedades de resistencia a tracción.

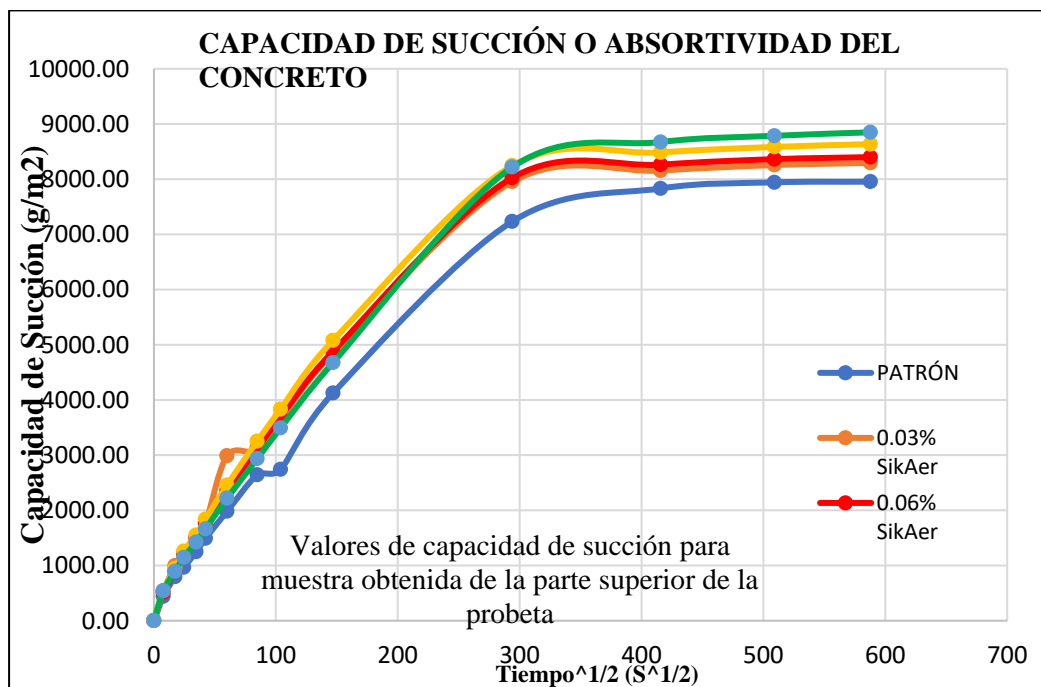
Otra de las propiedades analizadas en nuestra investigación fue la capacidad de succión o absorción, relacionándolo a la permeabilidad del concreto confeccionado. De esta manera se pudo determinar con esta metodología que a mayor cantidad de aditivo Sika Aer mayor será la porosidad del concreto confeccionado.

De los valores en la tabla 11, en el capítulo anterior, podemos evidenciar que la velocidad de succión promedio aumenta conforme se adiciona mayor cantidad de

aditivo incorporador de aire, con ello podemos indicar que el aditivo verdaderamente afecta la densidad del concreto al copar de de burbujas de aire a la mezcla de concreto de manera homogénea. De esta forma el concreto es capaz de absorber mayor cantidad de agua pues presenta mas poros, corroborándose que el aditivo influyen en la porosidad del concreto, con lo cual serviría y cumpliría sus funciones como incorporador de aire proporcionándole durabilidad al concreto expuesto a climas de heladas con fines pavimentarios.

Gráfica 7.

Capacidad de succión del concreto para las caras superiores.



Nota. Valores de succión capilar en caras superiores de concreto a los 28 días de curado más tiempo de preparación de muestras.

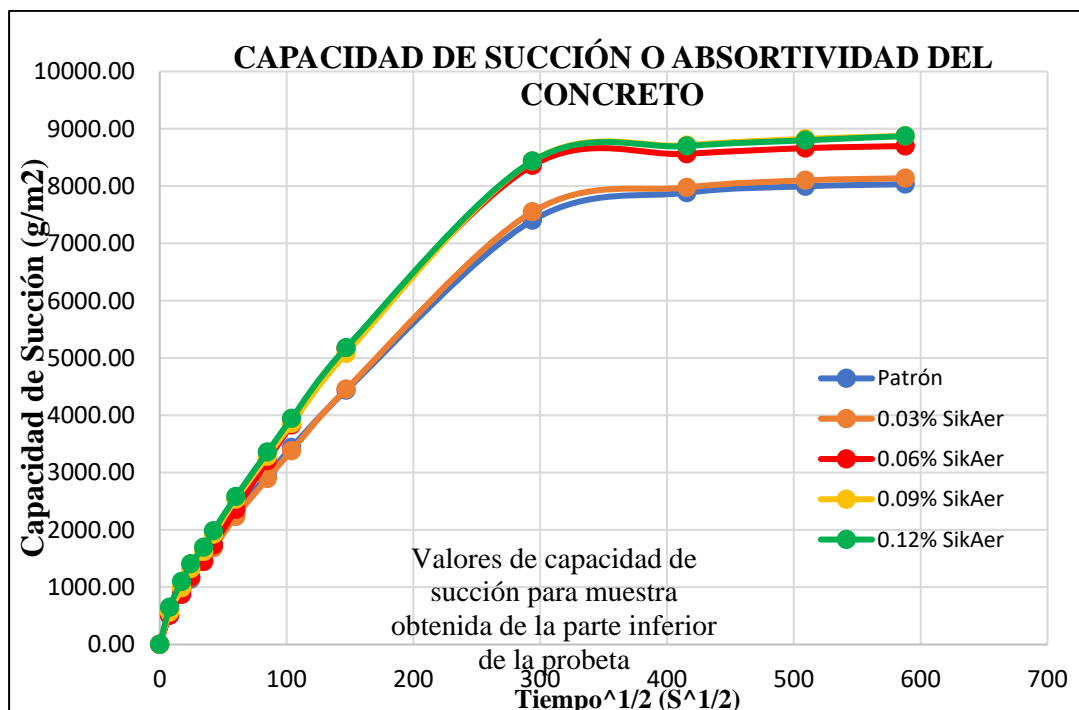
Asímismo, podemos apreciar en la tabla 11, que la capacidad de succión aumenta para las mezclas con aditivo Sika Aer, donde podemos apreciar que la capacidad de succión del concreto patrón asciende de 7993.97 g/m² hasta 8861.89 g/m² para la adición de 0.12%. De esta manera, verificamos que el incorporador de

aire a actuado de acuerdo a sus características indicadas en la ficha técnica, pues aumenta el volumen y la porosidad de los elementos de concreto.

En la gráfica 07, podemos apreciar los valores de capacidad de succión graficadas versus la raíz cuadrada del tiempo de toma de datos o duración del ensayo. Como se indica en esta, corresponde a los valores de capacidad de succión para las muestras tomadas de la parte superior de las probetas cortadas. Asimismo, en la Gráfica 08 podemos apreciar los valores para las muestras de las muestras tomadas de la parte inferior de las probetas, al contrastar ambas informaciones podemos ver que tanto en cortes superiores como inferiores existe homogeneidad de los resultados, lo cual garantiza que el proceso de amasado y confección de probetas cilíndricas de concreto se realizó de manera correcta según los lineamientos normativos.

Gráfica 8.

Capacidad de succión del concreto para las caras inferiores

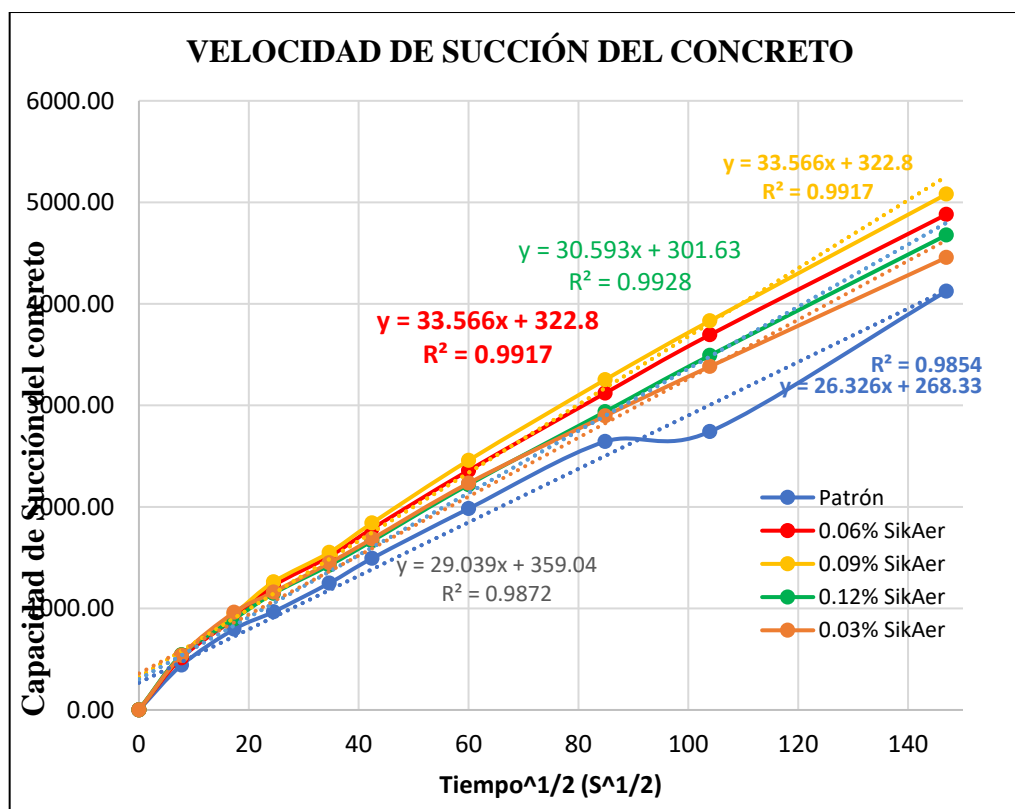


Nota. Valores de succión capilar en caras inferiores de concreto a los 28 días de curado más tiempo de preparación de muestras.

Y en la Gráfica 09, podemos conocer los valores de velocidad de succión, para cada diseño de mezcla. En esta apreciamos que para el calcular la velocidad de succión tomamos la parte lineal de la capacidad de succión hasta un periodo de 6 horas. Obteniéndose los valores de velocidad como los valores de la pendiente de la recta, es por ello que se expresan las ecuaciones y línea de tendencia de cada uno de los diseños de mezclas, con sus respectivos valores de confiabilidad R^2 relacionada a la dispersión de los ensayos realizados que, como se indica, superan valores de 0.9854, por lo que se puede indicar que los resultados son válidos.

Gráfica 9.

Velocidad de succión del concreto



Nota. Valores de velocidad de succión de concreto a los 28 días de curado más tiempo de preparación de muestras

4.1.2. Contratación de la investigación con investigaciones antecedentes.

En la investigación de Cruzado y Rivera (2019), indican que los aditivos incorporadores de aire que ellos utilizaron tuvieron influencia sobre el asentamiento, al igual que nuestra investigación nuestros resultados indican, también, que el aditivo incorporador de aire mejorar ligeramente las propiedades de asentamiento, en media pulgada, esto puede deberse a que se utilizaron porcentajes bajos de aditivo, a diferencia de la investigación mencionada que utilizó porcentajes de 0.28%, nosotros utilizamos adiciones que iban de 0.03% a 0.12%, en suma con los factores climáticos propios de la ciudad, derivan en la ligera influencia obtenida en nuestra investigación. Cruzado y Rivera (2019), también nos indican en su investigación que el peso unitario del concreto en estado fresco descendió hasta en 100kg/m³; para nuestra investigación durante el desarrollo de este ensayo se obtuvo la misma conjetura, pues el P.U. del concreto descendió de 2322 a 2252 kg/m³, es decir obtuvimos un descenso de hasta 70 kg/m³.

Con respecto a los ensayos de resistencia a compresión, Cruzado y Rivera (2019) indican que debido a los ciclos de congelamiento obtuvieron pérdidas de resistencia de 12% y 10% para mezclas con incorporadores de aire. Para nuestro caso, no se sometieron las probetas a condiciones de congelamiento, es por ello que logramos alcanzar el 100% de la resistencia de diseño de concreto para $f'c=280$ kg/cm², resistencia que fue ligeramente superada por la adición de Sika Aer al 0.03%, llegando a superar tan solo en 7kg/cm² al concreto patrón, es por ello que podemos señalar que el incorporador estabiliza la mezcla de concreto y le permite conservar su resistencia de diseño, homogenizando la mezcla y permitiendo garantizar la resistencia y durabilidad del diseño. Para las demás adiciones de Sika

Aer, se obtuvieron resistencias menores a la patrón por lo que las demás adiciones se descartarían como solución. En el caso del antecesor mencionado líneas arriba consiguieron un óptimo contenido de aditivo al 0.04%, sin embargo para nuestra investigación el contenido ideal de aditivo Sika Aer es de 0.03%, pues con este valor se mejoran las propiedades de asentamiento, se aumenta el volumen de la mezcla homogenizando el batido y se conservan los valores de resistencia a compresión del concreto.

Según la investigación de Flores y Quispe (2021), indican que con su porcentaje óptimo de incorporador de aire (para ellos equivalente a 40gr) se logra mejorar la resistencia hasta 106.48% del diseño de resistencia 210 kg/cm². Es decir el aditivo incorporador de aire no logra mejorar en demasía la resistencia a compresión, tal y como ocurrió en nuestra investigación donde se alcanzaron resistencias del 105% con respecto al diseño $f'_c=280$ kg/cm² con fines de pavimentación. Asimismo, Flores y Quispe(2010) indican que su concreto patrón a edad de 28 días obtuvo valores de resistencia por debajo del diseño equivalentes al 78.18% de su diseño 201 kg/cm², al estar ubicados en la ciudad de Puna es muy probable que las condiciones del concreto si se hayan acercado al congelamiento, verificando que las temperaturas verdaderamente influyen en la resistencia a compresión, es por ello que un estabilizador como el incorporador de aire permite que el concreto funcione en condiciones extremas como las indicadas.

En la investigación de Gonzales (2018), se indica que Sika Aer presenta mejores resultados en el ensayo de resistencia a compresión, debido a que la tesis se realizó en la ciudad de Puno, se puede evidenciar que el incorporador de aire verdaderamente trabaja en condiciones de congelamiento logrando conservar la

resistencia, que para el caso de Sika Aer obtuvo una eficiencia de 92%, mejor que los demás aditivos utilizados (Chema y Zaditivos). De esta investigación podemos señalar, que comparando los resultados de resistencia a compresión, nuestros diseños de mezcla en el caso del 0.03% con Sika Aer logro conservar los valores de resistencia superando a la mezcla patrón, consiguiendo un rendimiento de 105% o 294.50 kg/cm², superiores al diseño de 280 kg/cm², sin mebargo este concreto no fue somedito a temperaturas de congelamiento. Es por ello que para verificar la funcionalidad de incorporador de aire utilizamos los ensayos de peso unitario en estado fresco y ensayos de succión en estado endurecido. De esta forma de los indicadores que nos permitieron conocer que el incoporador de aire ha trabajado es la variación del peso unitario el cual corrobora que el volumen de concreto aumenta, y en el caso del ensayo de capacidad de succión logramos corroborar que al incrementar el porcentaje de incoporador de aire se logra aumentar la capacidad de succión del concreto, lo que se puede relacionar directamente a la porosidad del concreto producido por Sika Aer. Debido a que genera mayor porosidad lo que aumenta su capacidad de absorción, y conforme se agrega aditivo mayor es la porosidad del concreto confeccionado.

Nuestra investigación plantea que, el concreto en condiciones extremas es susceptible a sufrir patologías que afectan la resistencia y durabilidad del concreto. Es por ello que en la construcción de pavimentos en zonas donde existen temperaturas bajas se debe contemplar la utilización de incoporadores de aire que, en temperatura de cercanas a congelación, permiten conservar la resistencia garantizando la durabilidad de las estructuras. Es por ello que las características de diseño del concreto para condiciones extremas en el caso de pavimentos conlleva la

corroboración de las propiedades mecánicas de la resistencia a compresión y a la tracción, ya que las cargas producidas por el tránsito de vehículos está referido a cargas puntuales es por ello que resulta importante conocer que las propiedades de tracción en el desarrollo de nuestros ensayos también logran conservarse con la adición de incorporadores de aire, de esta manera al conservar los valores de tracción y compresión, permitirá garantizar la durabilidad del concreto cuando este sometido a climas de congelamiento.

4.1.3. Estadística de los resultados

El análisis de la distribución normal de los resultados de resistencia a la compresión del concreto patrón y las adiciones de Sika Aer al 0.03%, 0.06%, 0.09% y 0.12% a edades de 07 días, 14 días y 28 días nos muestra que si presentan una distribución normal esto se avala con el grado de significancia ya que estos valores son mayores a 0.05 con lo cual se acepta que estos resultados de resistencia presentan una distribución normal.

Tabla 13.

Distribucion normal de los resultados de resistencia a la compresión

Prueba de Distribución normal			
Shapiro Wilk			
Descripción	Significancia a 07 días	Significancia a 14 días	Significancia a 28 días
Concreto Patrón	0.185	0.168	0.124
0.03% Sika Aer	0.295	0.791	0.628
0.06% Sika Aer	0.197	0.427	0.600
0.09% Sika Aer	0.935	0.882	0.847
0.12% Sika Aer	0.584	0.678	0.192

Nota. Se aprecia que todos los valores son mayores a 0.05 por lo que se acepta que los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión si presentan una distribución normal.

Para el análisis de la confiabilidad de los resultados de resistencia a la compresión se realizó mediante el Alpha de Cronbach, obteniéndose un valor de confiabilidad mayor a 90%, lo cual para tema investigación se debe contar con un 80% de confiabilidad como mínimo.

Tabla 14.

Analisis de Confiabilidad de los resultados de resistencia a la compresión

Análisis de la Confiabilidad			
Alpha de Cronbach			
Casos	Valido	35	100%
	Total	35	100%
	Número de Elementos	03	100%
Resultado	Alpha de Cronbach	0.973	

Nota. Se realizó mediante el método de Alpha de Cronbach en el cual se obtuvo que los resultados de resistencia a la compresión presentan un 97.30% de grado de aceptación o confiabilidad.

El análisis de anova de un factor o análisis de la varianza de los resultados dio a conocer el impacto que tiene el adicionar el Sika Aer en el concreto, se observó una ligera caída en la resistencia del concreto ya que el uso de este aditivo genera burbujas de aire para permitir los ciclos de congelamiento y deshielo, por ende, podemos concluir que la mejor dosificación se encuentra con el 0.03% de Sika Aer.

Tabla 15.

Estadística descriptiva de la resistencia a la compresión a edad de 7 días

Datos estadísticos descriptivos						
Resultados a 07 Días						
	N	Media	Desv.	Error	Minino	Máximo
Concreto Patrón	7	218.29	4.10	1.55	214.30	226.28
0.03% Sika Aer	7	228.31	2.86	1.08	222.98	231.07
0.06% Sika Aer	7	202.15	1.64	0.62	199.95	203.97
0.09% Sika Aer	7	198.01	2.25	0.84	194.83	201.19
0.12% Sika Aer	7	188.60	3.46	1.31	184.43	195.02
Total	35	207.07	14.79	2.50	184.43	231.07

Nota. Se observa la media o promedio de las resistencias, la desviación estándar y los valores mínimos y máximos, formándose así un rango de valores los cuales permiten agrupar o desagrupar las medias como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16.

Anova de la resistencia a compresión a 7 días de las distintas dosificaciones

Análisis de la Varianza a 07 Días del concreto						
Datos	N	1	2	3	4	5
0.12% Sika Aer	7	188.60				
0.09% Sika Aer	7		198.01			
0.06% Sika Aer	7			202.15		
Concreto Patrón	7				218.29	
0.03% Sika Aer	7					228.31

Nota. Se observó que a los 7 días de curado del concreto la dosificación del 0.03% de Sika Aer presente un ligero aumento de resistencia con respecto al concreto patrón.

Tabla 17.

Estadística descriptiva de la resistencia a la compresión a edad de 14 días

Datos estadísticos descriptivos						
Resultados a 14 Días						
	N	Media	Desv.	Error	Minino	Máximo
Concreto Patrón	7	254.98	4.50	1.70	245.98	259.43
0.03% Sika Aer	7	265.97	2.13	0.81	262.25	268.63
0.06% Sika Aer	7	237.45	2.25	0.85	234.98	240.90
0.09% Sika Aer	7	233.95	3.44	1.30	229.22	238.63
0.12% Sika Aer	7	215.39	2.05	0.77	211.96	217.83
Total	35	241.55	18.01	3.04	211.96	268.63

Nota. Se observa la media o promedio de las resistencias a edad de 14 días, la desviación estándar y los valores mínimos y máximos, formándose así un rango de valores los cuales permiten agrupar o desagrupar las medias como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 18.

Anova de los resultados de resistencia a la compresión a edad de 14 días de curado

Análisis de la Varianza a 14 Días del concreto						
Datos	N	1	2	3	4	
0.12% Sika Aer	7	215.39				
0.09% Sika Aer	7		233.95			
0.06% Sika Aer	7		237.45			
Concreto Patrón	7			254.98		
0.03% Sika Aer	7					265.97

Nota. Se observó que a los 14 días de curado del concreto la dosificación del 0.03% de Sika Aer mantiene un ligero aumento de resistencia con respecto al concreto patrón.

Tabla 19.

Estadística descriptiva de la resistencia a la compresión a edad de 28 días

Datos estadísticos descriptivos						
Resultados a 28 Días						
	N	Media	Desv.	Error	Minino	Máximo
Concreto Patrón	7	287.63	3.48	1.32	282.09	290.82
0.03% Sika Aer	7	294.50	2.67	1.01	288.82	297.00
0.06% Sika Aer	7	279.90	5.77	2.18	270.60	286.41
0.09% Sika Aer	7	273.82	4.90	1.85	267.77	281.33
0.12% Sika Aer	7	251.22	4.27	1.61	243.67	255.16
Total	35	277.42	15.60	2.64	243.67	297.00

Nota. Se observa la media o promedio de las resistencias a edad de 28 días, la desviación estándar y los valores mínimos y máximos, formándose así un rango de valores los cuales permiten agrupar o desagrupar las medias como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 20.

Anova de la resistencia a la compresión a edad de 28 días de curado

Análisis de la Varianza a 28 Días del concreto						
Datos	N	1	2	3	4	5
0.12% Sika Aer	7	251.22				
0.09% Sika Aer	7		273.82			
0.06% Sika Aer	7			279.90		
Concreto Patrón	7				287.83	
0.03% Sika Aer	7					294.50

Nota. Se observó que a los 28 días de curado del concreto la dosificación del 0.03% de Sika Aer mantiene un ligero aumento de resistencia con respecto al concreto patrón, por lo que podemos concluir que el 0.03% tiene un mayor impacto en el concreto.

Limitaciones

Se limitó el estudio netamente a la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto y no se realizó el diseño del pavimento rígido puesto que para la ejecución de dicho diseño es necesario la ubicación geográfica del lugar donde se realizara el pavimento, el estudio de tráfico viál y las tablas dadas por el MTC para el diseño de un pavimento rígido.

Se limitó los ensayos realizado al concreto en estado endurecido ya que solo se planteó evaluar la resistencia a la compresión, resistencia tracción y succión capilar; se limitó la técnica de curado del concreto debido a que existen diferentes métodos, se utilizó el método de curado mediante agua y cal.

Los resultados obtenidos en la investigación, se limita a dicha investigación, para la realización de la investigación a mayor escala se recomienda realizar la caracterización de los agregado de acuerdo a la zona que se va realizar le proyecto, de igual manera se limito a las características de la ciudad en caso se quiera realizar en otra ciudad tener en cuenta la temperatura.

Implicancias

Se estableció trabajar con el Sika Aer con la finalidad de observar y evaluar la influencia, una las implicancias mas notorias fue en el asentamiento y resistencia a la compresión, a partir de la adición 0.03% se observo que conforme se aumentaba el uso del aditivo ya presentaba efectos negativos en el concreto, otra implicancia dada en la presente investigación se da que al ser un concreto con fines de pavimentación y al realizarse la prueba de succión capilar nos permitió conocer que el concreto era mas permeable esto favorece al escurrimiento del agua en época de lluvias, para el tema de congelamiento y deshielo este incorporador le permite tener

al agua (hielo) donde desarrollarse sin provocar micro fisuras en la estructura interna del concreto.

4.2. CONCLUSIONES

Se determinó que el aditivo Sika Aer sí influye en la resistencia a compresión, tracción y succión capilar de un concreto de 28MPa con fines de pavimentación para la ciudad de Trujillo.

Se realizaron ensayos de caracterización, tanto del agregado fino como el grueso, corroborándose que los agregados cumplen los husos granulométricos y estándares de calidad (NTP 400.012, NTP 400.017, NTP 400.021, NTP 400.022 y NTP 339.185) para su uso en diseño de mezcla de concreto.

Se realizaron los diseños de mezcla para la adiciones porcentuales de Sika Aer (0.03%, 0.06%, 0.09% y 0.12%) en función al peso del cemento, para esto se utilizó 0.35% de Sika Cem plastificante debido a la perdida de trabajabilidad que se observo en los antecedentes, quedando así el Sika Cem plastificante como una variable constante.

Se logró determinar que el Aditivo Sika Aer al 0.03% (294.50 kg/cm^2) logra conservar y mejorar, con 105% de rendimiento a 28 días, los valores de resistencia a la compresión del concreto, con respecto a la mezcla patrón. Asimismo, para las adiciones de 0.06% (279.90 kg/cm^2), 0.09% (273.82 kg/cm^2) y 0.12% (251.22 kg/cm^2) se logró corroborar que disminuyen la resistencia a compresión, cumpliéndose la relación de que, a mayor cantidad de aditivo, menor será la resistencia a compresión. Se determinó que la resistencia a tracción del concreto se ve ligeramente disminuida por la incorporación del Sika Aer con 0.03% (25.88 kg/cm^2), 0.06% (25.37 kg/cm^2), 0.09% (24.58 kg/cm^2) y 0.12% (21.05 kg/cm^2), para todos los porcentajes utilizados, los valores estuvieron por

debajo de la resistencia promedio la cual fue de 26,68 kg/cm² para esta propiedad. Se identificó que la capacidad de succión se ve afectada debido a la presencia de los incorporadores de aire, de esta manera al incrementar la cantidad de aditivo Sika Aer, mayor era la porosidad del elemento relacionada a su capacidad de absorción con 0.03% (44.50 g/(m²s^{1/2})), 0.06% (44.15 g/(m²s^{1/2})), 0.09% (46.84 g/(m²s^{1/2})) y 0.12% (46.79 g/(m²s^{1/2})), esto corrobora la presencia de las moléculas de aire que logran homogenizar al concreto.

El porcentaje óptimo de Sika Aer es de 0.03%, el cual logra conservar las propiedades del concreto en los ensayos de resistencia y tracción, garantizando la durabilidad del concreto.

Se determinó el costo-beneficio por m³ de concreto de cada adición de Sika Aer con el 0.03% (S/ 392.56), 0.06% (S/ 396.76), 0.09% (S/ 401.59) y 0.012% (S/405.46). Se determino que de acuerdo a los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y succión capilar el costo por m³ de concreto es el de 0.03% como el mejor para la elaboración del pavimento rígido de 28 Mpa.

4.3. RECOMENDACIONES

- Se recomienda siempre realizar estudios de canteras a fines a nosotros, ya que las ventas de agregados se ven afectadas en el tiempo y la calidad de materiales difiere con respecto a un agregado anterior.
- Se recomienda utilizar cemento fresco, de preferencia sellado y con lote de embolsado menor a 1 mes.
- Como futura línea de investigación se recomienda utilizar aditivos incorporadores de aire a fin de conocer y solucionar patologías de concreto, propias de nuestra sociedad.

- Se recomienda utilizar agregado grueso de diámetro pequeño ya que esto permite generar mezclas de concreto mas trabajables para relaciones a/c bajas.
- Se recomienda siempre corroborar los datos indicados por las fichas técnicas de los aditivos, a fin de que se tomen decisiones oportunas con respecto a que aditivo utilizar o no para una problemática específica, y no solo guiarse de la ficha técnica que no necesariamente es garantía de seguridad de un producto.

REFERENCIAS

- Bonilla Ureña, V., Quintana Rodriguez, J., Carrión Viramonte, J., Martínez Trujano, L., Hernández Figueroa, J., Gasca Zamora, M., . . . Montes Zea, M. (2017). Analisis del comportamiento estructural de un pavimento de concreto estructuralmente reforzado continuo (PCERC). Sanfandila, Queretaro, Mexico: Instituto mexicano del transporte.
- Botto Lugo, R., & Santacruz Pachón, P. (2017). Evaluacion de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rigido, adicionado con nanocompuestos de carbono. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Centeno Salazar, M. (2019). Viabilidad del diseño de pavimento rigido, adicionando naftaleno en el concreto de la losa, en el AA.HH El Vallecito Lurigancho-2018. Lima: Universidad Cesar Vallejo .
- Chapoñan Cueva, J. M., & Quispe Cirilo, J. (2017). Analisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidraulico para el diseño de pavimentos rigidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaria-Nuevo Chimbote. Nuevo-Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- Comite Tecnico de Carreteras, A. (octubre de 2006). La Route rn betón de ciment- Concrete roads. La carretera del Hormigon . Francia: paroi nord .
- Construye, P. (2016). ¿ que porcentaje de la red vial no esta pavimentada? Perú construye .
- Cordova Abregu, J. M. (2021). Propiedades fisicas del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo- 2021. Huancayo: Universidad Peruana los Andes .
- Cruzado de la cruz, H. Y., & Rivera Chuñe, B. (2019). Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorcion, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo .
- Flores Basurco, R. E., & Quispe Mamani, M. J. (2021). Evaluacion de la adiccion de aditivo incorporador de aire para mejorar la resistencia del concreto a bajas temperaturas Puno-2020. Lima: Universidad Cesar Vallejo.

- Gonzales Ayma, P. H. (2018). Evaluación de la eficiencia del uso de aditivos en la producción de concreto a bajas temperaturas en la Region Puno. Juliaca: Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez.
- Lascarro, M. (1 de agosto de 2017). Contruccion Latinoamericana. Obtenido de Federacion iberoamericana del Hormigón Premezclado: <https://www.construccionlatinoamericana.com/indicadores-en-concreto/128416.article>
- Leiva Sotomayor, J. (2020). Aplicacion de la fibra de polipropileno macro sintética estructural para mejorar las propiedades del concreto en el pavimento rigido de la Av. Gerardo Unger, Los Olivos, Lima 2019. Lima: Universidad Cesar Vallejo .
- Medina Torres, D. (2020). Influencia de diferentes porcentajes de tiras de plástico en la permeabilidad, resistencia a la compresión y flexión del concreto permeable y su aplicacion como pavimento rigido. Trujillo 2019. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Mora Cano, A., & Arguelles Saenz, C. (2015). Diseño de pavimento rigido para la urbanizacion caballero y gongora, municipio de honda-Tolima. Bogota: Universidad Catolica de Colombia .
- Norma Tecnica Peruana NTP 334.009. (2005). Cementos.cementos portland requisitos. Lima: Comision de Reglamentos Tecnicos y comerciales-Indecopi.
- Norma Tecnica Peruana NTP 339.088. (2014). Concreto. Agua de mezcla utilizada en la produccion de concreto de cemento portland. Requisitos. Lima: Inacal 2019.
- Pasquel Carbajal, Enrique. (1998). Topicos de la Tecnologia del concreto. Lima: Colegio de Ingenieros del Peru .
- Rubio Jácomo, L. A. (2014). MANUAL DE ESTADÍSTICA. Lima: Universidad Privada del Norte.
- Torre Carrillo, A. (2004). Curso Basico de Tecnología del concreto. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Uribe Garcia, M. A. (2016). Geotecnia y pavimentos . Saitago de Querétaro: Asociacion Mexicana de Ingenieria de Vias Terrestres .

Velasquez Bejarano, C. M. (2016). Evaluacion de pavimento de concreto hidraulico existente en el sector de la estacion central ubicado en la calle 26 con avenida caracas que hace parte de la fase III del sistema de transmilenio de Bogota. Bogota: Universidad militar nueva granada .

ANEXOS

Anexo 01. Caracterización de agregados



RESUMEN DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS	
TESIS:	<u>"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL INCORPORADOR DE AIRE EN LA RESISTENCIA A LA COPRESIÓN, RESISTENCIA A LA TRACCIÓN, Y SUCCIÓN CAPILAR DE UN CONCRETO 28 MPA, TRUJILLO 2022 "</u>
UBICACIÓN :	<u>CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD</u>
SOLICITANTE	<u>GOMEZ RAMIREZ, DIEGO/ RÍOS HORNA KEVIN</u>
TIPO MATERIAL	<u>AGREGADOS PARA USO EN CONCRETO</u>

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

Agregado fino

Humedad (%)	1.56
Absorción (%)	1.54
P.U.S. (Kg/m3)	1,632
P.U.C. (Kg/m3)	1,797
Peso específico (Kg/m3)	2,711
Modulo de finura	2.70

Agregado grueso

Humedad (%)	0.60
Absorción (%)	1.55
P.U.S. (Kg/m3)	1,439
P.U.C. (Kg/m3)	1,564
Peso específico (Kg/m3)	2,653
T.M.N.	1/2"


Gregorio Alejandro Gangoza Agullar
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543



AGREGADO FINO

Contenido de humedad 1.56

Peso natural de la muestra (gr) 990
 Peso de la muestra seca (gr) 974.60

Peso específico 2.71

Absorción

Peso de la fiola + agua + muestra (gr) 1,008.7
 Peso de la fiola + agua (gr) 700.7
 Peso de la muestra s.s.s. (gr) 500.0
 Peso de la muestra seca (gr) 492.4

Peso unitario suelto 1,632

	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)	23.50	23.47	23.49
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,633	1,629	1,632

Peso unitario compactado 1,797

	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)	24.61	24.65	24.66
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,793	1,798	1,800

Granulometría

Tamiz	Abertura (mm)	Peso de la malla (gr)	Peso de la malla + muestra (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado
3/8"	9.500	520.5	520.5	0.0	0.0
#4	4.750	492.9	525.1	3.2	3.2
#8	2.360	452.5	561.6	10.9	14.1
#16	1.180	395.9	576.5	18.1	32.2
#30	0.600	379.4	570.8	19.1	51.3
#50	0.300	344.6	556.9	21.2	72.6
#100	0.150	321.6	560.3	23.9	96.4
#200	0.075	312.8	339.4	2.7	99.1
fondo	-	349.5	359.3	1.0	100.1
				100	


 Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543

Modulo de finura 2.70



AGREGADO GRUESO

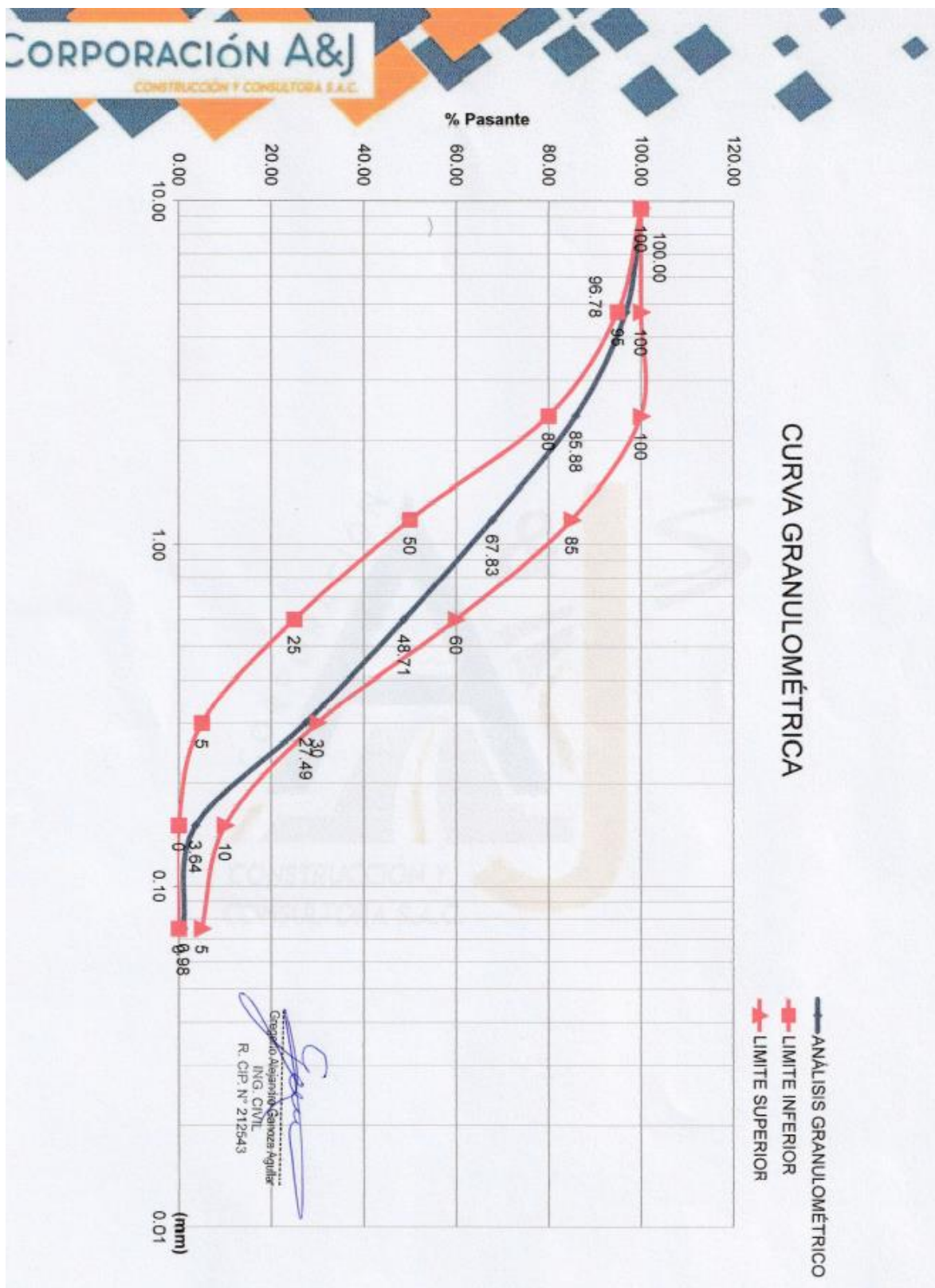
Contenido de humedad	0.60		
Peso natural de la muestra (gr)	1,222.9		
Peso de la muestra seca (gr)	1,215.6		
Peso específico	2.65		
	Absorción		
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	1,646.0		
Peso de la muestra seca (gr)	1,620.9		
Peso de la muestra sumergida (gr)	1,035.0		
Peso unitario suelto	1,439		
	M 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)	22.28	22.02	22.13
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,459	1,421	1,437
Peso unitario compactado	1,564		
	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)	22.90	23.15	22.99
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,548	1,583	1,561

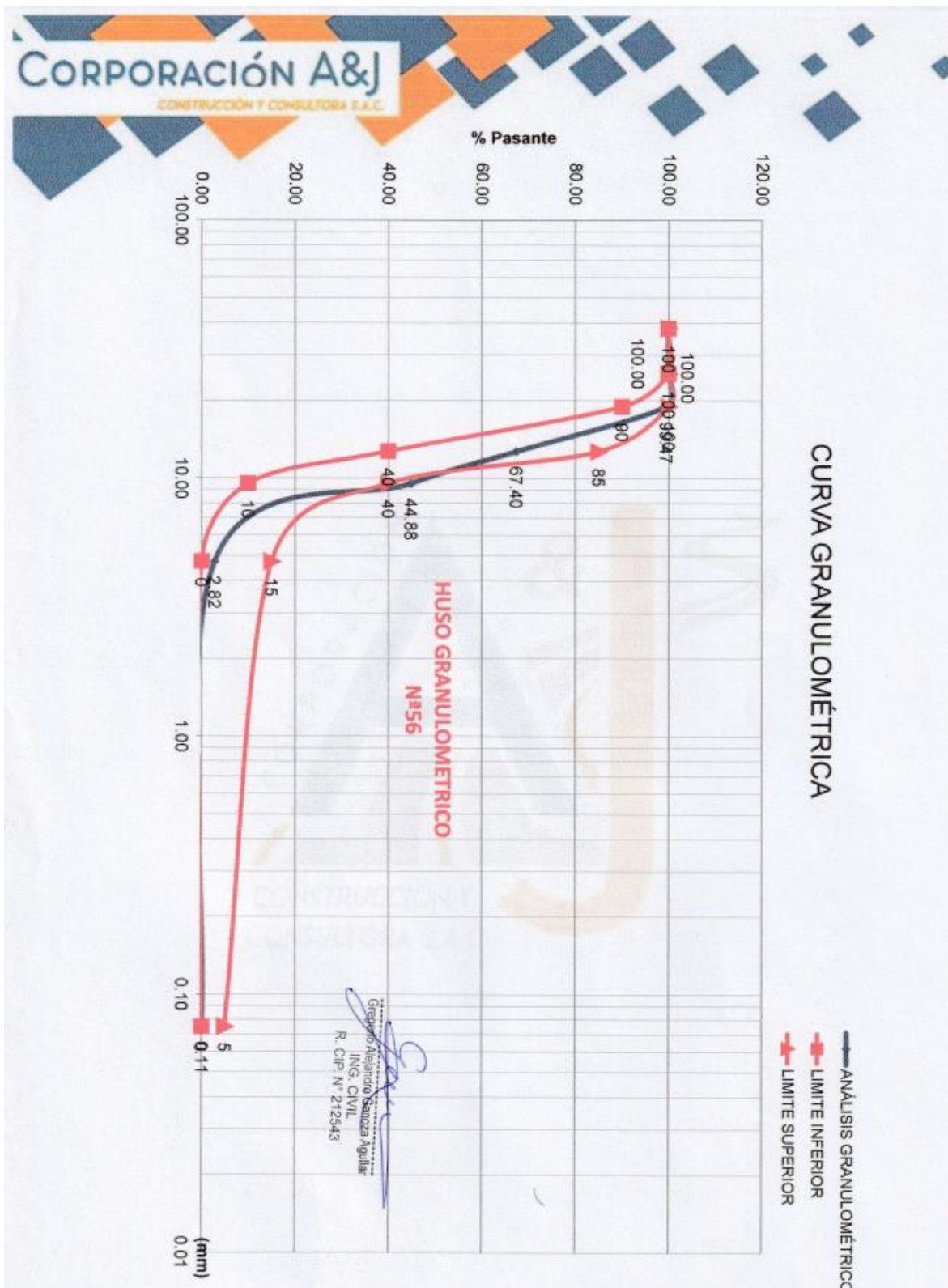
Granulometría

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.20	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	10.7	0.5	0.5	99.5
1/2"	12.70	641.4	32.1	32.6	67.4
3/8"	9.53	450.3	22.5	55.1	44.9
# 4	4.75	841.2	42.1	97.2	2.8
#200	0.075	54.1	2.7	99.9	0.1
fondo	-	2.3	0.1	100.0	0.0
		2000	100		

Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
 Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543

Modulo de finura	5.85
-------------------------	------





Costo – Concreto patrón					
	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Materiales					
Agregado Grueso	m ³	0.3340	S/ 50.00	S/ 16.70	
Agregado Fino	m ³	0.2625	S/ 35.00	S/ 09.19	
Agua	m ³	0.2289	S/ 6.00	S/ 1.37	
Cemento	bol	11.45	S/ 29.60	S/ 338.92	
Aditivo Sikacem plastificante	lt	1.70	S/ 12.48	S/ 21.22	
Aditivo Sika Aer					
				S/387.40	
					S/ 387.40

Nota. Se realizó el análisis de costo por metro cubico de concreto, para esto se tuvo en cuenta el costo de los agregados , del cemento y de los aditivos para este analisis se considero el plastificante como una variable que estuvo presente desde el concreto patrón puesto que solo aporta trabajabilidad.

CÁLCULO DE DOSIFICACIÓN Y AJUSTES

Fecha : 4 de Abril de 2022

Consideraciones - Requisitos del Concreto

f'c (kg/cm ²)	Presistencia Estándar (kg/cm ²)	f'cr Criterio ACI 318	f'cr (kg/cm ²)	Agua x TM	Relación w/c	Comento (Kg)	Modulo de Ruptura Global (Mfg)	Incidenca Agregado Grueso (%)	Incidenca Agregado Fino (%)	Slump requerido (pulg)	Slump min LAB (pulg)
C280	40	Tabla 5.3.2.1	320	229	0.47	487	4.46	0.580	0.440	A6	6

Demanda de Relación w/c

Agua disponible (lit)	Reducción de agua (lit)	Reducción de agua (%)
229	0	0.0%

RELACION AJUSTAMIENTO POR RESISTENCIA

f'c (kg/cm ²)	Comento en kg/m ³	Comento en pulg
100	330	0.71
200	370	0.81
300	390	0.85
400	400	0.88
500	410	0.90

TAMBA M

RELACION AJUSTAMIENTO POR RESISTENCIA

f'c (kg/cm ²)	Comento en kg/m ³	Comento en pulg
100	330	0.71
200	370	0.81
300	390	0.85
400	400	0.88
500	410	0.90

TAMBA POR BOLSA DE CEMENTO

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	0.34	bolsa
Arena	0.8	baldes
Grava	0.9	baldes
Agua	7.12	lit
Silacem Plastificante	51.1	ml
Sika Air	4.4	ml

Gegrupio Alajar INC
R. CIP.

EVALUACIÓN Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS

EVALUACIÓN Mfg =>		Mfg DISEÑO =>		EVALUACIÓN Mfg =>	
		4.46		(Definido luego las pruebas de laboratorio)	
				Conforme	

Dosificación del Concreto

Material	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso S&S (kg/m ³)	Tanda
Cemento Tipo Ico Mochica	10	487	0.1546	487	487	30 L
Material Cementante :						
Agua		229	0.2389	237	229	7.12
Agregado Fino - Agregado Fino - Cantara El Milagro		712	0.2825	723	722	21.88
Agregado Grueso - Agregado Grueso - Cantara El Milagro		866	0.3340	892	900	26.75
Silacem Plastificante Sika Air	0.350%			1.70	1.70	0.051
Aire Atmósferico	0.020%			0.15		0.0044
Total	1.00	2314	1.0000	2340	2340	70.206

Corrección Por Peso Unitario C.F.

Peso Seco (kg/m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso S&S (kg/m ³)	Volumen (m ³)
487	487	487	14.61
229	237	229	7.12
712	723	722	21.88
866	892	900	26.75
	1.70	1.70	0.051
	0.15		0.0044

Costo – Concreto+0.03% Sika Aer

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Materiales					
Agregado Grueso	m ³	0.3340	S/ 50.00	S/ 16.70	
Agregado Fino	m ³	0.2625	S/ 35.00	S/ 09.19	
Agua	m ³	0.2289	S/ 6.00	S/ 1.37	
Cemento	bol	11.45	S/ 29.60	S/ 338.92	
Aditivo Sikacem plastificante	lt	1.70	S/ 12.48	S/ 21.22	
Aditivo Sika Aer	lt	0.16	S/ 32.25	S/ 5.16	
				S/392.56	
					S/ 392.56

Nota. Se realizó el análisis de costo por metro cubico de concreto, para esto se tuvo en cuenta el costo de los agregados , del cemento y de los aditivos para este analisis se considero el plastificante como una variable que estuvo presente desde el concreto patrón puesto que solo aporta trabajabilidad, se adición el 0.03% de Sika Aer el cual al ser en bajas cantidad el impacto generado en el precio no es mucho.

CALCULO DE DOSIFICACION Y AJUSTES

Fecha : 5 de Abril de 2022

Consideraciones - Requisitos del Concreto

f'c (kg/cm ²)	Desviación estándar (kg/cm ²)	Fer Dentro ACI 318	f'cr (kg/cm ²)	Agua x TM	Relación a/c	Cemento (Kg)	Modulo de Firmeza Global (MPa)	Incidencia Agregado Grueso (%)	Incidencia Agregado Fino (%)	Slump requerido (pulg)	Slump min LAB (pulg)
C280	40	Tabla 5.3.2.1	320	229	0.47	487	4.46	0.580	0.440	A6	6

EVALUACION Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS

Mfg DISEÑO =>		4.46 (Definido luego las pruebas de laboratorio)	
EVALUACION Mfg =>		Conforme	

Materiales	%	Dosificación del Concreto				Corrección por Peso Unitario C'f				
		Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Tamaño 30 L	Peso Seco (kg/m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Volumen (m ³)	
Cemento Tipo Ica Modrina	1	487	0.1546	487	14.61					
Material Cementante :										
Agua	0	229	0.2289	229	7.12					
Agregado Fino - Agregado Fino- Cariera El Milagro		712	0.2625	723	21.66					
Agregado Grueso - Agregado Grueso- Cariera El Milagro		896	0.3340	892	28.75					
Silicam Plastificante Sika Air	0.350%			1.70	0.051					
Aire Attrapado Sika Air	2.00%		0.0200	0.29	0.0088					
Total	1.00	2314	1.0000	2340	70.210					

RELACION AJUSTECIMENTO POR RESISTENCIA

f'c (kg/cm ²)	Relación agua/cemento por parte	Comprobación con
150	0.50	0.71
200	0.45	0.61
250	0.40	0.53
300	0.35	0.46
350	0.30	0.40
400	0.25	0.34
450	0.20	0.28

TANDA POR BOLSA DE CEMENTO

Materiales	Porcentaje	Unidad
Cemento	0.34	bolsa
Arena	0.8	baldes
Grava	0.9	baldes
Agua	7.12	litros
Silicam Plast	51.1	ml
Sika Air	8.8	ml

Diego Ramírez
R. CIP

Costo – Concreto+0.06% Sika Aer

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Materiales					
Agregado Grueso	m ³	0.3340	S/ 50.00	S/ 16.70	
Agregado Fino	m ³	0.2625	S/ 35.00	S/ 09.19	
Agua	m ³	0.2289	S/ 6.00	S/ 1.37	
Cemento	bol	11.45	S/ 29.60	S/ 338.92	
Aditivo Sikacem plastificante	lt	1.70	S/ 12.48	S/ 21.22	
Aditivo Sika Aer	lt	0.29	S/ 32.25	S/ 9.35	
				S/415.56	
					S/ 415.56

Nota. Se realizó el análisis de costo por metro cúbico de concreto, para esto se tuvo en cuenta el costo de los agregados, del cemento y de los aditivos para este análisis se consideró el plastificante como una variable que estuvo presente desde el concreto patrón puesto que solo aporta trabajabilidad, se adicionó el 0.06% de Sika Aer.

CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORA S.A.C.

CÁLCULO DE DOSIFICACIÓN Y AJUSTES

Fecha: **5 de Abril de 2022**

Consideraciones - Requisitos del Concreto											
F'c (kg/cm ²)	Diseño de Estandar (kg/cm ²)	Factor de Corrección ACI 318	F'cr (kg/cm ²)	Agua x TM	Relación agua/cemento	Cemento (Kg)	Módulo de Finura Global (Mfj)	Incidencia Agregado Grueso (%)	Incidencia Agregado Fino (%)	Suma requerido (pdj)	Suma min. LAB (pdj)
C280	40	Tabla 5.3.2.1	320	229	0.47	487	4.46	0.560	0.440	A5	6
				229	0	0.0%					
Distribución Relación A/C											

EVALUACIÓN Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS									
Mfg DISEÑO =>					Mfg EVALUACIÓN Mfg =>				
4.46					(Definido luego las pruebas de laboratorio) Confirme				

Dosificación del Concreto						Corrección Por Peso Unitario C _p					
Materiales	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Tanda	Peso Seco (kg/m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Volumen (m ³)	
Cemento Tipo Ion Monocna	10	487	0.1548	487	487	30 L					
Material Cementante :											
Agua		229	0.2289	237	229	7.12					
Agregado Fino - Agregado Fino - Carriera El Miragro		712	0.2625	723	722	21.68					
Agregado Grueso - Agregado Grueso - Carriera El Miragro		886	0.3343	892	900	28.75					
Silicam Plastificante Sika Air	0.350%			1.70	1.70	0.051					
Sika Air	0.080%			0.44	0.44	0.0131					
Aire Atrapado	2.00%			0.0200	0						
Total	1.00	2314	1.0000	2340	2240	70.214					

TANDA POR BOLSA DE CEMENTO			
Material	Cantidad	Unidad	Observaciones
Cemento	0.34	bolsa	
Arena	0.8	balde	
Grava	0.9	balde	
Agua	7.12	lts	
Silicam Plast	51.1	ml	
Sika Air	13.1	ml	

Ing. Alejandro Sosa
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 211

Costo – Concreto+0.09% Sika Aer

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Materiales					
Agregado Grueso	m ³	0.3340	S/ 50.00	S/ 16.70	
Agregado Fino	m ³	0.2625	S/ 35.00	S/ 09.19	
Agua	m ³	0.2289	S/ 6.00	S/ 1.37	
Cemento	bol	11.45	S/ 29.60	S/ 338.92	
Aditivo Sikacem plastificante	lt	1.70	S/ 12.48	S/ 21.22	
Aditivo Sika Aer	lt	0.44	S/ 32.25	S/ 14.19	
				S/337.47	
					S/ 337.47

Nota. Se realizó el análisis de costo por metro cubico de concreto, para esto se tuvo en cuenta el costo de los agregados , del cemento y de los aditivos para este analisis se considero el plastificante como una variable que estuvo presente desde el concreto patrón puesto que solo aporta trabajabilidad, se adicionó el 0.09% de Sika Aer.

CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C.

CALCULO DE DOSIFICACION Y AJUSTES

Fecha : 6 de Abril de 2022

Consideraciones - Requisitos del Concreto											
f'c (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	f'cr Criterio ACI 318 (kg/cm ²)	f'cr (kg/cm ²)	Agua x TM	Relacion a/c	Cemento (kg)	Modulo de Finura Global (Mg)	Incidencia Agregado Grueso (%)	Incidencia Agregado Fino (%)	Slump requerido (pulg.)	Slump min. LAB (pulg.)
C280	40	Tabla 5.3.2.1	320	229	0.47	487	4.46	0.560	0.440	A6	6

EVALUACIÓN Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS		Mg DISEÑO =>		EVALUACION Mg =>		
		4.46	(Definido luego las pruebas de laboratorio)			
		Conforme				

Desdiferenciación del Concreto			Corrección Por Peso Unitario C.F.							
Materiales	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volúmen (m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso S&S (kg/m ³)	Tanda	Peso Seco (kg/m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso S&S (kg/m ³)	Volúmen (m ³)
Cemento Tipo Ios Moravia	1	487		487		30 L				
Material Cementante :										
Agua		487	0.1546	487		14.61				
		229	0.2269	229		7.12				
Agregado Fino - Agregado Fino - Cariera El Milagro		712	0.2825	723		21.68				
Agregado Grueso - Agregado Grueso - Cariera El Milagro		886	0.3340	892		28.75				
Silicem Plastificante Sika Air	0.380%			1.70		0.061				
Aire Atmósfero	0.120%			0.58		0.0175				
	2.00%			0.0000		0.000				
Total	1.00	2314	1.0000	2341	2340	70.219				

Relación Ajustamiento por Resistencia		
f'c	Relacion a/c	Relacion a/c
300	0.47	0.47
350	0.48	0.48
400	0.49	0.49
450	0.50	0.50
500	0.51	0.51
550	0.52	0.52
600	0.53	0.53
650	0.54	0.54
700	0.55	0.55
750	0.56	0.56
800	0.57	0.57
850	0.58	0.58
900	0.59	0.59
950	0.60	0.60
1000	0.61	0.61

TANDA POR BOLSA DE CEMENTO		
Materiales	kg	bolso
Cemento	0.34	bolso
Arena	0.8	bolso
GRAVA	0.9	bolso
Agua	7.12	litro
Silicem Plast	51.1	ml
Sika Aer	17.5	ml

Ing. Alejandro Sánchez Aguiar
 ING. CIVIL
 R. CIP N° 212543

Costo – Concreto+0.12% Sika Aer

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Materiales					
Agregado Grueso	m ³	0.3340	S/ 50.00	S/ 16.70	
Agregado Fino	m ³	0.2625	S/ 35.00	S/ 09.19	
Agua	m ³	0.2289	S/ 6.00	S/ 1.37	
Cemento	bol	11.45	S/ 29.60	S/ 338.92	
Aditivo Sikacem plastificante	lt	1.70	S/ 12.48	S/ 21.22	
Aditivo Sika Aer	lt	0.56	S/ 32.25	S/ 18.06	
				S/405.46	
					S/ 405.46

Nota. Se realizó el análisis de costo por metro cubico de concreto, para esto se tuvo en cuenta el costo de los agregados , del cemento y de los aditivos para este analisis se considero el plastificante como una variable que estuvo presente desde el concreto patrón puesto que solo aporta trabajabilidad, se adición el 0.12% de Sika Aer.

ANEXO 02. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



TABLA 01. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE 07 DÍAS

Mezcla	Código	D	Área	Carga Máx.	F'c	F'c prom. (kg/cm ²)	Fecha de confección	Fecha de rotura
		(cm)	(cm ²)	(KG)	(Kg/ cm ²)			
PATRÓN	1	10.05	79.33	17950.00	226.28	218.29	4/04/2022	11/04/2022
	2	10.15	80.91	17340.00	214.30			
	3	10.10	80.12	17400.00	217.18			
	4	10.05	79.33	17290.00	217.96			
	5	10.10	80.12	17300.00	215.93			
	6	10.05	79.33	17520.00	220.86			
	7	10.20	81.71	17610.00	215.51			
SIKA AER AL 0.03%	1	10.05	79.33	18290.00	230.56	228.31	4/04/2022	11/04/2022
	2	10.15	80.91	18310.00	226.29			
	3	10.10	80.12	18360.00	229.16			
	4	10.05	79.33	18330.00	231.07			
	5	10.10	80.12	18270.00	228.04			
	6	10.05	79.33	18250.00	230.06			
	7	10.20	81.71	18220.00	222.98			
SIKA AER AL 0.06%	1	10.05	79.33	16120.00	203.21	202.15	5/04/2022	12/04/2022
	2	10.15	80.91	16230.00	200.58			
	3	10.10	80.12	16020.00	199.95			
	4	10.05	79.33	16150.00	203.59			
	5	10.10	80.12	16090.00	200.83			
	6	10.05	79.33	16180.00	203.97			
	7	10.20	81.71	16580.00	202.91			
SIKA AER AL 0.09%	1	10.05	79.33	15960.00	201.19	198.01	5/04/2022	12/04/2022
	2	10.15	80.91	15840.00	195.76			
	3	10.10	80.12	15800.00	197.21			
	4	10.05	79.33	15760.00	198.67			
	5	10.10	80.12	15900.00	198.46			
	6	10.05	79.33	15860.00	199.93			
	7	10.20	81.71	15920.00	194.83			
SIKA AER AL 0.12%	1	10.05	79.33	15470.00	195.02	188.60	6/04/2022	13/04/2022
	2	10.15	80.91	15360.00	189.83			
	3	10.10	80.12	15130.00	188.85			
	4	10.05	79.33	14630.00	184.43			
	5	10.10	80.12	14990.00	187.10			
	6	10.05	79.33	15020.00	189.34			
	7	10.20	81.71	15170.00	185.65			


 Gregorio Alejandro Gálvez Aguil
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543



TABLA 02. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE 14 DÍAS

Mezcla	Código	D	Área	Carga Máx.	F'c	f'c prom. (kg/cm ²)	Fecha de confección	Fecha de rotura
		(cm)	(cm ²)	(KG)	(Kg/ cm ²)			
PATRÓN	1	10.05	79.33	20070.00	253.00	254.99	4/04/2022	18/04/2022
	2	10.15	80.91	20670.00	255.46			
	3	10.10	80.12	20710.00	258.49			
	4	10.05	79.33	20580.00	259.43			
	5	10.10	80.12	20480.00	255.62			
	6	10.05	79.33	20380.00	256.91			
	7	10.20	81.71	20100.00	245.98			
SIKA AER AL 0.03%	1	10.10	80.12	21420.00	267.35	265.97	4/04/2022	18/04/2022
	2	10.15	80.91	21220.00	262.25			
	3	10.10	80.12	21260.00	265.36			
	4	10.05	79.33	21310.00	268.63			
	5	10.10	80.12	21190.00	264.48			
	6	10.05	79.33	21200.00	267.25			
	7	10.10	80.12	21350.00	266.48			
SIKA AER AL 0.06%	1	10.10	80.12	19190.00	239.52	237.45	5/04/2022	19/04/2022
	2	10.05	79.33	18930.00	238.63			
	3	10.05	79.33	18640.00	234.98			
	4	10.15	80.91	19080.00	235.81			
	5	10.10	80.12	18960.00	236.65			
	6	10.05	79.33	19110.00	240.90			
	7	10.10	80.12	18880.00	235.65			
SIKA AER AL 0.09%	1	10.05	79.33	18930.00	238.63	233.95	5/04/2022	19/04/2022
	2	10.15	80.91	18690.00	230.99			
	3	10.10	80.12	18590.00	232.03			
	4	10.05	79.33	18660.00	235.23			
	5	10.10	80.12	18750.00	234.03			
	6	10.05	79.33	18840.00	237.50			
	7	10.20	81.71	18730.00	229.22			
SIKA AER AL 0.12%	1	10.05	79.33	17240.00	217.33	215.39	6/04/2022	20/04/2022
	2	10.15	80.91	17360.00	214.55			
	3	10.10	80.12	17170.00	214.31			
	4	10.05	79.33	17190.00	216.70			
	5	10.10	80.12	17230.00	215.06			
	6	10.05	79.33	17280.00	217.83			
	7	10.20	81.71	17320.00	211.96			

[Handwritten Signature]
 Alejandro Gozoza Ag
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543



TABLA 03. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE 28 DÍAS.

Mezcla	Código	D	Área	Carga Máx.	F'c	f'c prom. (kg/cm ²)	Fecha de confección	Fecha de rotura
		(cm)	(cm ²)	(KG)	(Kg/ cm ²)			
PATRÓN	1	10.10	80.12	23300.00	290.82	287.63	4/04/2022	18/04/2022
	2	10.05	79.33	22830.00	287.80			
	3	10.10	80.12	23140.00	288.82			
	4	10.05	79.33	22490.00	283.51			
	5	10.10	80.12	23280.00	290.57			
	6	10.05	79.33	22990.00	289.81			
	7	10.20	81.71	23050.00	282.09			
SIKA AER AL 0.03%	1	10.10	80.12	23610.00	294.69	294.50	4/04/2022	18/04/2022
	2	10.05	79.33	23460.00	295.74			
	3	10.10	80.12	23620.00	294.81			
	4	10.05	79.33	23490.00	296.12			
	5	10.10	80.12	23580.00	294.31			
	6	10.05	79.33	23560.00	297.00			
	7	10.20	81.71	23600.00	288.82			
SIKA AER AL 0.06%	1	10.10	80.12	22770.00	284.20	279.90	5/04/2022	19/04/2022
	2	10.15	80.91	22750.00	281.16			
	3	10.10	80.12	21680.00	270.60			
	4	10.05	79.33	22720.00	286.41			
	5	10.10	80.12	22790.00	284.45			
	6	10.05	79.33	21810.00	274.94			
	7	10.20	81.71	22680.00	277.56			
SIKA AER AL 0.09%	1	10.10	80.12	22540.00	281.33	273.82	5/04/2022	19/04/2022
	2	10.05	79.33	21470.00	270.65			
	3	10.10	80.12	21580.00	269.35			
	4	10.05	79.33	22060.00	278.09			
	5	10.10	80.12	21950.00	273.97			
	6	10.05	79.33	21860.00	275.57			
	7	10.20	81.71	21880.00	267.77			
SIKA AER AL 0.12%	1	10.05	79.33	19330.00	243.67	251.22	6/04/2022	20/04/2022
	2	10.15	80.91	20510.00	253.48			
	3	10.10	80.12	20340.00	253.87			
	4	10.05	79.33	19780.00	249.35			
	5	10.10	80.12	19890.00	248.26			
	6	10.05	79.33	20210.00	254.77			
	7	10.20	81.71	20850.00	255.16			


 Gregorio Alejandro Gahosa Ag.
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543



Tabla 01. Valores de resistencia a tracción de los diversos diseños de mezcla de concreto Patrón y adiciones porcentuales de SikaAer.

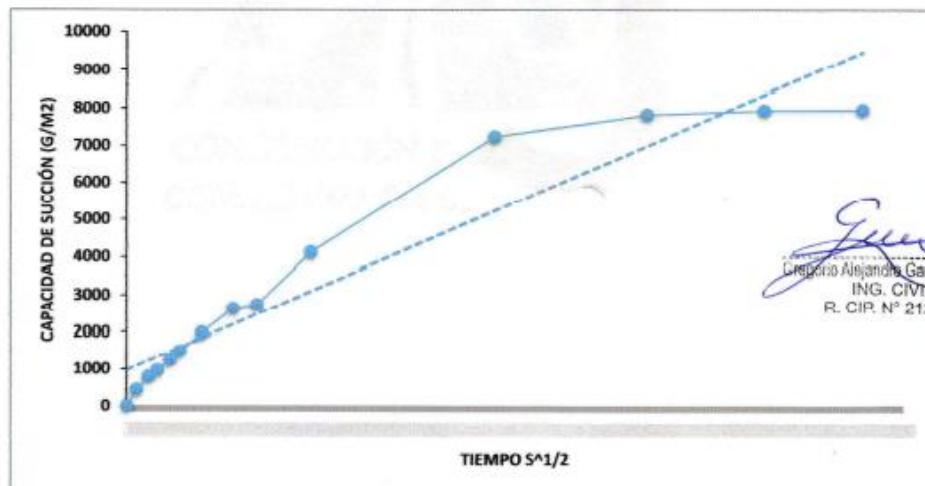
Diseño de Mezcla	Código	Diámetro	Longitud	Carga (P)	Tracción indirecta (kg/cm ²)	Resistencia a tracción (kg/cm ²)	Fecha de confección	Fecha de rotura
		(cm)	(cm)	(KG)	2P/ πDL			
PATRÓN	1	10.10	20.10	9910.00	31.08	26.68	4/04/2022	2/05/2022
	2	10.10	20.10	7460.00	23.39			
	3	10.05	20.15	7950.00	24.99			
	4	10.15	20.05	8300.00	25.96			
	5	10.10	20.10	8920.00	27.97			
SIKA AER AL 0.03%	1	10.10	20.10	9440.00	29.60	25.88	4/04/2022	2/05/2022
	2	10.10	20.10	7630.00	23.93			
	3	10.05	20.15	7070.00	22.23			
	4	10.15	20.05	9450.00	29.56			
	5	10.10	20.10	7680.00	24.08			
SIKA AER AL 0.06%	1	10.10	20.10	9040.00	28.35	25.37	4/04/2022	2/05/2022
	2	10.10	20.10	6990.00	21.92			
	3	10.05	20.15	8510.00	26.75			
	4	10.15	20.05	8390.00	26.25			
	5	10.10	20.10	7520.00	23.58			
SIKA AER AL 0.09%	1	10.10	20.10	8320.00	26.09	24.58	4/04/2022	2/05/2022
	2	10.10	20.10	8310.00	26.06			
	3	10.05	20.15	6830.00	21.47			
	4	10.15	20.05	8780.00	27.47			
	5	10.10	20.10	6960.00	21.83			
SIKA AER AL 0.12%	1	10.10	20.10	6290.00	19.72	21.05	4/04/2022	2/05/2022
	2	10.10	20.10	6180.00	19.38			
	3	10.05	20.15	6960.00	21.88			
	4	10.15	20.05	7550.00	23.62			
	5	10.10	20.10	6590.00	20.67			


 Diego Alejandro Ganoza Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543

ANEXO 03. PRUEBAS DE SUCCION EN EL CONCRETO

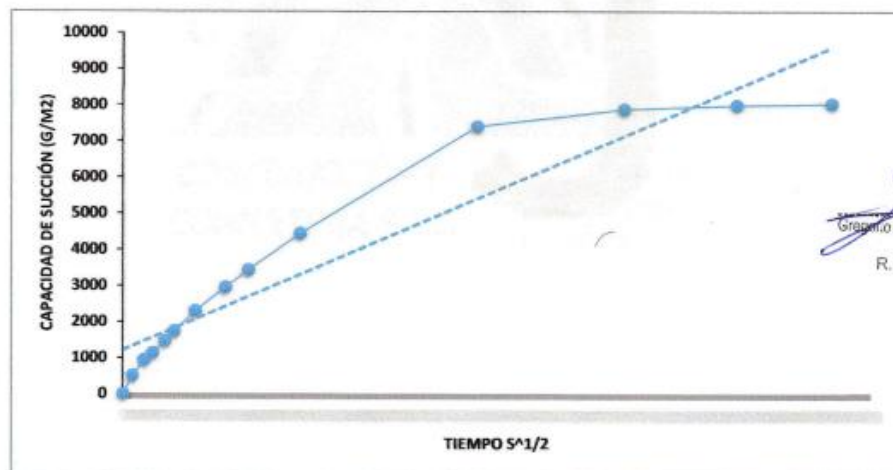


ENSAYO DE SUCCION EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		P 1		Masa Seca de muestra (g.) :		903.80	
Diametro de muestra (m.)		0.1020		Area de sección transv. (m2):		0.0082	
Tiempo del Ensayo			Tiempo $s^{1/2}$	Masa (g)	$\Delta M (g.) = M_{humeda} - M_{seca}$	Parametros de succion capilar	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/ (m2. s $^{1/2}$))
0	0	min	0	903.80	0.00	0.00	-
60	1	min	8	907.40	3.60	440.57	56.88
300	5	min	17	910.30	6.50	795.47	45.93
600	10	min	24	911.70	7.90	966.80	39.47
1200	20	min	35	914.00	10.20	1248.27	36.03
1800	30	min	42	916.00	12.20	1493.03	35.19
3600	1	h.	60	920.00	16.20	1982.55	33.04
7200	2	h.	85	925.40	21.60	2643.40	31.15
10800	3	h.	104	926.20	22.40	2741.31	26.38
21600	6	h.	147	937.50	33.70	4124.20	28.06
86400	24	h.	294	962.90	59.10	7232.65	24.61
172800	48	h.	416	967.80	64.00	7832.31	18.84
259200	72	h.	509	968.70	64.90	7942.45	15.60
345600	96	h.	588	968.80	65.00	7954.69	13.53



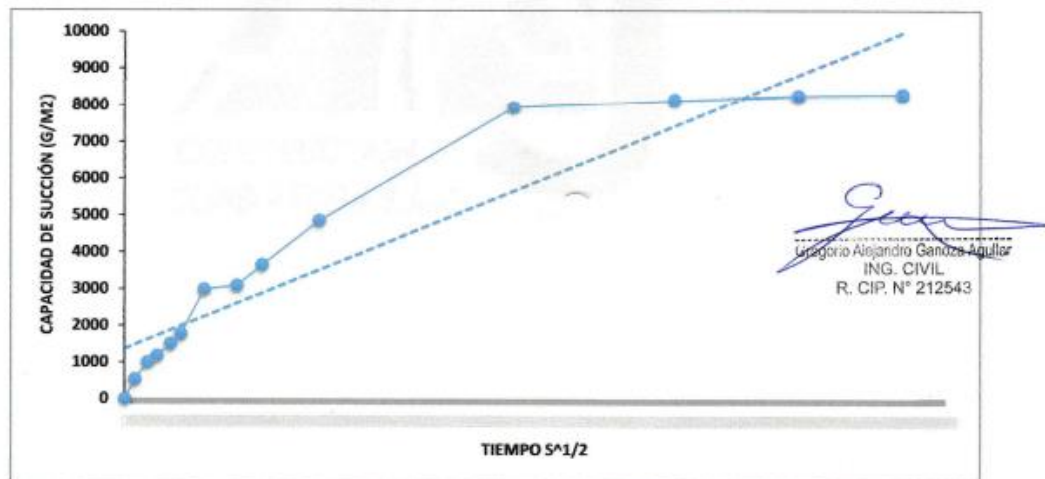


ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		P-2		Masa Seca de muestra (g.) :		897.90	
Diametro de muestra (m.)		0.1015		Area de sección transv. (m2):		0.0081	
Tiempo del Ensayo			Tiempo ^{^1/2}	Masa (g)	$\Delta M (g.) =$ Mhumeda- Mseca	Parametros de succión	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/ (m2. s ^{^1/2}))
0	0	min	0	897.90	0.00	0.00	-
60	1	min	8	902.00	4.10	506.71	65.42
300	5	min	17	905.50	7.60	939.27	54.23
600	10	min	24	907.10	9.20	1137.01	46.42
1200	20	min	35	909.80	11.90	1470.70	42.46
1800	30	min	42	912.00	14.10	1742.60	41.07
3600	1	h.	60	916.50	18.60	2298.75	38.31
7200	2	h.	85	921.80	23.90	2953.76	34.81
10800	3	h.	104	925.70	27.80	3435.76	33.06
21600	6	h.	147	933.80	35.90	4436.83	30.19
86400	24	h.	294	957.80	59.90	7402.95	25.19
172800	48	h.	416	961.70	63.80	7884.95	18.97
259200	72	h.	509	962.60	64.70	7996.18	15.71
345600	96	h.	588	962.90	65.00	8033.25	13.66



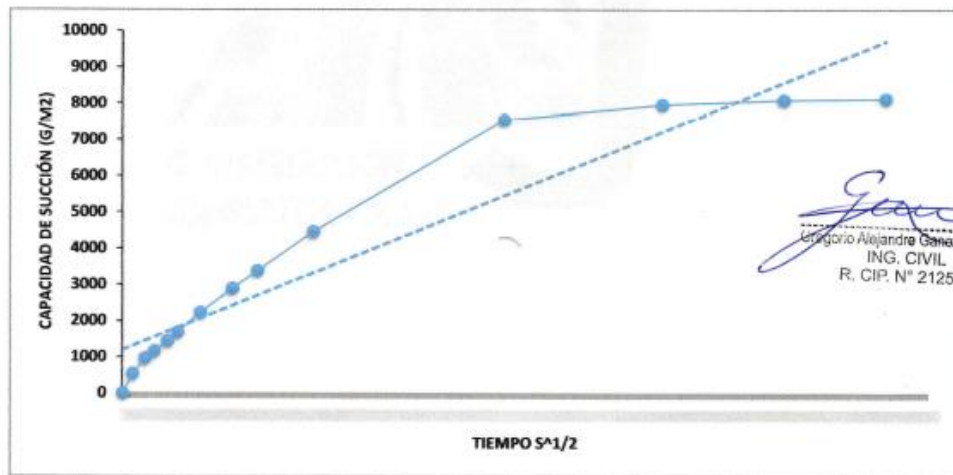


ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		0.03%-1		Masa Seca de muestra (g.) :		834.10	
Diametro de muestra (m.)		0.1005		Area de sección transv. (m2):		0.0079	
Tiempo del Ensayo			Tiempo $t^{1/2}$	Masa (g)	$\Delta M (g) = M_{humeda} - M_{seca}$	Parámetros de succión capilar	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/(m2. s $^{1/2}$))
0	0	min	0	834.10	0.00	0.00	-
60	1	min	8	838.30	4.20	529.45	68.35
300	5	min	17	842.00	7.90	995.88	57.50
600	10	min	24	843.40	9.30	1172.36	47.86
1200	20	min	35	846.00	11.90	1500.12	43.30
1800	30	min	42	848.10	14.00	1764.84	41.60
3600	1	h.	60	857.80	23.70	2987.63	49.79
7200	2	h.	85	858.60	24.50	3088.47	36.40
10800	3	h.	104	863.10	29.00	3655.75	35.18
21600	6	h.	147	872.60	38.50	4853.32	33.02
86400	24	h.	294	897.20	63.10	7954.40	27.06
172800	48	h.	416	898.80	64.70	8156.10	19.62
259200	72	h.	509	899.60	65.50	8256.94	16.22
345600	96	h.	588	899.90	65.80	8294.76	14.11

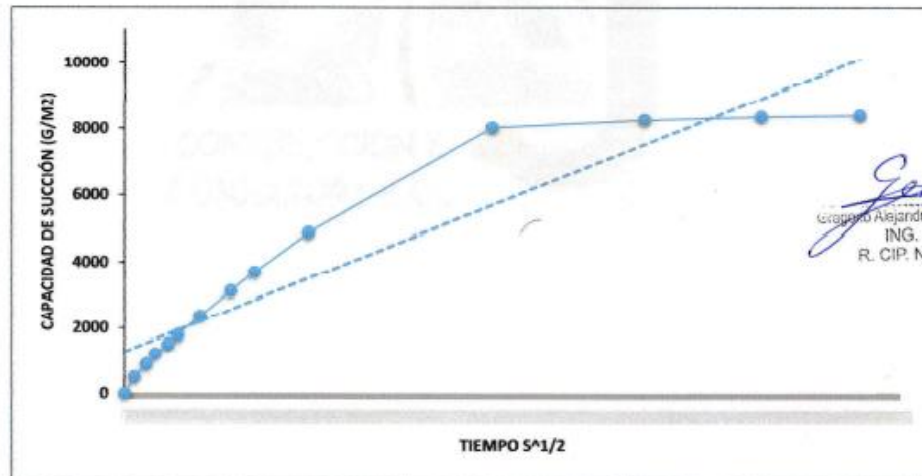




ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		0.03% -2		Masa Seca de muestra (g.) :		867.30	
Diametro de muestra (m.)		0.1010		Area de sección transv. (m2):		0.0080	
Tiempo del Ensayo			Tiempo $s^{1/2}$	Masa (g)	$\Delta M (g.) = M_{humeda} - M_{seca}$	Parametros de succion	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/(m2. s $^{1/2}$))
0	0	min	0	867.30	0.00	0.00	-
60	1	min	8	871.60	4.30	536.71	69.29
300	5	min	17	875.00	7.70	961.08	55.49
600	10	min	24	876.60	9.30	1160.78	47.39
1200	20	min	35	878.90	11.60	1447.86	41.80
1800	30	min	42	880.80	13.50	1685.00	39.72
3600	1	h.	60	885.20	17.90	2234.19	37.24
7200	2	h.	85	890.50	23.20	2895.71	34.13
10800	3	h.	104	894.40	27.10	3382.49	32.55
21600	6	h.	147	903.00	35.70	4455.90	30.32
86400	24	h.	294	927.80	60.50	7551.32	25.69
172800	48	h.	416	931.20	63.90	7975.69	19.19
259200	72	h.	509	932.20	64.90	8100.50	15.91
345600	96	h.	588	932.50	65.20	8137.95	13.84

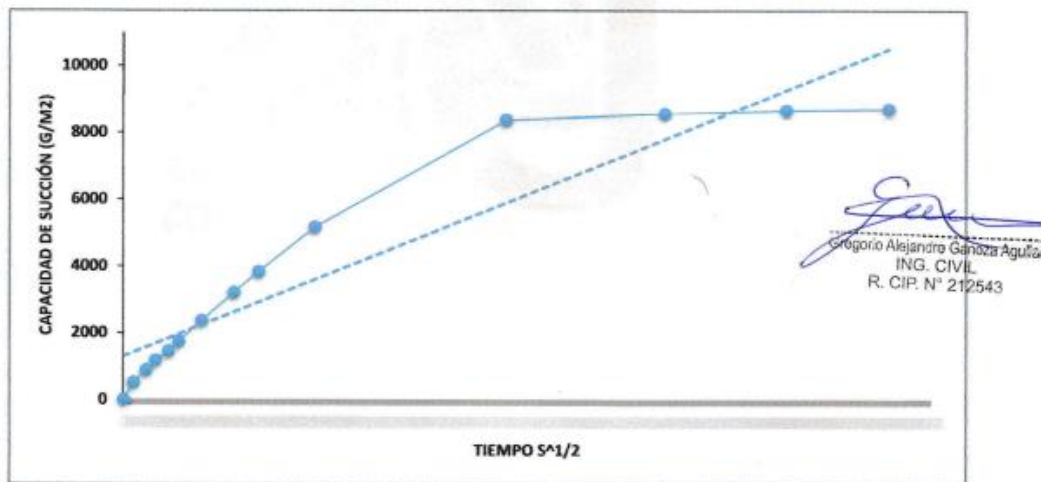


ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		0.06%-1		Masa Seca de muestra (g.):		848.40	
Diámetro de muestra (m.)		0.1010		Área de sección transv. (m ²):		0.0080	
Tiempo del Ensayo			Tiempo ^{1/2}	Masa (g)	$\Delta M (g) =$ Mhmeda- Mseca	Parámetros de succión capilar	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m ²)	Velocidad de succión (g/(m ² ·s ^{1/2}))
0	0	min	0	848.40	0.00	0.00	-
60	1	min	8	852.50	4.10	511.74	66.07
300	5	min	17	855.60	7.20	898.67	51.88
600	10	min	24	858.20	9.80	1223.19	49.94
1200	20	min	35	860.50	12.10	1510.26	43.60
1800	30	min	42	862.70	14.30	1784.86	42.07
3600	1	h.	60	867.30	18.90	2359.01	39.32
7200	2	h.	85	873.40	25.00	3120.38	36.77
10800	3	h.	104	878.00	29.60	3694.53	35.55
21600	6	h.	147	887.50	39.10	4880.27	33.21
86400	24	h.	294	912.70	64.30	8025.62	27.30
172800	48	h.	416	914.60	66.20	8262.76	19.88
259200	72	h.	509	915.40	67.00	8362.62	16.43
345600	96	h.	588	915.70	67.30	8400.06	14.29



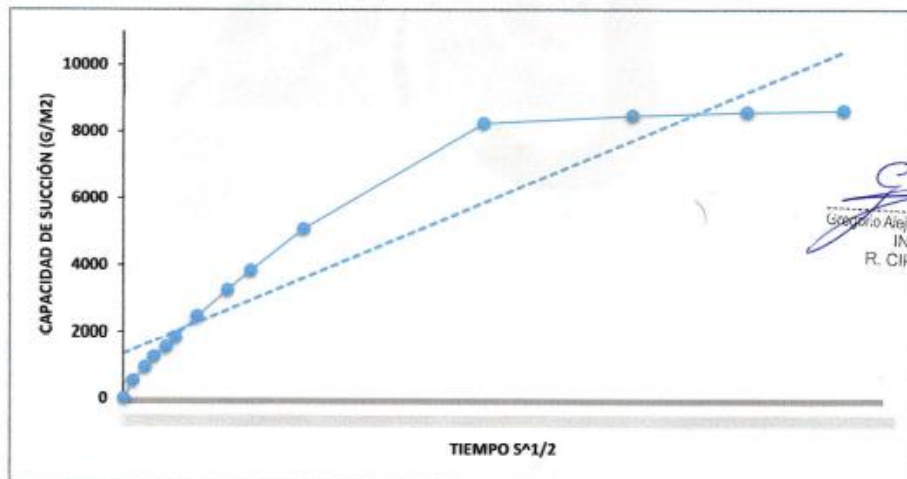


ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		0.06% -2		Masa Seca de muestra (g.):		856.70	
Diametro de muestra (m.)		0.1010		Area de sección transv. (m2):		0.0080	
Tiempo del Ensayo			Tiempo $t^{1/2}$	Masa (g)	$\Delta M (g.) =$ Mhumeda- Mseca	Parametros de succion	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/ (m2. s ^{1/2}))
0	0	min	0	856.70	0.00	0.00	-
60	1	min	8	860.80	4.10	511.74	66.07
300	5	min	17	863.70	7.00	873.71	50.44
600	10	min	24	866.10	9.40	1173.26	47.90
1200	20	min	35	868.30	11.60	1447.86	41.80
1800	30	min	42	870.60	13.90	1734.93	40.89
3600	1	h.	60	875.60	18.90	2359.01	39.32
7200	2	h.	85	882.40	25.70	3207.75	37.80
10800	3	h.	104	887.40	30.70	3831.83	36.87
21600	6	h.	147	898.10	41.40	5167.35	35.16
86400	24	h.	294	923.70	67.00	8362.62	28.45
172800	48	h.	416	925.30	68.60	8562.32	20.60
259200	72	h.	509	926.10	69.40	8662.17	17.01
345600	96	h.	588	926.40	69.70	8699.62	14.80



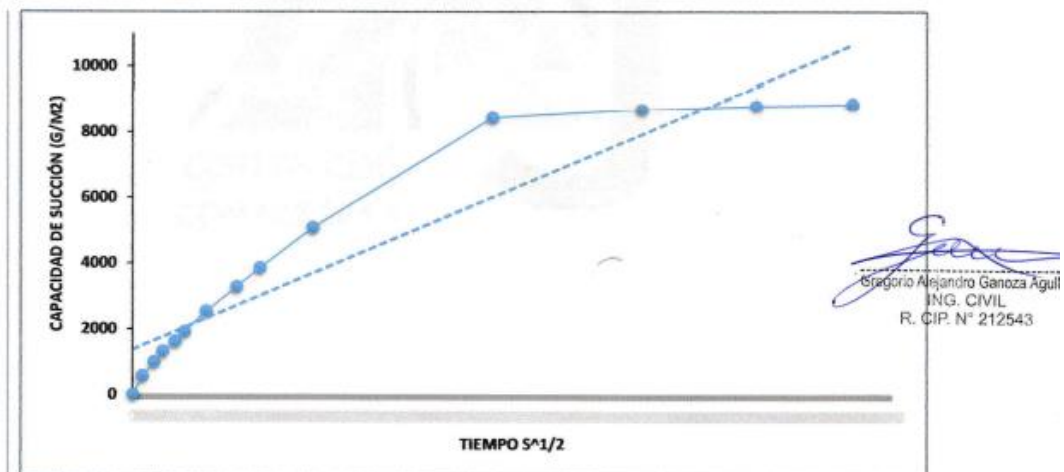


ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		0.09%-1		Masa Seca de muestra (g.) :		862.70	
Diametro de muestra (m.)		0.1005		Area de sección transv. (m2):		0.0079	
Tiempo del Ensayo			Tiempo $s^{1/2}$	Masa (g)	ΔM (g.) = Mhmeda-Mseca	Parámetros de succión capilar	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/ (m2. s $^{1/2}$))
0	0	min	0	862.70	0.00	0.00	-
60	1	min	8	867.00	4.30	542.06	69.98
300	5	min	17	870.20	7.50	945.45	54.59
600	10	min	24	872.70	10.00	1260.60	51.46
1200	20	min	35	875.00	12.30	1550.54	44.76
1800	30	min	42	877.30	14.60	1840.48	43.38
3600	1	h.	60	882.20	19.50	2458.17	40.97
7200	2	h.	85	888.50	25.80	3252.35	38.33
10800	3	h.	104	893.10	30.40	3832.23	36.88
21600	6	h.	147	903.00	40.30	5080.23	34.57
86400	24	h.	294	928.10	65.40	8244.34	28.05
172800	48	h.	416	930.00	67.30	8483.85	20.41
259200	72	h.	509	930.80	68.10	8584.70	16.86
345600	96	h.	588	931.20	68.50	8635.12	14.69



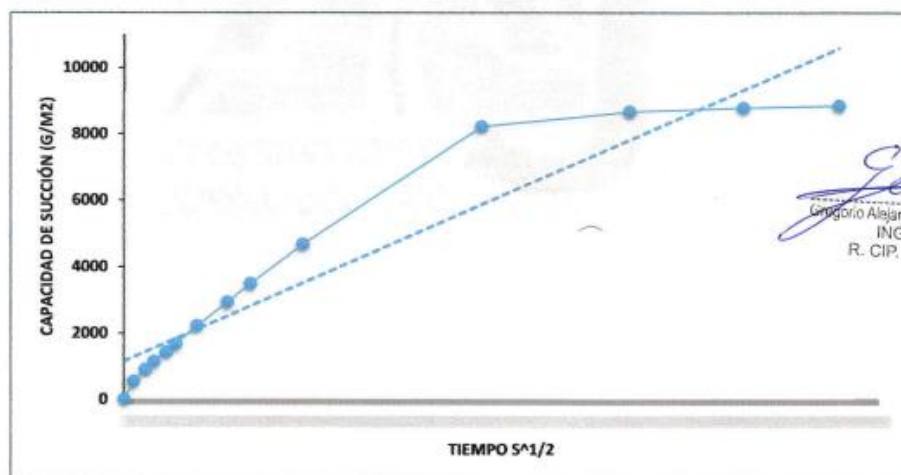


ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		0.09% -2		Masa Seca de muestra (g.):		855.90	
Diametro de muestra (m.)		0.1010		Area de sección transv. (m2):		0.0080	
Tiempo del Ensayo			Tiempo \sqrt{t}	Masa (g)	$\Delta M (g) = M_{humeda} - M_{seca}$	Parametros de succion	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/(m2. s $^{1/2}$))
0	0	min	0	855.90	0.00	0.00	-
60	1	min	8	860.40	4.50	561.67	72.51
300	5	min	17	863.80	7.90	986.04	56.93
600	10	min	24	866.50	10.60	1323.04	54.01
1200	20	min	35	868.90	13.00	1622.60	46.84
1800	30	min	42	871.30	15.40	1922.15	45.31
3600	1	h.	60	876.20	20.30	2533.75	42.23
7200	2	h.	85	882.20	26.30	3282.64	38.69
10800	3	h.	104	886.80	30.90	3856.79	37.11
21600	6	h.	147	896.60	40.70	5079.98	34.56
86400	24	h.	294	923.50	67.60	8437.51	28.70
172800	48	h.	416	925.70	69.80	8712.10	20.96
259200	72	h.	509	926.60	70.70	8824.43	17.33
345600	96	h.	588	927.00	71.10	8874.36	15.10



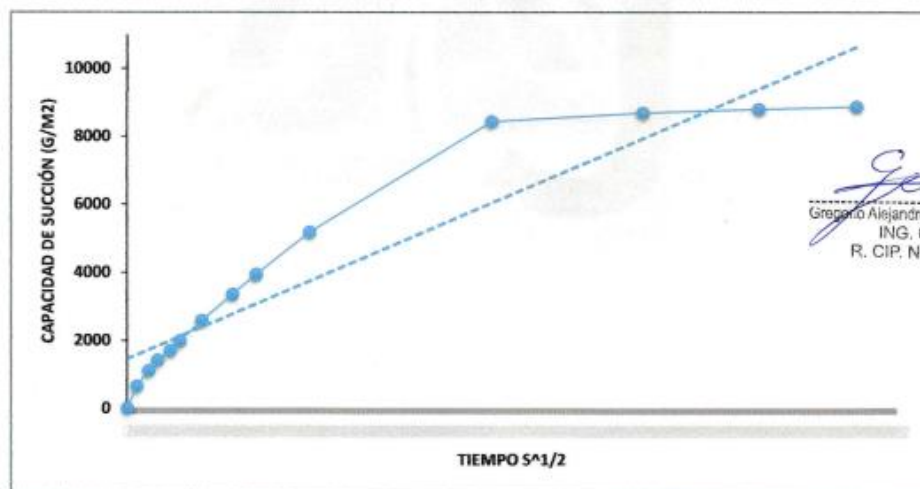


ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		0.12%-1		Masa Seca de muestra (g.) :		890.10	
Diametro de muestra (m.)		0.1005		Area de sección transv. (m2):		0.0079	
Tiempo del Ensayo			Tiempo $t^{1/2}$	Masa (g)	$\Delta M (g.) = M_{humeda} - M_{seca}$	Parámetros de succión capilar	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/(m2. s $^{1/2}$))
0	0	min	0	890.10	0.00	0.00	-
60	1	min	8	894.40	4.30	542.06	69.98
300	5	min	17	897.20	7.10	895.03	51.67
600	10	min	24	899.20	9.10	1147.15	46.83
1200	20	min	35	901.40	11.30	1424.48	41.12
1800	30	min	42	903.30	13.20	1663.99	39.22
3600	1	h.	60	907.70	17.60	2218.66	36.98
7200	2	h.	85	913.40	23.30	2937.20	34.62
10800	3	h.	104	917.80	27.70	3491.87	33.60
21600	6	h.	147	927.20	37.10	4676.83	31.82
86400	24	h.	294	955.30	65.20	8219.13	27.96
172800	48	h.	416	958.90	68.80	8672.94	20.86
259200	72	h.	509	959.80	69.70	8786.40	17.26
345600	96	h.	588	960.30	70.20	8849.43	15.05





ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra			0.12% -2	Masa Seca de muestra (g.):	870.00		
Diametro de muestra (m.)			0.1010	Area de sección transv. (m2):	0.0080		
Tiempo del Ensayo			Tiempo $\wedge 1/2$	Masa (g)	$\Delta M (g) = M_{humeda} - M_{seca}$	Parametros de succion	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/(m2. s $\wedge 1/2$))
0	0	min	0	870.00	0.00	0.00	-
60	1	min	8	875.20	5.20	649.04	83.79
300	5	min	17	878.80	8.80	1098.37	63.41
600	10	min	24	881.30	11.30	1410.41	57.58
1200	20	min	35	883.60	13.60	1697.49	49.00
1800	30	min	42	885.90	15.90	1984.56	46.78
3600	1	h.	60	890.70	20.70	2583.67	43.06
7200	2	h.	85	896.90	26.90	3357.53	39.57
10800	3	h.	104	901.60	31.60	3944.16	37.95
21600	6	h.	147	911.50	41.50	5179.83	35.24
86400	24	h.	294	937.60	67.60	8437.51	28.70
172800	48	h.	416	939.70	69.70	8699.62	20.93
259200	72	h.	509	940.50	70.50	8799.47	17.28
345600	96	h.	588	941.10	71.10	8874.36	15.10





HOJA TÉCNICA

SikaAer®

Aditivo incorporador de aire.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaAer® es un aditivo elaborado a base de agentes tensoactivos que adicionado al concreto genera microburbujas que se reparten uniformemente en la masa del concreto.

No contiene cloruros.

USOS

- Concreto sometido a bajas temperaturas.
- Concreto de subterráneos, cimientos, sobrecimientos, obras hidráulicas en general (represas, canales, etc).
- Concreto en carreteras, aeropuertos, entre otros.
- Transporte del concreto en camión tolva.
- Concreto a la vista, concreto bombeado.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

En Concreto fresco:

- Permite un aumento en la trabajabilidad y/o una disminución en el agua de amasado.
- Reduce la segregación en el concreto, especialmente en las faenas de transporte.
- Reduce la exudación en el concreto.
- Incrementa la cohesión interna de la masa del concreto.
- Permite reducir el tiempo de vibración y colocación.
- Mejora el aspecto superficial del concreto.
- Incremento de la impermeabilidad.

En Concreto endurecido:

- Aumento de las resistencias a la acción de aguas agresivas.
- Incremento de las resistencias a ciclos de hielo y deshielo.
- Rompe la capilaridad.

NORMA

Cumple con la Norma ASTM C 260.

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Líquido.

COLORES

Ámbar Translucido

PRESENTACIÓN

- Paquete x 4 envases PET x 4 L.
- Balde x 20 L.
- Cilindro x 200 L.

ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL SikaAer® se puede almacenar durante 1 año en su envase original cerrado, sin deterioro y en lugar fresco y bajo techo. A temperaturas bajo 5 °C se puede producir turbidez en el aditivo, lo cual no altera su efectividad.
DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 1.01 - 1.02 kg/L
INFORMACIÓN DEL SISTEMA	
DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS 0.02% a 0.12% del peso del cemento.
MÉTODO DE APLICACIÓN	MODO DE APLICACIÓN Se utiliza diluido en el agua de amasado. Mayores dosis pueden ser utilizadas si así se determina en ensayos previos con los materiales a usar en la obra. La incorporación de aire en un concreto depende principalmente de: Los agregados pétreos (granulometría y forma de los granos). Razón a/c. Dosis de cemento por m ³ de concreto elaborado. Finura del cemento. Relación áridos finos/gruesos. Tipo de mezcladora y tiempo de mezclado. Temperatura, etc. La plasticidad, a menor asentamiento se necesita mayor esfuerzo para lograr la cantidad de aire deseado.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN	Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma naturales o sintéticos y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.
-------------------------------------	--

OBSERVACIONES	La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe
----------------------	--

NOTAS LEGALES	La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe .
----------------------	---

**"La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 10
la misma que deberá ser destruida"**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE SikaAer® :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro industrial "Las Praderas
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y
6, Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Versión elaborada por: Sika Perú
S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com



Hoja Técnica
SikaAer®
19.11.14, Edición 11



Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 354 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	220724
2. Solicitante	CORPORACIÓN A&J CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C.
3. Dirección	Av. Salvador Lara Nro. 1331 Urb. Los Jardines, Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30 000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	10 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	R31P30
Número de Serie	8335440441
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	USA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO SUELOS Y ASFALTO
5. Fecha de Calibración	2022-11-22

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).

Los resultados son válidos 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.

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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-11-23



Firmado digitalmente por
Williams Pérez

Fecha: 2022.11.25 15:26:46
-05'00'



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 555 - 2021

Página 1 de 4

1. Expediente	210690	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	CORPORACIÓN A&J CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C.	
3. Dirección	Av. Salvador Lara Nro. 1331 Urb. Los Jardines - Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD	Los resultados son válidos 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. 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. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	8 000 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	WT80001CFEJ	
Número de Serie	130420036	
Capacidad mínima	2 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2021-11-22	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-11-23



Firmado digitalmente por

Williams Pérez

Fecha: 2021.11.23 09:23:27 -05'00'



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 190 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 6

1. Expediente	220724
2. Solicitante	CORPORACIÓN A&J CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C.
3. Dirección	Av. Salvador Lara Nro. 1331 Urb. Los Jardines, Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STHX-2A
Número de Serie	190822
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO SUELOS Y ASFALTO

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).

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.

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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2022-11-22

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-11-24



Firmado digitalmente por
Williams Pérez

Fecha: 2022.11.24 13:25:52
-05'00'



Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 187 - 2022

Página 1 de 3

1. Expediente	220724	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	CORPORACIÓN A&J CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA 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. Salvador Lara Nro. 1331 Urb. Los Jardines, Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	1100 kN	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. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. 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 kN	
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO	
5. Fecha de Calibración	2022-11-22	

Fecha de Emisión

2022-11-25

Jefe del Laboratorio de Metrología



Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.11.25 15:28:05
-05'00'

Sello



CEMENTO TIPO I “ESTRUCTURAL”



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland Tipo I. Gracias a su nuevo diseño de clinker, se logra una mejor resistencia a la compresión garantizando óptimos resultados en tu obra.

USOS

- Cemento de uso general.

ATRIBUTOS

Diseño que supera los requisitos de la normas nacionales

Altas resistencias a todas las edades

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

RECOMENDACIONES PARA USO Y ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar sobre plataforma de madera y en rumas que no excedan las 8 bolsas



Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



*Requisito opcional

Resistencia a la compresión (psi)

■ Resultado Promedio ■ Requisito mínimo NTP 334.009 / ASTM C150



Cemento Tipo I Estructural

Cemento Portland Tipo I

Requisitos normalizados - NTP 334.009 / ASTM C150

REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	2.1
SO ₂	Máximo	3.0	%	NTP 334.086	2.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	3.1
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	8
Finura, Superficie específica	Mínimo	2,600	cm ² /g	NTP 334.002	4000
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.07
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	29.4 (4260)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	36.6 (5310)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	45.3 (6570)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	139
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	250

*Valores promedios referenciales de lotes despachados / **Requisito opcional.

VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha Recomendada de Uso: para aprovechar de mejor manera sus propiedades



Fecha de Producción: para que utilices el cemento más fresco

Panel Fotográfico

Caracterización de los Agregados, Granulometría del agregado grueso



Caracterización de los Agregados, Distribución de partículas del agregado grueso



Caracterización de los Agregados, Granulometría del agregado fino.



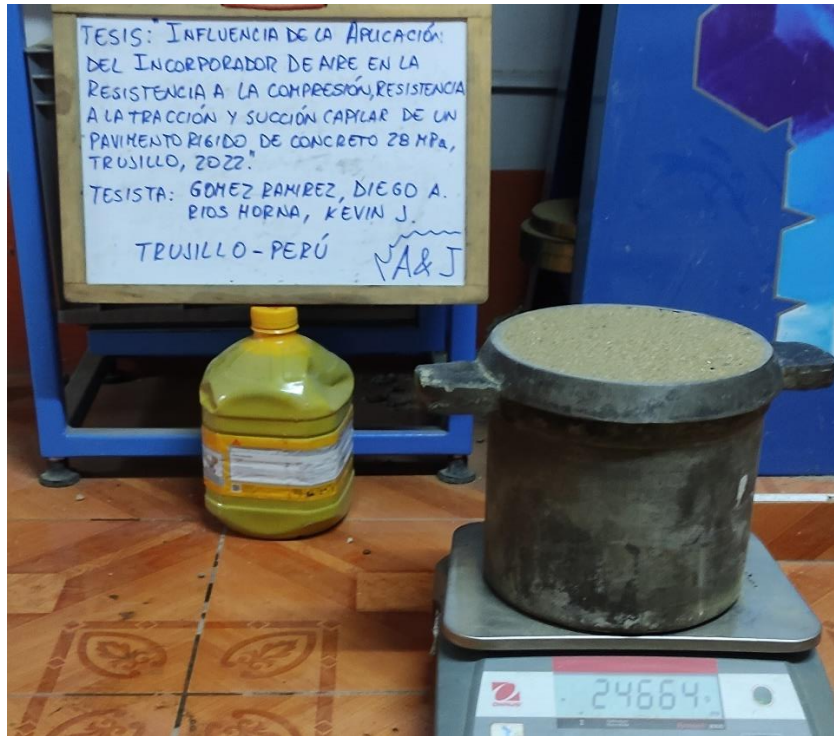
Caracterización de los Agregados, Distribución de partículas del agregado fino.



Caracterización de los Agregados, Peso Unitario compactado del agregado grueso.



Caracterización de los Agregados, Peso Unitario compactado del agregado fino.



Caracterización de los Agregados, Peso Específico del Agregado Grueso

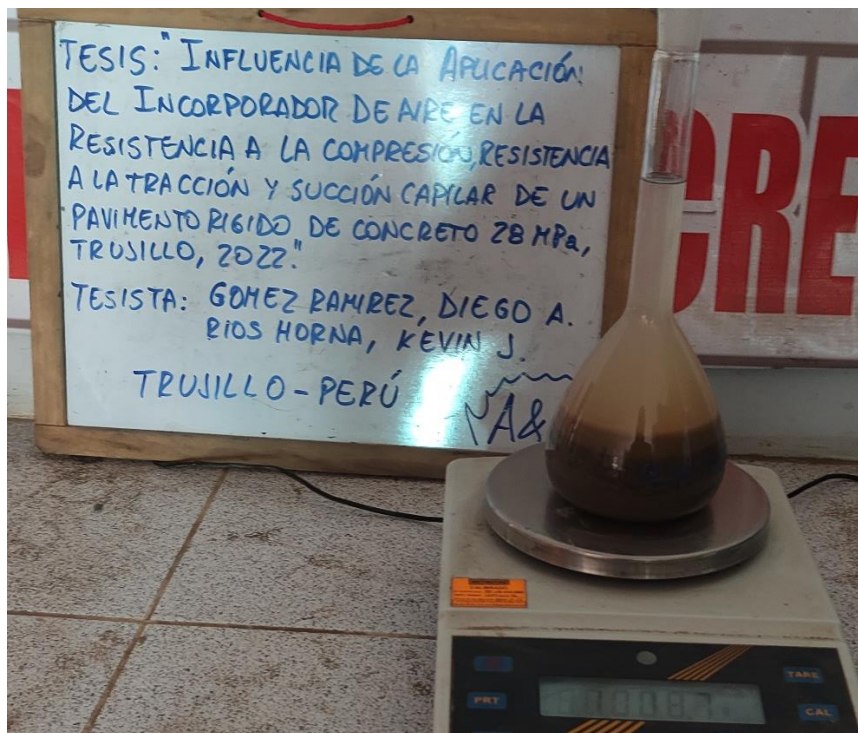


De izquierda a derecha: Toma de dato de Peso Saturado superficialmente seco del agregado grueso. Toma de dato del peso sumergido de la misma muestra de agregado.

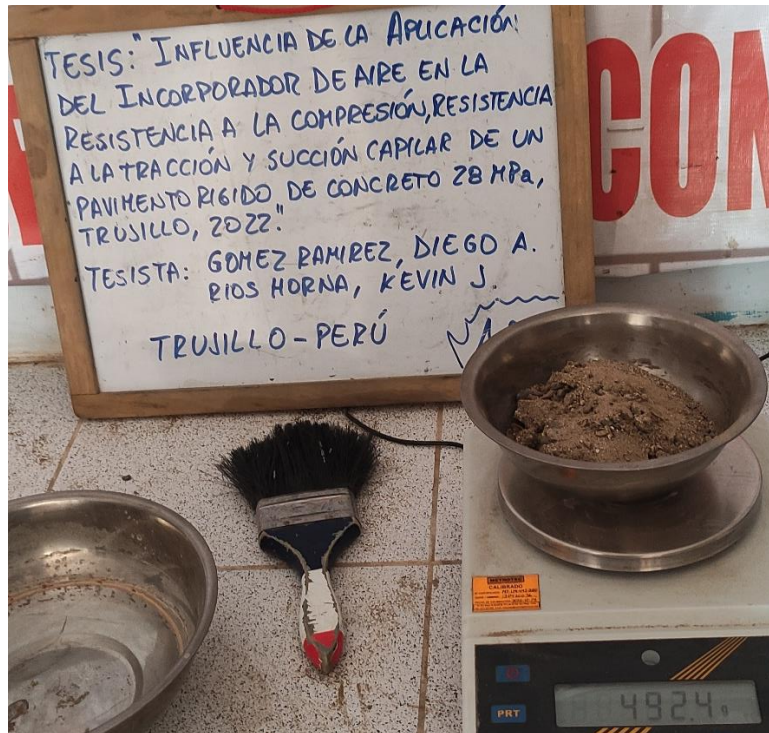
Caracterización de los Agregados, Peso Específico, prueba de cono en ag. fino



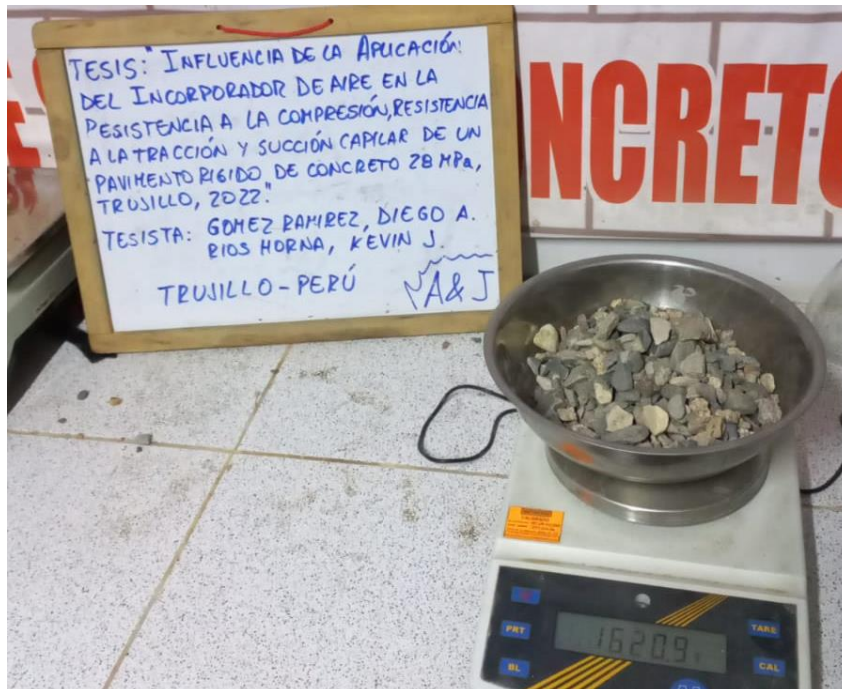
Caracterización de los Agregados, Peso Específico, masa sss en fiola de ag. fino.



Caracterización de los Agregados, Peso Específico, peso seco ag. fino



Caracterización de los Agregados, Peso específico, peso seco ag. grueso



Diseño de mezcla de Concreto, elaboración de mezcla.



Diseño de mezcla de Concreto, Asentamiento de concreto patrón.



Diseño de mezcla de Concreto, Asentamiento de concreto con Sika Aer al 0.03%



Diseño de mezcla de Concreto, Asentamiento de concreto con Sika Aer al 0.06%



Diseño de mezcla de Concreto, Asentamiento de concreto con Sika Aer al 0.09%



Diseño de mezcla de Concreto, Asentamiento de concreto con Sika Aer al 0.12%



Diseño de mezcla de Concreto, Peso unitario del concreto Patrón.



Diseño de mezcla de Concreto, Peso unitario del concreto Sika Aer al 0.03%



Diseño de mezcla de Concreto, Peso unitario del concreto Sika Aer al 0.06%



Diseño de mezcla de Concreto, Peso unitario del concreto Sika Aer al 0.09%



Resistencia a compresión, a edad de 07 días Concreto patrón.



Resistencia a compresión, a edad de 07 días Concreto con Sika Aer al 0.03%.



Resistencia a compresión, a edad de 07 días Concreto con Sika Aer al 0.06%.



Resistencia a compresión, a edad de 07 días Concreto con Sika Aer al 0.09%.



Resistencia a compresión, a edad de 07 días Concreto con Sika Aer al 0.12%.



Resistencia a compresión, a edad de 14 días Concreto patrón.



Resistencia a compresión, a edad de 14 días Concreto con Sika Aer al 0.03%



Resistencia a compresión, a edad de 14 días Concreto con Sika Aer al 0.06%



Resistencia a compresión, a edad de 14 días Concreto con Sika Aer al 0.09%



Resistencia a compresión, a edad de 14 días Concreto con Sika Aer al 0.12%



Resistencia a compresión, a edad de 28 días Concreto con Patrón.



Resistencia a compresión, a edad de 28 días Concreto con Sika Aer al 0.03%.



Resistencia a compresión, a edad de 28 días Concreto con Sika Aer al 0.06%.



Resistencia a compresión, a edad de 28 días Concreto con Sika Aer al 0.09%.



Resistencia a compresión, a edad de 28 días Concreto con Sika Aer al 0.12%.



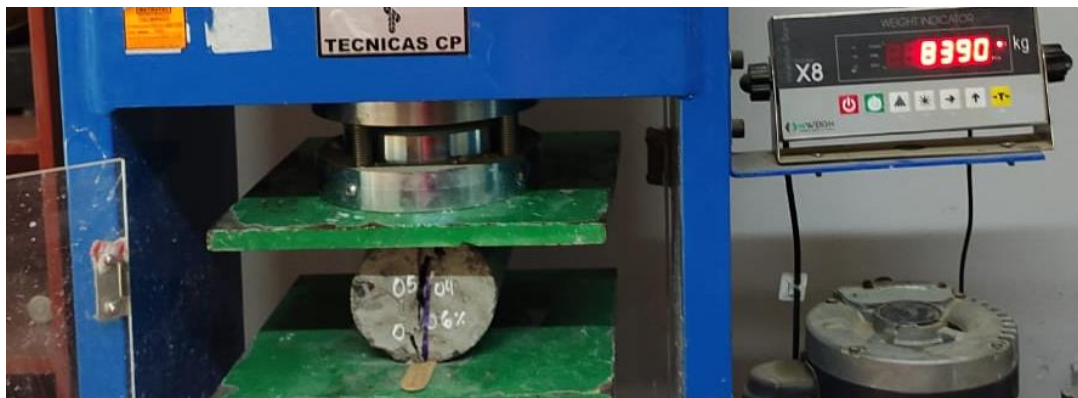
Resistencia a tracción diametral, a edad de 28 días Concreto con Patrón.



Resistencia a tracción diametral, a edad de 28 días Concreto con SikaAer al 0.03%.



Resistencia a tracción diametral, a edad de 28 días Concreto con SikaAer al 0.06%.



Resistencia a tracción diametral, a edad de 28 días Concreto con SikaAer al 0.09%.



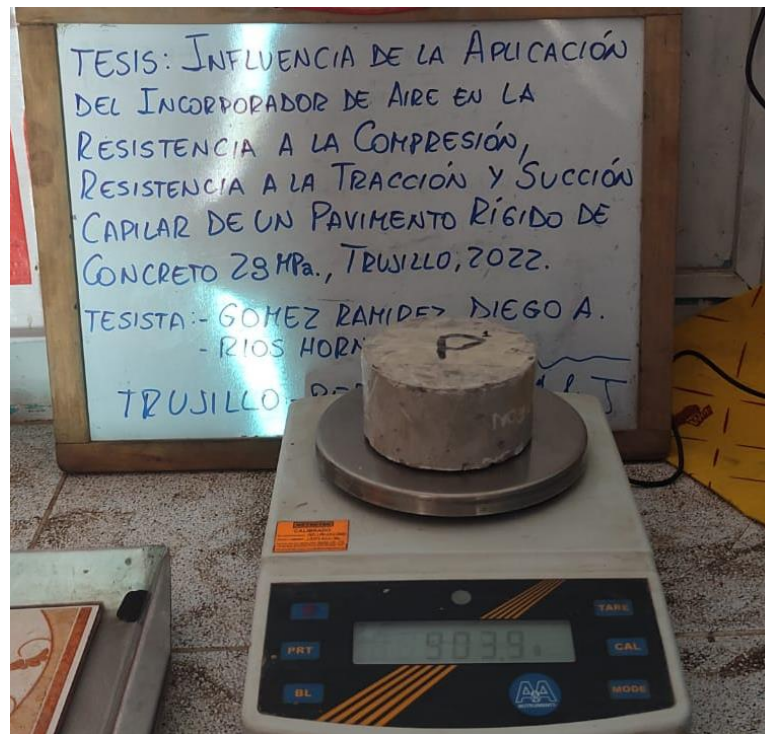
Resistencia a tracción diametral, a edad de 28 días Concreto con SikaAer al 0.12%.



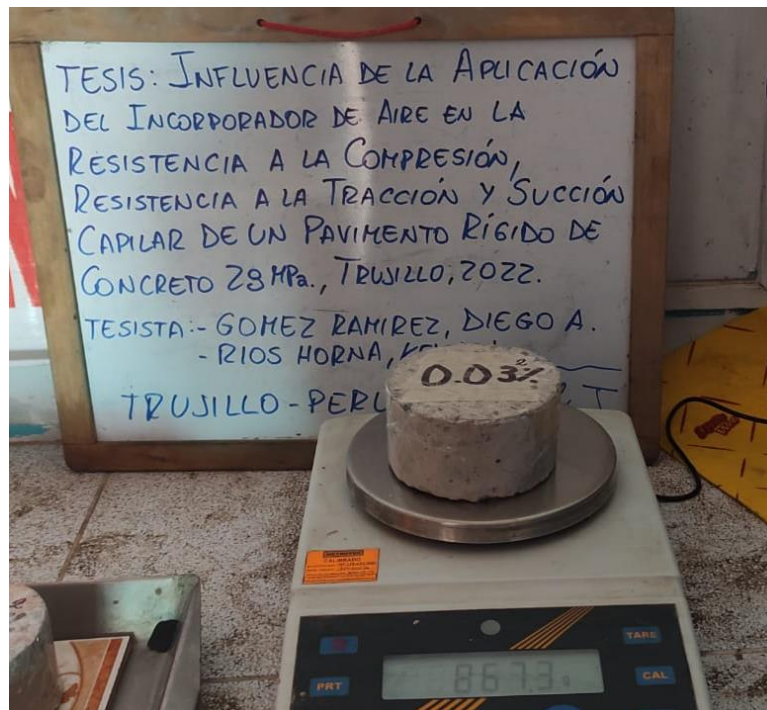
Ensayo de capacidad de succión, vista general de las muestras.



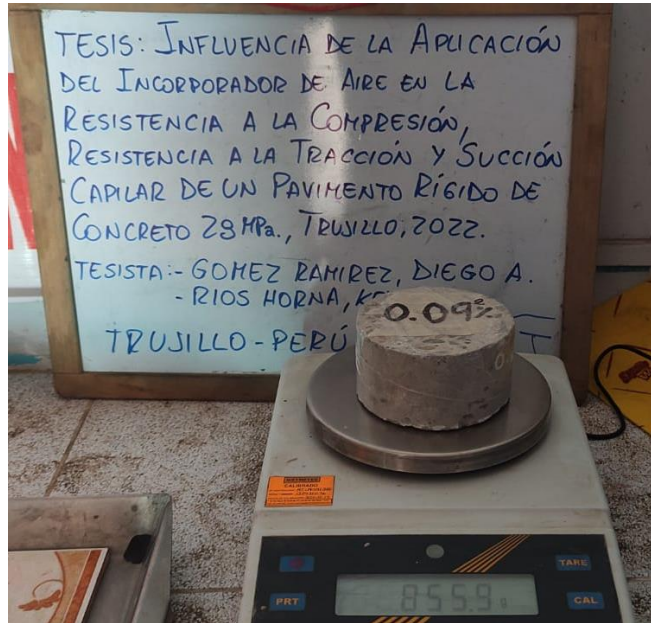
Ensayo de capacidad de succión, concreto patrón sin inmersión.



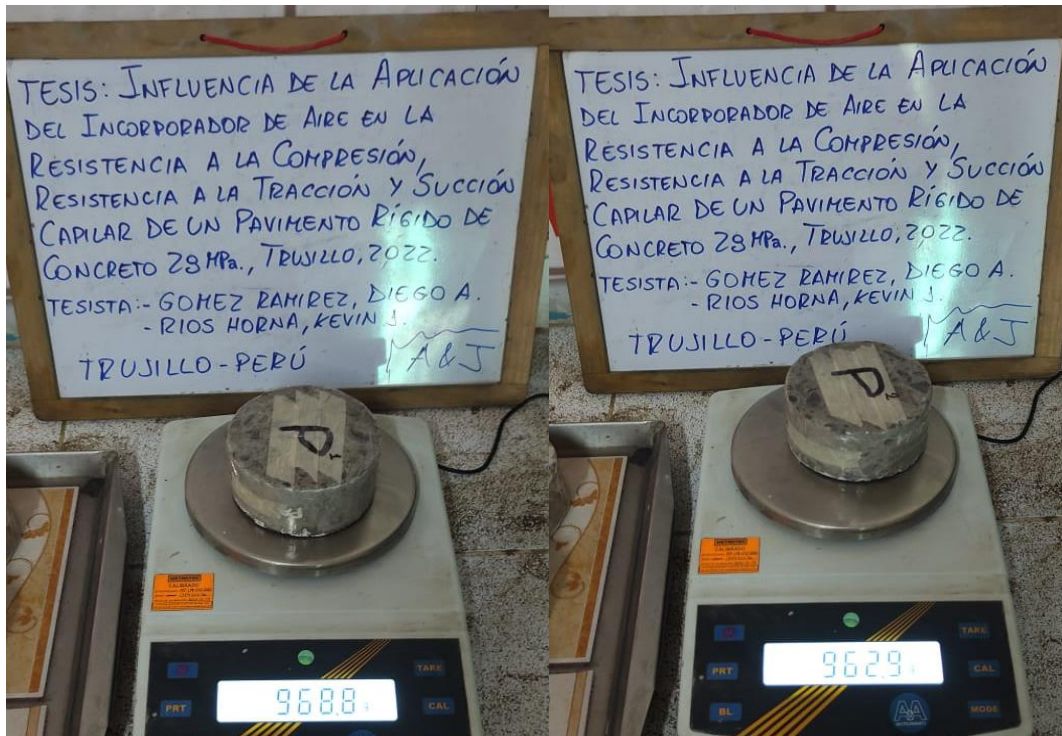
Ensayo de capacidad de succión, concreto con Sika Aer 0.03% sin inmersión.



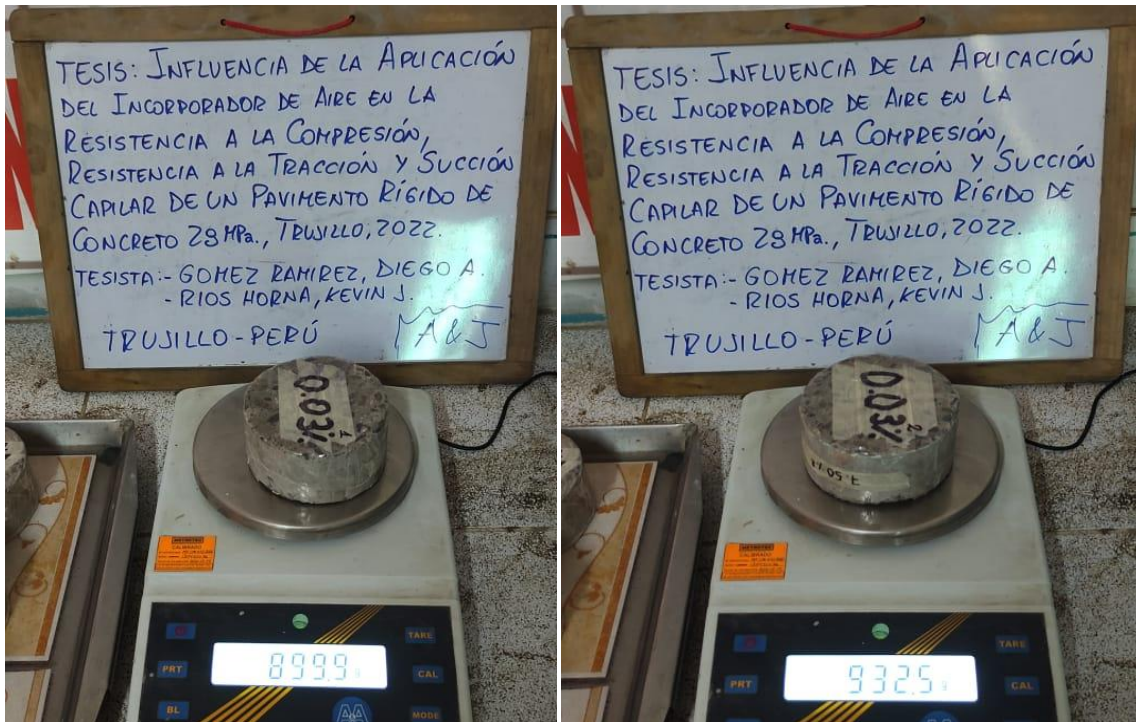
Ensayo de capacidad de succión, concreto con Sika Aer 0.03% sin inmersión.



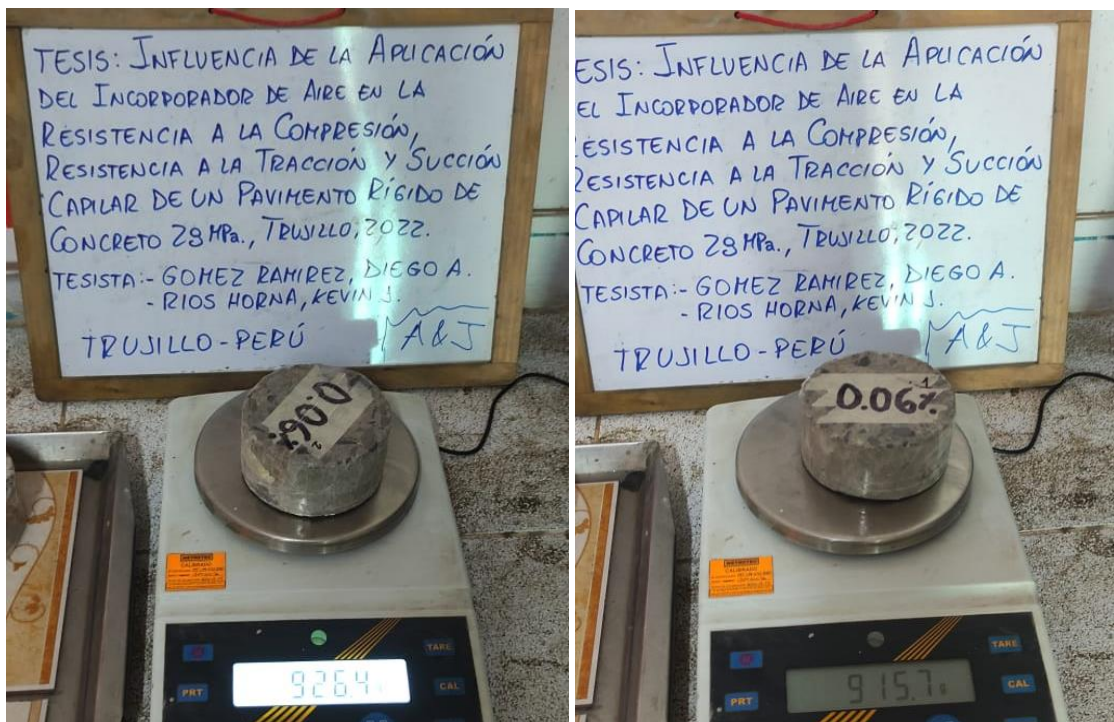
Ensayo de capacidad de succión, concreto Patrón inmersión a 96h



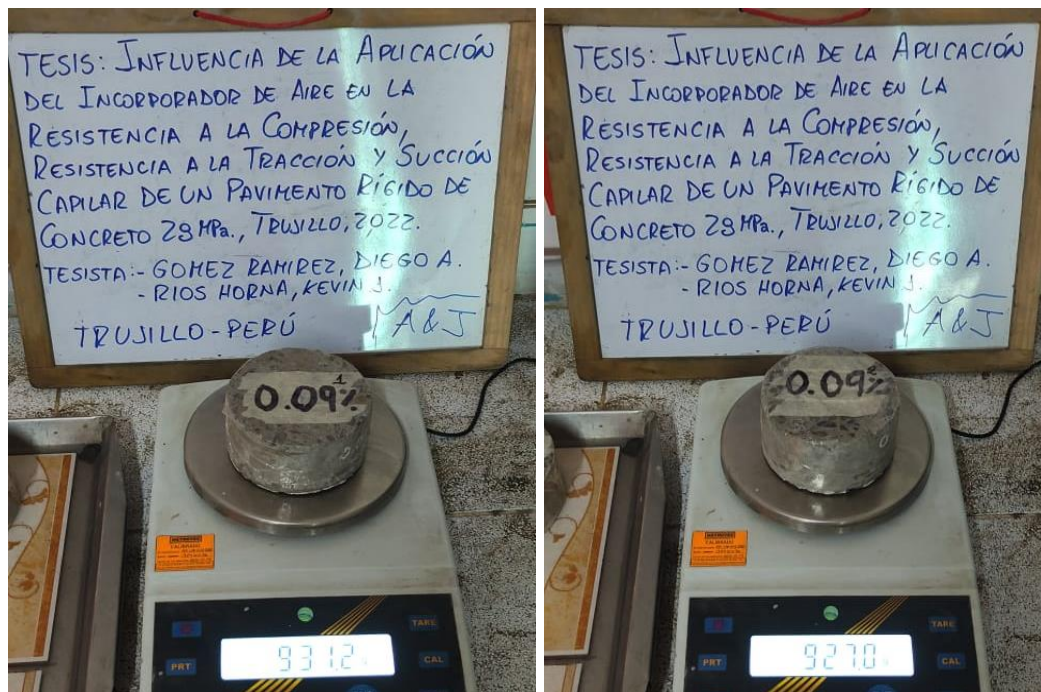
Ensayo de capacidad de succión, concreto con Sika Aer 0.03% inmersión a 96h.



Ensayo de capacidad de succión, concreto con Sika Aer 0.06% inmersión a 96h



Ensayo de capacidad de succión, concreto con Sika Aer 0.09% inmersión a 96h.



Ensayo de capacidad de succión, concreto con Sika Aer 0.12% inmersión a 96h.

