

“INFLUENCIA DEL INCORPORADOR DE AIRE EN  
LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE  
UN CONCRETO SEGÚN ACI 318-19 CON CLASE  
DE EXPOSICIÓN F1 Y F2, TRUJILLO 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

Jesus Alberto Goicochea Alvarez  
Francisco Jesus Alberto Escobar Reyes

**Asesor:**

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz  
<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo - Perú

2022

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	Luis Alberto Alva Reyes	42013371
	Nombres y Apellidos	Nº DNI

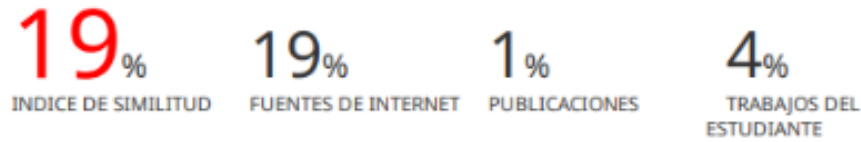
Jurado 2	Nixon Brayan Peche Melo	70615775
	Nombres y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Gonzalo Hugo Díaz García	40539624
	Nombres y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### Tesis

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	vsip.info Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	kupdf.net Fuente de Internet	3%
5	idoc.pub Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	ich.cl Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	1%

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedicamos a nuestras familias.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios, nuestras familias, docentes y amigos por su incondicional y desinteresado apoyo.

**Tabla de contenido**

Jurado evaluador .....	2
Informe de similitud .....	3
<b>DEDICATORIA</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Realidad problemática</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Antecedentes</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Justificación</b>	<b>23</b>
<b>1.4. Bases Teóricas</b>	<b>24</b>
<b>1.4.1. Componentes del concreto</b>	<b>25</b>
<b>1.4.2. Propiedades del concreto</b>	<b>33</b>
<b>1.4.3. Exposición del concreto a humedad y ciclos de congelamiento y         deshielo</b>	<b>37</b>
<b>1.4.4. Ataques al concreto por congelación</b>	<b>39</b>
<b>1.5. Formulación del problema</b>	<b>40</b>
<b>1.6. Objetivos</b>	<b>41</b>
<b>1.6.1. Objetivo general</b>	<b>41</b>
<b>1.6.2. Objetivos Específicos</b>	<b>41</b>

<b>1.7. Hipótesis</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	<b>44</b>
<b>2.1. Tipo de investigación</b>	<b>44</b>
<b>2.2. Población y muestra</b>	<b>45</b>
<b>2.2.1. Población</b>	<b>45</b>
<b>2.2.2. Muestra</b>	<b>45</b>
<b>2.2.3. Unidad de estudio</b>	<b>47</b>
<b>2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos</b>	<b>48</b>
<b>2.4. Procedimiento</b>	<b>50</b>
<b>2.5. Aspectos éticos</b>	<b>63</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>64</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>70</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>97</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>99</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Componentes químicos del cemento.....	26
<b>Tabla 2:</b> Clasificación general del agregado según su tamaño.....	28
<b>Tabla 3:</b> Tabla 19.3.3.1 - ACI 318R-19 - Contenido total de aire para concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo .....	35
<b>Tabla 4:</b> Promedio de las Masas Volumétricas Observadas para el Concreto Fresco (unidades del SI)*.....	36
<b>Tabla 5:</b> Tabla R19.3.1 del Reglamento ACI318-19 - Ejemplos de miembros estructurales en la categoría de exposición F .....	38
<b>Tabla 6:</b> Fragmento de tabla 19.3.2.1 del Reglamento ACI318-19 - Requisitos para el concreto según clase de exposición.....	39
<b>Tabla 7:</b> Operacionalización de las variables .....	44
<b>Tabla 8:</b> Cálculo del Tamaño de la muestra .....	46
<b>Tabla 9:</b> Cantidad de muestra con relación a/c 0.45.....	47
<b>Tabla 10:</b> Cantidad de muestra con relación a/c 0.55.....	47
<b>Tabla 11:</b> Muestra para prueba de permeabilidad relación a/c 0.45.....	47
<b>Tabla 12:</b> Muestra para prueba de permeabilidad relación a/c 0.55.....	48
<b>Tabla 13:</b> Caracterización de agregados.....	64
<b>Tabla 14:</b> Propiedades del concreto en estado fresco Relación a/c = 0.45.....	65
<b>Tabla 15:</b> Propiedades del concreto en estado fresco Relación a/c = 0.55.....	65
<b>Tabla 16:</b> Valores obtenidos de resistencias a la compresión del concreto endurecido con Relación a/c = 0.45 .....	66
<b>Tabla 17:</b> Valores obtenidos de resistencias a la compresión del concreto endurecido con Relación a/c = 0.55 .....	67
<b>Tabla 18:</b> Valores de absortividad del concreto endurecido con Relación a/c = 0.45 .....	67



**Tabla 19:** Valores de absorción del concreto endurecido con Relación a/c = 0.55 ..... 68

**Tabla 20:** Análisis de costos de materiales por m<sup>3</sup> de concreto ..... 68

**Tabla 21:** Prueba de distribución normal para valores de Resistencia a la compresión Relación a/c = 0.45 ..... 87

**Tabla 22:** Prueba de distribución normal para valores de Resistencia a la compresión Relación a/c = 0.55 ..... 87

**Tabla 23:** Análisis de confiabilidad para valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.45 ..... 88

**Tabla 24:** Análisis de confiabilidad para valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.55 ..... 88

**Tabla 25:** Análisis de varianza de valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.45 a edad de 3 días..... 89

**Tabla 26:** Análisis de varianza de valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.45 a edad de 7 días..... 89

**Tabla 27:** Análisis de varianza de valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.45 a edad de 28 días..... 90

**Tabla 28:** Análisis de varianza de valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.55 a edad de 3 días..... 90

**Tabla 29:** Análisis de varianza de valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.55 a edad de 7 días..... 91

**Tabla 30:** Análisis de varianza de valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.55 a edad de 28 días..... 91

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Composición del concreto .....	25
<b>Figura 2:</b> Curva granulométrica Ag. grueso.....	70
<b>Figura 3:</b> Curva granulométrica Ag. fino .....	71
<b>Figura 4:</b> Temperatura del concreto en estado fresco .....	72
<b>Figura 5:</b> Asentamiento del concreto en estado fresco.....	74
<b>Figura 6:</b> Peso unitario del concreto en estado fresco.....	75
<b>Figura 7:</b> Contenido total de aire del concreto en estado fresco .....	76
<b>Figura 8:</b> Desarrollo de las resistencias a la compresión del concreto endurecido en la Relación a/c = 0.45 .....	77
<b>Figura 9:</b> Desarrollo de las resistencias a la compresión del concreto endurecido en la Relación a/c = 0.55 .....	78
<b>Figura 10:</b> Absortividad del concreto en estado endurecido para Relación a/c 0.45 .....	80
<b>Figura 11:</b> Absortividad del concreto en estado endurecido para Relación a/c 0.55 .....	81

## RESUMEN

El objetivo de este documento es conocer la influencia del aditivo incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, cuyos requisitos son valores mínimos de resistencia a la compresión, contenido total de aire y relaciones agua/cemento. Esta investigación experimental tiene de variable independiente al incorporador de aire Sika Aer, y como variable dependiente, las propiedades físicas y mecánicas del concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, finalmente el plastificante SikaCem en 0,50 % es constante.

Se confeccionaron 96 testigos cilíndricos de 10 x 20 cm. Por cada relación agua/cemento se ensayaron 36 para resistencia a la compresión y 12 para absorptividad. Las muestras patrón de ambas relaciones a/c (0.55 y 0.45) obtuvieron asentamientos de 4" y 3 1/2" llegando a valores de 5 1/2" y 4 3/4" respectivamente al 0,06 % de aditivo. Este porcentaje en la relación a/c 0.55 cumplió los requisitos, con un contenido de aire total de 5,7 % y 27,2 MPa a 28 días, se determinó su absorptividad inicial reduciendo su valor de 0.306 mm (patrón) a 0.268 mm, la secundaria, no pudo determinarse, pero mantuvo un comportamiento similar.

**PALABRAS CLAVES:** Incorporador de aire, plastificante, Resistencia a la compresión, Exposición al congelamiento y deshielo, Absorptividad.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Sánchez (2001, p. 262) “Hoy en día, los aditivos pueden ser usados para modificar las propiedades del concreto de tal manera que lo hagan más adecuado para las condiciones de trabajo o economía”. Una de esas condiciones de servicio a las que este material está expuesto y que se aprecia en muchas partes del mundo, son los ciclos de congelamiento y descongelamiento del agua con la que entró en contacto. En nuestro país, este fenómeno es recurrente, ya que se puede encontrar desde las alturas de la serranía, cuando debido al intemperismo la infraestructura de concreto como losas de pavimentos, veredas, tanques de agua o puentes fueron expuestos a saturación por agua y simultáneamente a cambios de temperatura del ambiente natural que logran congelar y descongelar dicho elemento; hasta la costa, donde proyectos de índole industrial o comercial requieren ciertos requisitos de durabilidad para losas de pisos, cuartos e incluso edificaciones completas de almacenamiento y refrigeración o congelamiento. Frente a esto, una de las alternativas para mantener la durabilidad y las propiedades físicas y mecánicas del concreto expuesto a este tipo de solicitación, es el uso de aditivos incorporadores de aire.

Rivva Lopez (2007, p. 192) En Estados Unidos, a finales de la década de los treinta del siglo pasado, las investigaciones orientadas a obtener concretos resistentes a las bajas temperaturas dieron como resultado recomendaciones que se publicaron a partir de 1940 en la norma Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, ACI318-19 actualmente. Debido a esto es que se normalizaron, bajo ciertas condiciones de exposición, las propiedades físicas y mecánicas necesarias para cumplir con los requisitos de durabilidad del concreto. En dicha norma, en la tabla 19.3.2.1 se establecen específicamente la

resistencia al esfuerzo de compresión y relación de agua cemento. Para las clases de exposición F1 y F2, que refieren exposición a ciclos de congelamiento y deshielo, de forma ocasional a la humedad en el primer caso y contacto frecuente con la humedad en el segundo, lo estipulado son resistencias mínimas de 24 MPa y 31 MPa para el primer y segundo caso respectivamente, y además relaciones máximas de agua y cemento de 0.55 y 0.45 también respectivamente. Por otro lado, dicha norma también especifica en su tabla 19.3.3.1 el contenido de aire total que debe existir de acuerdo a la clase de exposición.

En Colombia, en el estudio del caso Tunja, Páez, Leal y Restrepo (2009, p. 95) "se explica cómo el fenómeno de congelamiento y deshielo afecta al concreto tanto cualitativa como cuantitativamente en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas". A pesar que los escenarios de exposición no se clasificaron específicamente como F1 y F2, como en la norma ACI318-19, si se procedió con una clasificación de índole artificial en laboratorio y otra como natural en la intemperie. Se corroboró que estos ciclos en un período de dos meses afectan a nivel interno y externo las propiedades mecánicas y físicas e incluso la apariencia del concreto. Cuando variaron las relaciones de agua cemento en 0.50 y 0.70 y también en el uso y no uso de los procesos de curado, la resistencia al esfuerzo de compresión fue la propiedad que más cambió, ya que las probetas al ser afectadas por el ciclo en cuestión redujeron su resistencia, sobre todo, cuando se aumentó la relación de agua y cemento y cuando fueron curadas. Las propiedades físicas como la absorción y porosidad también se vieron afectadas por este fenómeno y tendieron a aumentar sus valores para probetas curadas y con mayor relación de agua cemento.

En España, la exposición del concreto a las bajas temperaturas, puede influir en su comportamiento, es decir en sus propiedades, y de diversas maneras. Romero (2011, p. 20) En el estado endurecido, los cambios de temperatura que más afectan al hormigón,

generalmente se producen cuando este es expuesto en forma reiterada a ciclos, desde temperaturas algo superiores a 0°C, y temperaturas mínimas absolutas que en algunos lugares están por debajo de los -20°C.

En Costa Rica, Avendaño (2006, p. 2) “las patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial son sumamente frecuentes”. En el estudio del caso de una losa de piso de cámaras de congelación industrial para productos alimenticios, a pesar de que la exposición no se catalogó como F1 o F2 (según el código ACI318-19), se identificó que el agua dentro de la matriz del concreto se congelaba totalmente y que afectó las propiedades tanto físicas como mecánicas del material en estado endurecido. Lo más resaltante son los resultados de falla a la compresión simple de los núcleos extraídos de la losa de piso según la norma ASTM C42, ya que la resistencia de diseño se llegó a reducir en un 39% y 56% en las muestras de dos de las cámaras.

En el Perú, debido a su geografía variable en donde hay lugares que llegan a elevadas altitudes se presentan temperaturas extremas durante los inviernos, debido a esto se dan condiciones de intemperismo perjudiciales para el concreto. La República, 2018 como se citó en Cruzado y Rivera (2019, p. 3) Las localidades más afectadas por este clima de condiciones frías han sido las ubicadas sobre los 3 mil metros sobre el nivel del mar. Esto demuestra que somos uno de los países más vulnerables al cambio climático en el mundo, debido a un nuevo período de heladas. Villafuerte (2019, p. 14) En los ciclos de hielo-deshielo se generan presiones hidráulicas en los poros del concreto, generando una expansión volumétrica que a su vez conlleva al fisuramiento del concreto y por ende la disminución de la resistencia del concreto, así como la disminución de su durabilidad. En ese sentido, algunas de las propiedades físicas y mecánicas del concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo poseen disposiciones en la norma técnica de edificación E0.60 –

Concreto Armado, del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), tiene requisitos similares a la norma norteamericana mencionada en el primer párrafo, ya que se establecen valores para relaciones agua cemento, contenido de aire y resistencias al esfuerzo de compresión, sin embargo, se puede decir que las condiciones de exposición no se clasifican exactamente igual, pero sí de forma muy similar. Cabe resaltar que en esta norma se clasifican la exposición en moderada y severa e incluso en condiciones especiales, de manera equivalente a la clase F1 para el primer caso, F2 y F3 para los siguientes. Por otro lado, Tagle et al, (2017, p. 6) “el efecto perjudicial provocado por las bajas temperaturas en regiones frías del Perú constituye una de las principales causas de la degradación del concreto”.

En La Libertad, al igual que en otras ciudades de la costa peruana, a pesar de que poseen lugares de climas fríos, estos, no son conocidos por tener heladas potentes, nieve, o temperaturas menores a los 0° C. Entonces, la afección que tienen las propiedades físicas y mecánicas del concreto expuesto a bajas temperaturas y ciclos de congelamiento deshielo en condiciones F1, F2 e incluso F3, según la norma americana, se dan en plantas o en cámaras frigoríficas utilizadas en las industrias alimentarias principalmente. El uso del concreto depende de las necesidades de las empresas, así, si se requieren espacios de mediano a gran tamaño para el almacenamiento, congelamiento y/o refrigeración de las materias primas, se puede optar por el uso del concreto como material estructural. Por ejemplo, Yovera (2020, p. 75 - 79) en el caso de la Empresa Pesquera Diamante S.A. en su planta Malabrigo, de harina de pescado, que tiene una capacidad de 196 TM/hora, se construyeron diez pozas rectangulares con una capacidad de almacenamiento de 3000 TM, de concreto armado y con resistencias a la compresión de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, poseen una longitud de 19.50 m, ancho de 3.64 m, altura de 4.24 m y espesor de 0.40 m, las que fueron estudiadas y trabajaron siendo expuestas a una temperatura de alrededor de 6° C en la parte interior de las pozas.

Actualmente, la empresa con filial en el Perú con mayor difusión en el mercado en lo referente a aditivos para el concreto y que ha presentado un crecimiento continuo tomando como pilar para dicho crecimiento a la innovación, es SIKA PERÚ S.A.C., comercialmente conocida como “Sika”. Desde el año 2010 ha logrado 333 nuevas patentes y mantuvo 20 Centros Globales de Tecnología en todo el mundo. Entre sus productos, para el caso de incorporadores de aire se encuentra el aditivo SikaAer, el cual es recomendado por la organización para distintos tipos de obras como carreteras, aeropuertos, obras subterráneas, cimientos, sobrecimientos y obras hidráulicas en general (represas, canales, etc) que requieran aumento de las resistencias a la acción de aguas agresivas y a ciclos de hielo y deshielo.

En cuanto a empresas peruanas, CHEM MASTERS DEL PERU S.A. comercialmente conocida como “Chema” premiada por la Cámara de la Construcción del Perú (CAPECO) como la “Empresa Peruana del Año 2009” en el rubro de aditivos y productos para el sector construcción y además con el “Premio a la Innovación Tecnológica”, también ofrece aditivos para el concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo denominado Chema Entrampaire y Chema Entramplast, el primero es sólo un incorporador de aire y el segundo es un impermeabilizante, plastificante e incorporador de aire a la vez.

Las normas que rigen esta investigación son:

- Contenido de humedad bajo la norma NTP. 339.185.
- Análisis granulométrico de los agregados bajo la norma NTP. 400.012.
- Pesos específicos de los agregados bajo la norma NTP. 400.021.
- Absorción de los agregados bajo la norma NTP. 400.022.



- Peso unitario de los agregados bajo la norma NTP400.017.
- Diseño de mezcla del concreto patrón más aditivo bajo la metodología ACI 211.
- Asentamiento del concreto bajo la norma NTP. 339.035.
- Contenido total de aire bajo la norma ASTM C231.
- Control de temperatura del concreto bajo la norma NTP 339.184.
- Peso unitario del concreto bajo la norma NTP. 339.406.
- Confección de probetas cilíndricas bajo la norma NTP.339.033.
- Resistencia a la compresión bajo la norma NTP 339.034.
- Succión Capilar bajo la norma NTP.339.232.
- Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural ACI318-19.
- Norma E0.60 – Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

## 1.2. Antecedentes

### **“Porcentaje de aire incorporado en el hormigón y su efecto en el desempeño”.**

García (2017), tuvo como objetivo evaluar el porcentaje de aire incorporado en el hormigón y determinar su efecto en el desempeño del hormigón fresco y endurecido. En este estudio de tipo experimental se elaboraron 3 probetas cúbicas de 20 cm x 20 cm para cada categoría, la variación de la muestra fue en 0,5 % desde 0% (probeta patrón) hasta 3,0 %, las que fueron ensayadas para determinar su resistencia al esfuerzo de compresión. También se estimó el volumen de hormigón requerido para el ensayo de porcentaje de aire con Aerímetro (NCh 2184 Of92) y docilidad (NCh 1019:2009) por cada dosis a los 0',30'y 90' minutos.

Encontró una coherencia completa entre las dosis de aditivo incorporador de aire versus aire obtenido. El aire aumentó cuando se aumentó la dosis de aditivo. Con respecto a la medición del aire en el tiempo, se observa que las mezclas patrón, con aditivo al 0,5 % y 1,0 % aumentaron la cantidad de aire incorporado a los 90 minutos. Las mezclas con aditivo incorporado al 1,5 %, 2,0 % y 3,0 % disminuyeron la cantidad de aire a los 90 minutos. Se concluyó que tener una mayor cantidad de aire no se recomendaría para mejorar el desempeño de docilidad ni resistencia del hormigón. Es importante resaltar que a mayor dosis de aire incorporado, la resistencia obtenida decayó y la muestra con 0,5 % presentó mejor comportamiento mecánico obteniendo un valor de 66.1 Kgf/cm<sup>2</sup> dado que las probetas sin adición a 28 días daban un equivalente a 63.7 Kgf/cm<sup>2</sup>.

**“Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a baja temperatura”.**

Cruzado y Rivera (2019), tuvieron como objetivo general determinar la influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas. Se realizó el planteamiento de un diseño bifactorial con dos variables independientes, el porcentaje de aditivo incorporador de aire con diferentes valores: 0%, 0,04 %, 0,08 %, 0,12 %, 0,16 %, 0,20 %, 0,24 % y 0,28 % y la marca de aditivo incorporador de aire con dos niveles Air Mix 200 (Química Suiza) y Sika Aer (Sika Perú S.A.C.). Encontraron que el diseño óptimo del concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo se logró con un porcentaje de 0,04 % para ambas marcas del aditivo incorporador de aire. Para el Air Mix 200 y SikaAer se obtienen las pérdidas de resistencia más bajas de 12% y 10% respectivamente, en comparación con las muestras sin adición que pierden un 19% resistencia; un asentamiento de 3 1/8” para ambas marcas; un contenido de aire de 2.6% y 2.8%; con una capacidad de absorción de 3,1 % y 3,2 % y un

peso unitario de 2278 y 2273 kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Concluyendo que el asentamiento, la trabajabilidad, el contenido de aire total en el concreto fresco y la absorción incrementan junto con el porcentaje de incorporador de aire en ambos casos; en cambio, el peso unitario del concreto endurecido disminuye. 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. Esta investigación aporta el contenido de incorporador de aire óptimo para el caso de la marca de Sika Perú S.A.C. con el valor de 0,04 %, ya que fue el porcentaje que menor pérdida de resistencia al esfuerzo de compresión tuvo frente a los ciclos de congelamiento y deshielo a los que se expusieron las probetas. Por otro lado, se juntan los ensayos realizados en estado fresco y endurecido del concreto.

**“Diseño concreto durable 280 Kg/cm<sup>2</sup> para climas gélidos utilizando cemento tipo IP con aditivo incorporador de aire Juliaca Puno 2022”.**

Cati (2022), tuvo como objetivo general el diseño de un concreto durable 280 Kg/cm<sup>2</sup> para climas gélidos con cemento tipo IP y aditivo incorporador de aire, utilizando la metodología de tipo aplicada con un diseño de la investigación descriptiva, cuya población y muestra abarca 44 testigos de concreto de 280 Kg/cm<sup>2</sup>, dividido en 4 grupos: muestras con 0% (M.P.), 0,02 %, 0,07 % y 0,12 % de aditivo, el muestreo fue no probabilístico, la técnica empleada fue la documentación y la observación, el instrumento, fueron las normas con requisitos de durabilidad y resistencia a la compresión. Obtuvo como resultados principales las resistencias a la compresión después de su exposición a agentes agresivos, las que fueron: M.P.=76,70 %, 0,02 % A.I.=81,97 %, 0,07 % A.I.=80,90 %, 0,12 % A.I.=67,66 %, su pérdida de resistencia fue: M.P.=33,98 %, 0,02 % A.I.=28,63 %, 0,07 % A.I.=23,35 %, 0,12 % A.I.=24,48 %, concluyendo que el diseño para un concreto durable 280 Kg/cm<sup>2</sup> es la muestra con 0,07 %. Esta investigación proporcionó otro límite para el porcentaje de aditivo incorporador de aire para el que se obtuvieron los mejores valores frente a ensayos de

compresión después de exposición a agentes agresivos, que fue de 0,07 % de incorporador de aire respecto del cemento.

**“Beneficios al incorporar aditivo plastificante e incorporador de aire en el concreto en la ejecución de proyectos de pistas y veredas del distrito de vicco - Pasco”.**

Rodríguez (2018), tuvo como objetivo general determinar los beneficios al incorporar aditivo plastificante e incorporador de aire en el concreto en la ejecución de proyectos de pistas y veredas del distrito de Vicco – Pasco. Mediante este estudio experimental con diseño pre experimental se propuso un diseño de mezcla para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días, relación agua cemento de 0.45 y con relación de 0.101 para el aditivo Entrampaire (aditivo incorporador de aire) y 0.785 para el Chema Plast (Plastificante) para la obra en estudio. Obteniendo como valor promedio en cuanto a la resistencia a la compresión 293 Kg/cm<sup>2</sup>, llegando superando por poco el valor de 280 Kg/cm<sup>2</sup> estipulado en las especificaciones técnicas del expediente de obra, logrando la reducción del costo de la obra de aproximadamente 8 % sobre el total del presupuesto. Concluyendo que incorporar aditivo plastificante e incorporador de aire en el concreto resulta beneficioso en la ejecución de proyectos de pistas y veredas ya que la resistencia del concreto es superior a lo que indica en la mayoría de especificaciones técnicas de concreto en pavimentos. Esta investigación proporciona la solución al problema de la reducción de resistencia al esfuerzo de compresión al utilizar solamente aditivos incorporadores de aire, ya que al agregar aditivo plastificante se reduce la cantidad de agua y se podría recuperar e incluso superar las resistencias perdidas en el escenario con solo incorporador de aire, ya que las normas solicitan resistencias mínimas de acuerdo a las clases de exposición del concreto a los ciclos de hielo y deshielo.

**“Incidencia de los aditivos incorporadores de aire en la resistencia del concreto en climas de baja temperatura de la provincia el Collao - 2017”.**

Machaca (2017), tuvo como objetivo general evaluar la incidencia de los aditivos incorporadores de aire en la resistencia del concreto a la compresión en climas de baja temperatura de la Provincia El Collao, 2017. En este estudio aplicado de tipo experimental se realizó el diseño de un concreto  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y dos marcas de aditivos incorporadores de aire Sika Aer en 0,02 %, 0,07 % y 0,12 % del peso del cemento y Chema Entrampaire en 0,01 %, 0,13 % y 0,25 % también del peso del cemento. Por cada categoría se elaboraron 03 probetas que se ensayaron a los 7, 14 y 28 días para determinar su resistencia al esfuerzo de compresión, las mismas dosificaciones y edades mencionadas se ensayaron con y sin exposición de las probetas a la intemperie de la localidad. Se encontró que las probetas con el aditivo Sika Aer presentaron una menor reducción de resistencia que el aditivo Entrampaire, por otro lado, en todos los casos, a 28 días, se logró sobrepasar la resistencia de diseño de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , salvo en el caso de exposición a la intemperie con los porcentajes mayores de aditivo es decir de 0,12 % para el Sika Aer y 0,25 % para Entrampaire no se desarrolló la resistencia de diseño. Concluyendo que a mayor cantidad de aire incorporado menor es la resistencia a la compresión que desarrollaron los especímenes. Además dicha resistencia se redujo al ser el concreto expuesto a la intemperie, con Sika Aer, los valores ascendieron en su máxima dosis de aditivo con 0,12 % a  $102.97 \text{ kg/cm}^2$ ,  $178.10 \text{ kg/cm}^2$ ,  $190.76 \text{ kg/cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días, cumplieron con el segundo requisito de la norma E-060 Aceptación del Concreto siendo el valor menor en  $19.24 \text{ kg/cm}^2$  a la resistencia de diseño, en el caso del aditivo Chema Entrampaire al 0.25% los valores ascendieron a  $114.59 \text{ kg/cm}^2$ ,  $163.32 \text{ kg/cm}^2$ ,  $170.24 \text{ kg/cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días, tuvieron una diferencia de  $39.76 \text{ kg/cm}^2$  en este caso. Esta investigación permite apreciar el efecto de la exposición del concreto a bajas temperaturas, identificando el descenso de los valores de las resistencias de las probetas al esfuerzo compresivo, el incorporador por si solo genera un descenso que se pronuncia más durante la exposición en cuestión, esto influyó en los valores de diseño a

tomar en cuenta para asegurar que el concreto desarrolle la resistencia adecuada según el marco normativo.

**“Adición del SikaCem® 2 Plastificante para mejorar los aspectos técnicos y económicos del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Lima 2020”.**

Arias (2020), tuvo como objetivo determinar en qué medida la adición de SikaCem Plastificante mejorará los aspectos técnicos y económicos del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . El tipo de investigación es aplicada y el diseño es cuasiexperimental. La población de estudio fue infinita, constituida por la producción del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en Lima Metropolitana y por una muestra no aleatoria conformada por 90 especímenes cilíndricos y 45 especímenes tipo viga de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  elaboradas en condiciones de laboratorio. Los principales resultados fueron que el óptimo porcentaje de aditivo a emplear es el 0,9 % respecto al peso del cemento, logró reducir hasta en 3,15 % el costo de producción respecto al diseño patrón, por otro lado, este porcentaje presentó un aumento promedio sustancial de  $41.14 \text{ kg/cm}^2$  a 28 días respecto de la muestra patrón, se aceptó la hipótesis que señala que la resistencia a la compresión del concreto aumentará con el uso del SikaCem Plastificante. Como principal conclusión se determinó que la adición de SikaCem Plastificante en el diseño de mezcla mejora las propiedades mecánicas del concreto y permite optimizar el diseño de mezcla de concreto lográndose una reducción en el costo de producción de un metro cúbico de concreto  $210\text{kg/cm}^2$ . Esta investigación presentó al aditivo en cuestión como una alternativa para mejorar las características de trabajabilidad y/o de resistencia al esfuerzo de compresión.

### 1.3. Justificación

Esta investigación es relevante porque a pesar de que en la actualidad es sabido que los aditivos agregan características específicas y a la vez muy importantes al concreto, el uso de estos en nuestro país no es la práctica común, queda relegado a proyectos de gran envergadura, y no se usan en las obras comunes, que son la mayoría; en ese sentido esta investigación contribuye al conocimiento sobre la mejor utilización de este tipo de aditivos. Es de radical importancia conocer los efectos que tienen estos elementos sobre las propiedades del concreto, porque en la práctica de la ingeniería civil, se busca que los concretos expuestos a ciclos de congelamiento y deshielo logren ser durables y cumplan con ciertas características que se encuentran normadas, esto con el objetivo de que los proyectos cumplan con las expectativas de los inversores, si son públicos la infraestructura mejora la calidad de vida de las poblaciones y si son privados, sobre todo en el ámbito industrial, se obtendrán inversiones que permitan el desarrollo de las operaciones de las empresas de mejor manera, lo que impulsa la economía del país. Por otro lado, la cualidad principal de esta investigación, es que a diferencia de otras, se realiza una contrastación de los resultados obtenidos con la normativa vigente a nivel nacional e internacional. Finalmente, los resultados obtenidos contribuirán a informar y además como base para que los futuros tesisistas puedan estudiar y determinar los métodos necesarios para poder mejorar y lograr que las propiedades físicas y mecánicas del concreto con exposición a ciclos de congelamiento y descongelamiento, ya sean de forma natural como el caso de la intemperie o artificial como las cámaras frías, se optimicen, cumplan con la normativa vigente y vuelvan durable al concreto mediante el uso de los aditivos.

## 1.4. Bases Teóricas

Nomenclatura usada en esta investigación

NTP: Norma técnica peruana

ACI: American Concrete Institute

ASTM: American Society for Testing and Materials

A.G: Agregado Grueso

A.F: Agregado Fino

M.F: Modulo de finura

%H: Porcentaje de Humedad

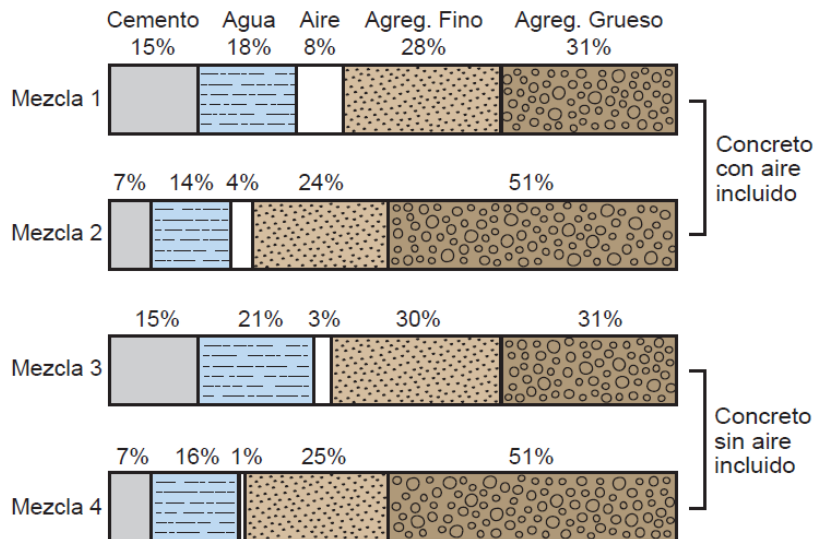
% Abs: Porcentaje de Absorción

Kosmatka et al (2004, p. 1) El concreto (hormigón) es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada piedra machacada, pedrejón), creando una masa similar a una roca. Esto ocurre por el endurecimiento de la pasta en consecuencia de la reacción química del cemento con el agua. Pasquel (1993, p. 11) como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que supera sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas. Zabaleta (1988, p. 10) “Eventualmente contiene también una pequeña proporción de aire y aditivos utilizados para modificar algunas de sus propiedades”.



**Figura 1:**

Composición del concreto



Nota: Kosmatka et al (2004, p. 1)

### 1.4.1. Componentes del concreto

#### 1.4.1.1. Cemento

Kosmatka et al (2004, p. 25) Los cementos portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos hidráulicos de calcio. Los cementos hidráulicos fraguan y endurecen por la reacción química con el agua. Durante la reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una masa similar a una piedra, llamada pasta.

Kosmatka et al (2004, p. 28) nos dice que el cemento portland se produce por la pulverización del clínker, el cual consiste principalmente en silicatos de calcio hidráulicos. El clínker también contiene algunos aluminatos de calcio y ferroaluminatos de calcio y una o más formas de

sulfato de calcio (yeso) que se muele conjuntamente con el clínker para la fabricación del producto final.

**Tabla 1:**

Componentes químicos del cemento

<b>% de participación en el concreto</b>	<b>Componente Químico</b>	<b>Procedencia Usual</b>
<b>95%</b>	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> )	Areniscas
	Oxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas, Mineral de Hierro
<b>5%</b>	Óxidos de Magnesio, Sodio, Potasio, Titanio, Azufre, Fósforo y Manganeso.	Minerales varios

*Nota:* Pasquel (1998, p.18).

Kosmatka et al (2004, p. 45 - 46) Perú tiene una gran variedad de cementos, definidos por las normas NTP 334.009 (Cementos. Cemento portland – requisitos), NTP 334.090 (Cemento. Cemento portland adicionado – requisitos) y NTP 334.082 (Cementos portland especificación de la performance). Los cementos portland definidos en la norma NTP 334.009 son: tipo I (normal) con resistencia a los 7 días de 19 MPa (190 kg/cm<sup>2</sup> o 2800 lb/pulg<sup>2</sup>), tipo II (moderada resistencia a los sulfatos), con resistencia a los 7 días de 17 MPa (170 kg/cm<sup>2</sup> o 2500 lb/pulg<sup>2</sup>) y C3A máximo 8 %, tipo III (alta resistencia inicial), tipo IV (bajo calor de hidratación), con resistencia a los 28 días de 17 MPa (170 kg/cm<sup>2</sup> o 2500 lb/pulg<sup>2</sup>) y tipo V (alta resistencia a los sulfatos) con resistencia a los 28 días de 21 MPa (210 kg/cm<sup>2</sup> o 3000 lb/pulg<sup>2</sup>) y C3A máximo 5%.

Kosmatka et al (2004, p. 46) Los cementos adicionados son: el cemento portland puzolánico (IP y P), el cual puede tener del 15 % al 40 % de puzolana en masa, cemento portland puzolánico modificado – I(PM), que tiene hasta 15 % de puzolana, cemento portland de escoria, el cual tiene del 25 % al 70 % de adición de escoria de alto horno, cemento portland de escoria modificado – I(SM), que puede tener hasta 25 % de escoria, el cemento portland compuesto (I Co) que puede tener una adición de caliza o material inerte de hasta 30 %, desde que este material tenga, como mínimo, 75 % de  $\text{CaCO}_3$ . Estos cementos pueden presentar una combinación de otras propiedades, como la moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación, a través da adición de los sufijos MS y MH, respectivamente. El requisito de resistencia a los 28 días de estos cementos es de 25 MPa (260  $\text{kg/cm}^2$  o 3600  $\text{lb/pulg}^2$ ), a excepción de los cementos IS(MH) y IP(MH), los cuales deben presentar, por lo menos, 20 MPa (200  $\text{kg/cm}^2$  o 2900  $\text{lb/pulg}^2$ ) y el cemento P, el cual debe presentar, por lo menos, 21 MPa (210  $\text{kg/cm}^2$  o 3100  $\text{lb/pulg}^2$ ) a los 28 días.

Kosmatka et al (2004, p. 46) Los cementos comercialmente disponibles en el mercado peruano son: tipo I y tipo I (bajo contenido de álcalis), tipo II y tipo II (bajo contenido de álcalis), tipo V, tipo IP, tipo I(PM), tipo MS, tipo ICo y el cemento de albañilería.

#### **1.4.1.2. Agua**

Pasquel (1998, p. 59) El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales: I. Reaccionar con el cemento para hidratarlo, II. Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto III.

Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse. Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

### 1.4.1.3. Agregados

#### 1.4.1.3.1. Características físicas

Sánchez (2001, p. 65) Los agregados, también llamados áridos, son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento portland en presencia de agua conforman un todo compacto (piedra artificial) conocido como concreto u hormigón. Como agregados para concreto se pueden considerar todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia del grano), no perturban ni afectan las propiedades y características del concreto y garantizan una adherencia suficiente con la pasta endurecida de cemento portland.

**Tabla 2:**

Clasificación general del agregado según su tamaño

<b>Tamaño de las partículas en mm (pulg)</b>	<b>Denominación más corriente</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Clasificación como agregado para concreto</b>
<b>Inferior a 0.002</b>	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
<b>Entre 0,002 - 0,074</b>	Limo		

(No. 200)

---

<b>Entre 0,074 - 4,76</b> <b>(No. 200)- (No. 4)</b>	Arena	Agregado fino	Material apto para producir concreto
<b>Entre 4,76 – 19,1</b> <b>(No. 4)- (No. 3/4”)</b>	Gravilla	Agregado grueso	
<b>Entre 19,1 - 50,8</b> <b>(No. 3/4”)- (No. 2”)</b>	Grava		
<b>Entre 0,074-4,76</b> <b>(No. 2”)- (6”)</b>	Piedra		
<b>Entre 0,074-4,76</b> <b>(6”)</b>	Rajón, piedra bola		

---

*Nota:* Sánchez (2001, p. 70)

#### **1.4.1.3.1.1. Peso específico**

Pasquel (1998, p. 74) Cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las normas ASTM C-127 y C-128 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación.

#### **1.4.1.3.1.2. Peso Unitario**

Pasquel (1998, p. 74) Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo.

#### **1.4.1.3.1.3. Absorción**

Pasquel (1998, p. 76) Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado. Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

#### **1.4.1.3.1.4. Humedad**

Pasquel (1998, p. 77) Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado. Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas.

#### **1.4.1.3.1.5. Análisis granulométrico**

Pasquel (1993, p. 89) Como sería sumamente difícil medir el volumen de los diferentes tamaños de partículas, se usa una manera indirecta, cual es tamizarlas por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos refiriéndolos en % con respecto al peso total. A esto es lo que se denomina análisis granulométrico o granulometría, que es la representación numérica de

Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022  
la distribución volumétrica de las partículas por tamaños. Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordenado semi-logarítmico que permite apreciar la distribución acumulada.

Pasquel (1998, p. 91) El módulo de fineza se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie Standard hasta el Tamiz No 100 y esta cantidad se divide entre 100. El sustento matemático del Módulo de Fineza reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de partículas de una cierta distribución granulométrica.

#### **1.4.1.4. Aditivos para el concreto**

##### **1.4.1.4.1. Aditivos incorporadores de aire**

Zabaleta (1988, p 75) Están destinados a producir incorporación de aire en forma de pequeñas burbujas, en su mayoría de un tamaño comprendido entre 0.01 y 1 mm, con una distribución uniforme en la masa del hormigón.

Kosmatka et al (2004, p. 137) El aire incorporado mejora la resistencia del concreto al descascaramiento de la superficie causado por el uso de productos descongelantes (anticongelantes). Además, también se mejora la trabajabilidad del concreto fresco y se reducen o eliminan tanto la segregación como el sangrado (exudación).

Kosmatka et al (2004, p. 137) El concreto con aire incluido contiene diminutas burbujas de aire distribuidas uniformemente por toda la pasta de cemento.

Zabaleta (1988, p 75) El empleo de los incorporadores de aire está orientado básicamente a aumentar la resistencia del hormigón frente a ciclos alternados de temperaturas bajo y sobre cero (hielo – deshielo), que puedan conducir al congelamiento del agua contenido en el hormigón.

Zabaleta (1988, p 75) Sin embargo, ejercen también efecto sobre otras propiedades del hormigón, entre las cuales pueden citarse los siguientes:

- Reducción de la permeabilidad al agua y líquidos en general.
- Aumento de la consistencia del hormigón, en una forma similar al obtenido por la adición de granos finos.
- Aumento de la fluidez del hormigón.
- Disminución de la exudación del agua de amasado del hormigón.
- Disminución de la resistencia.

Este último efecto debe ser especialmente considerado, pues la disminución de resistencia provocada por la incorporación de burbujas no alcanza a ser compensada por la disminución de la cantidad de agua de amasado posible de producir por efecto de la mayor fluidez.

#### **1.4.1.4.2. Aditivos plastificadores**

Zabaleta (1988, p 76) Los plastificadores producen un aumento de la fluidez del hormigón al cual se incorporan. Alternativamente, permiten una reducción en el agua de amasado del hormigón,



manteniendo su fluidez y con ello, una reducción de la dosis de cemento sin disminución de la resistencia.

No producen en general otros efectos significativos sobre el hormigón, aunque los productos empleados para la fabricación de algunos plastificadores pueden producir ligeros retardos en el fraguado.

## **1.4.2. Propiedades del concreto**

### **1.4.2.1. Propiedades principales en estado fresco**

#### **1.4.2.1.1. Trabajabilidad**

Pasquel (1998, p. 129-131) Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso.

#### **1.4.2.1.2. Temperatura**

Kosmatka et al (2004, p. 331) La temperatura del concreto tiene una gran influencia sobre las propiedades tanto del concreto fresco como del endurecido, muchas especificaciones limitan la temperatura del concreto fresco. La medición de la temperatura (ASTM C 1064 [AASHTO T 309], NTP 339.184) se debe determinar en un periodo de 5 minutos después de tomada la muestra.

### 1.4.2.1.3. Contenido de aire

Kosmatka et al (2004, p. 178) Cuatro métodos están disponibles para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. A pesar de haberse medido sólo el contenido de aire total, y no las características del sistema de vacíos de aire, ensayos en laboratorio muestran que estas pruebas son una buena indicación de la aceptabilidad del sistema de aire.

1. Método por presión, práctico para pruebas en la obra, en todos los tipos de concreto, a excepción de los concretos muy porosos y con agregados ligeros.
2. Método volumétrico, práctico para ensayos en obra de todos los tipos de concreto, pero especialmente indicado para concretos con agregados ligeros (livianos) y porosos. Cuando se usan agregados mayores que 50 mm (2 pulg.), se los debe remover manualmente y el efecto de esta remoción se debe calcular para llegar al contenido de aire total.
3. Método gravimétrico, requiere un conocimiento preciso de la masa específica relativa y del volumen absoluto de los componentes del concreto.
4. Indicador de aire Chace, una manera sencilla y barata de aproximación del contenido de aire del concreto fresco. Este aparato de bolsillo ensaya una muestra del mortero del concreto. Este ensayo no es un sustituto de los métodos más precisos tales como los métodos por presión, volumétrico y gravimétrico.

Kosmatka et al (2004, p. 179) Los métodos convencionales para el análisis del aire en el concreto fresco, tales como el método por presión

presentado anteriormente, miden sólo el volumen total de aire. Consecuentemente, no proveen ninguna información sobre los parámetros para la determinación de la calidad del sistema de aire.

Kosmatka et al (2004, p. 180) La cantidad de aire a ser empleada en el concreto con aire incluido depende de: (1) tipo de la estructura, (2) condiciones del clima, (3) número de ciclos de congelación y deshielo, (4) cuando de la exposición a los descongelantes y (5) la vida útil de la estructura. El ACI código de la construcción recomienda que el concreto que se va a exponer a la congelación y al deshielo en ambiente con humedad o a descongelantes debe tener el contenido de aire para exposición severa. Además, la relación agua-materiales cementantes no debe exceder 0.45.

### Tabla 3:

Tabla 19.3.3.1 - ACI 318R-19 - Contenido total de aire para concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo

Tamaño máximo nominal del agregado, mm	Objetivo de contenido de aire, porcentaje	
	F1	F2 y F3
9.5	6.0	7.5
12.5	5.5	7.0
19.0	5.0	6.0
25.0	4.5	6.0
37.5	4.5	6.0
50	4.0	5.0
75	3.5	4.5

Nota: Tabla 19.3.3.1 - ACI 318R-19 (2019, p. 379).

#### 1.4.2.1.4. Peso Unitario

Kosmatka et al (2004, p. 9-10) La masa volumétrica del concreto varía dependiendo de la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado (ocluido) o intencionalmente incluido y las cantidades de agua y cemento. Por otro lado, el tamaño máximo del agregado influye en las cantidades de agua y cemento. Al reducirse la cantidad de pasta (aumentándose la cantidad de agregado), se aumenta la masa volumétrica.

**Tabla 4:**

Promedio de las Masas Volumétricas Observadas para el Concreto Fresco (unidades del SI)\*

Tamaño Máximo del agregado, mm	Contenido de aire, porcentaje	Agua, Kg/m <sup>3</sup>	Cemento, Kg/m <sup>3</sup>	Masa específica Kg/m <sup>3</sup> **				
				Masa específica relativa del agregado †				
				2.55	2.60	2.65	2.70	2.75
19	6.0	168	336	2194	2227	2259	2291	2323
37.5	4.5	145	291	2259	2291	2339	2371	2403
75	3.5	121	242	2307	2355	2387	2435	2467

**Nota:** Kosmatka et al (2004, p. 10), \* Fuente: Bureau of Reclamation, 1981, Tabla 4.

\*\* Concreto con aire incluido, con la cantidad de aire indicada.

† En condición saturada, con superficie seca. Multiplique la masa específica relativa del agregado por 1000 para obtenerse la masa específica de las partículas de agregado en kg/m<sup>3</sup>.

#### 1.4.2.2. Propiedades principales en estado endurecido

##### 1.4.2.2.1. Resistencia

Pasquel (1998, p. 141) Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso. Le afectan además los mismos factores que influyen en las características

resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Pasquel (1998, p. 141) Los concretos normales usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 Kg/cm<sup>2</sup>, habiéndose logrado optimizaciones de diseños sin aditivos que han permitido obtener resistencias sobre los 700 kg/cm<sup>2</sup>.

Kosmatka et al (2004, p. 8) La resistencia a compresión que el concreto logra,  $f_{cr}$ , es función de la relación agua-cemento (o relación agua-materiales cementantes), de cuánto la hidratación ha progresado, del curado, de las condiciones ambientales y de la edad del concreto.

#### **1.4.2.2.2. Permeabilidad**

Kosmatka et al (2004, p. 10) La permeabilidad es la cantidad de agua que migra a través del concreto, mientras que el agua está bajo presión o la habilidad del concreto en resistir a la penetración del agua u otra sustancia (líquidos, gases o iones).

#### **1.4.3. Exposición del concreto a humedad y ciclos de congelamiento y deshielo**

Rivva (2007, p. 204) La presión hidráulica que puede desarrollarse durante la congelación del agua en los poros del agregado depende de la cantidad, distribución por tamaños, y continuidad de los poros; grado de saturación; velocidad de conversión del agua a hielo; permeabilidad del agregado; y distancia que el agua bajo presión debe desplazarse para encontrar un desfogue.

Rivva (2007, p. 204-205) Para grados de saturación bajos, el agua se congelará donde se encuentra, con muy poco o ningún flujo, y presión hidráulica cercana a cero. Para grados de saturación suficientemente altos, el agua será forzada a salir de los poros y moverse a través de agregados de baja permeabilidad al formarse el hielo, pudiendo así la presión resultante romper el agregado. Si existen macroporos vacíos en el agregado; o si el exceso de agua puede exudar en los límites de éste, puede lograrse la disminución de la presión hidráulica.

**Tabla 5:**

Tabla R19.3.1 del Reglamento ACI318-19 - Ejemplos de miembros estructurales en la categoría de exposición F

Clase de exposición	Ejemplos
<b>F0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miembros en climas donde no se va a presentar congelamiento.</li> <li>• Miembros que van a estar dentro de estructuras que no van a estar expuestos a congelamiento.</li> <li>• Cimentaciones no expuestas a congelamiento.</li> <li>• Miembros enterrados por debajo de la profundidad de helada.</li> </ul>
<b>F1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miembros que no van a ser sometidos a acumulación de nieve o hielo, tales como muros exteriores, vigas, vigas maestras y losas que no están en contacto directo con el suelo.</li> <li>• Las cimentaciones de muros pueden estar en esta clase dependiendo de la posibilidad de que se saturen.</li> </ul>
<b>F2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miembros que van a ser sometidos a acumulación de nieve o hielo, tales como losas exteriores en altura.</li> <li>• Cimentaciones y muros de sótanos que sobresalen del terreno y contra las cuales se puede acumular nieve o hielo.</li> <li>• Miembros horizontales y verticales en contacto con el suelo.</li> </ul>

- F3**
- Miembros expuestos a productos químicos descongelantes, tales como miembros horizontales en estructuras de estacionamientos.
  - Cimentaciones y muros de sótanos que sobresalen del terreno y contra las cuales se puede acumular nieve o hielo que contengan químicos descongelantes.

Nota: Tabla R19.3.1 - ACI 318-19 (2019, p. 372).

**Tabla 6:**

Fragmento de tabla 19.3.2.1 del Reglamento ACI318-19 - Requisitos para el concreto según clase de exposición

Clase de exposición	Relación a/mc máxima	$f'_c$ Mínimo MPa	Requisitos mínimos adicionales	Límites en los materiales cementantes
			Contenido de aire	
<b>F0</b>	N/A	17	N/A	N/A
<b>F1</b>	0.55	24	Tabla 19.3.3.1 para concreto o Tabla 19.3.3.3 para concreto lanzado	N/A
<b>F2</b>	0.45	31		N/A
<b>F3</b>	0.40	35		26.4.2.2(b)

Nota: ACI 318-19 (2019, p. 378)

**1.4.4. Ataques al concreto por congelación**

Rivva (2007, p. 191) El agua al penetrar al concreto por absorción y congelarse en los poros capilares de la pasta, pasa en ésta a hielo con aumento de volumen en un 9% y generación de presiones, con el resultado que los esfuerzos producidos por éstas, al exceder la resistencia a la tensión de la pasta o el agregado, generan agrietamiento y, en muchos casos, deterioro de la pasta en un proceso que puede, por ciclos sucesivos, tornarse dañino por renovación del medio agresivo, pudiendo llegarse a destrucción parcial o total del concreto.

Rivva (2007, p. 201) Las burbujas de aire incorporado deben ser consideradas como puntos de disipación de presiones en los que el agua, al ser forzada fuera de los poros capilares por el proceso de congelación, penetra por acción de fuerzas capilares. Si la distancia, conocida como factor de espaciamiento, entre los poros capilares y las burbujas de aire no es mayor de 0.1mm no se desarrollarán presiones destructivas en la pasta.

Rivva (2007, p. 211) Se considera que para que un concreto sea resistente a la congelación deben darse cuatro condiciones:

- a) La porosidad será mínima y la impermeabilidad lo más alta posible. Bajas absorción y permeabilidad.
- b) Los poros capilares nunca estarán totalmente llenos de agua.
- c) El concreto contendrá aire incorporado;
- d) El contenido de cementante será alto y la relación agua cementante baja, para tomar los esfuerzos que se presenten durante la congelación.

Rivva (2007, p. 211) Las resistencias mecánicas del concreto son afectadas por la presencia del aire incorporado al aumentar la porosidad. Esto debe ser considerado en la dosificación de la mezcla, de modo de satisfacer las resistencias establecidas en el proyecto. En la práctica se ha determinado que la resistencia a compresión disminuye en un 5 % por cada 1 % de aire incorporado.

## **1.5. Formulación del problema**

¿De qué manera influye el incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022?



## 1.6. Objetivos

### 1.6.1. Objetivo general:

Determinar de qué manera influye el incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.

### 1.6.2. Objetivos Específicos:

- Elaborar el diseño de mezcla patrón y las mezclas con incorporador de aire de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- Determinar de qué manera influye el aditivo Sika Aer en la temperatura de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- Determinar de qué manera influye el aditivo Sika Aer en la trabajabilidad de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- Determinar de qué manera influye el aditivo Sika Aer en el peso unitario de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- Determinar de qué manera influye el aditivo Sika Aer en el contenido de aire de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- Determinar de qué manera influye el aditivo Sika Aer en la resistencia al esfuerzo de compresión de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- Determinar de qué manera influye el aditivo Sika Aer en la prueba de succión capilar de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.

- Establecer si las mezclas estudiadas cumplen con los requisitos de la norma ACI 318-19 de acuerdo a su clase de exposición del concreto a ciclos de congelamiento y deshielo.
- Identificar las mezclas óptimas del concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- Analizar los costos por metro cúbico para cada diseño de mezcla de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.

### 1.7. Hipótesis

- **HG:** El incorporador de aire mejorará las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- **HE1:** El valor teórico del peso unitario de concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022 aumentará.
- **HE2:** El aditivo Sika Aer aumentará la temperatura de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- **HE3:** El aditivo Sika Aer aumentará la trabajabilidad de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- **HE4:** El aditivo Sika Aer aumentará el peso unitario de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- **HE5:** El aditivo Sika Aer aumentará el contenido de aire de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- **HE6:** El aditivo Sika Aer aumentará la resistencia al esfuerzo de compresión de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.
- **HE7:** El aditivo Sika Aer aumentará la succión capilar de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.

- **HE8:** Las mezclas estudiadas cumplen con los requisitos de la norma ACI 318-19 de acuerdo a su clase de exposición del concreto a ciclos de congelamiento y deshielo.
- **HE9:** Las mezclas óptimas del concreto ACI 318-19 según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022 son las diseñadas con 0,045 % de aditivo incorporador de aire.
- **HE10:** El análisis de costos por metro cúbico aumentará para cada diseño de mezcla conforme se adicione mayor porcentaje del aditivo incorporador de aire en un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Esta investigación es aplicada, de tipo experimental, porque manipula intencionalmente la variable independiente, aplicando una prueba experimental (muestras patrón) que tiene aditivo SikaCem plastificante en 0,50 % como ingrediente constante en todas las mezclas de concreto estudiadas, luego se le añade el aditivo Sika Aer en distintos porcentajes, muestras sobre las cuales se analizará la reacción del aditivo incorporador de aire Sika Aer en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

**Tabla 7:**

Operacionalización de las variables

Grupo	Pre prueba	Tratamiento	Post Prueba
GE	O1	X: adición de incorporador de aire.	O2: resistencia a la compresión, temperatura, slump, PUC, succión capilar, contenido de aire.
GC	O3	X: adición de plastificante al 0,50 %.	O4: resistencia a la compresión, temperatura, slump, PUC, succión capilar, contenido de aire.

*Nota:* Se estableció los siguientes GE (grupo de estudio) y GC (grupo de control) en los cuales se indica que el uso del plastificante es para solo para que la mezcla gane trabajabilidad, siendo así una variable constante en los diseños de mezcla realizados para porcentaje de adición de aditivo incorporador de aire Sika Aer.

GE: grupo de estudio

GC: grupo de control

O1, O3: Pre prueba

O2, O4: Post Prueba

**Variable independiente:** condición de un ensayo o prueba que sistemáticamente es manipulado por el investigador con el fin de alterar a la variable dependiente.

**Variable dependiente:** varía como resultado de una manipulación de la V.I.

VI: Incorporador de aire

VD: Propiedades físicas y mecánicas de un concreto con clase de exposición F1 y F2.

## 2.2. Población y muestra

### 2.2.1. Población

La población a estudiar son todas las probetas de concreto para la investigación (96 probetas cilíndricas), en las cuales se adicionará y dosificará los aditivos para el concreto reforzado.

### 2.2.2. Muestra

La técnica de muestreo utilizada es probabilística estratigráfica, esta técnica permite dividir toda la población objeto de estudio en diferentes estratos caracterizados por ser disjuntos por lo que un individuo (testigo) sólo puede pertenecer a un estrato ya establecido.

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 el investigador. Obtenida por estudios anteriores, muestra piloto, criterio de experto o distribución de la variable de interés.
- ✓ E= Error del muestreo en % del estimador o en absoluto (unidades). Fijada por el investigador. (7 %)
- ✓  $n_0$ = Tamaño de la muestra

**Tabla 8:**

Cálculo del Tamaño de la muestra

<b>Estimación de la Desviación Estándar</b>					
<b>Resistencia a la compresión Antecedente</b>	<b>a la</b>	<b>la</b>	0,02 % Sika aer	0,07 % Sika aer	0,12 % Sika aer
			273.81	251.65	240.88
			270.66	248.78	239.07
			273.38	246.20	236.45
<b>Promedio</b>				253.30	
<b>Varianza</b>				229.90	
<b>Error = 7%</b>				17.74	
<b>Desviación Estándar</b>				15.16	
<b>Tamaño de la muestra</b>				2.6838101	

*Nota:* Resultados de la resistencia a la compresión extraídos de Machaca (2017, p. 100-106).

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

$$n_0 \geq \frac{Z^2 S^2}{E^2} = \frac{(1.96)^2 (15.16)^2}{(17.74)^2} \quad \dots Ec. 01$$

$$n_0 = 2.806 \cong 3$$

- ✓  $n_0$  = Muestra.
- ✓ Z = Nivel de confianza al 95 %.
- ✓ S = Valor de la Desviación estándar (Valor tomado según norma).
- ✓ E = Precisión (error máximo tolerable en la estimación del parámetro).

### 2.2.3. Unidad de estudio

La unidad de estudio de la presente investigación serán 96 testigos cilíndricos de concreto de 10 cm \* 20 cm.

**Tabla 9:**

Cantidad de muestra con relación a/c 0.45

R a/c →0.45	Patrón	Sikacem			Total
		0,50 %	Sika Aer		
		0,03 %	0,045 %	0,06 %	
<b>03 días</b>	03	03	03	03	<b>12</b>
<b>07 días</b>	03	03	03	03	<b>12</b>
<b>28 días</b>	03	03	03	03	<b>12</b>
<b>TOTAL</b>					<b>36</b>

*Nota:* Número de testigos para ensayo de resistencia al esfuerzo de compresión de la relación a/c 0.45

**Tabla 10:**

Cantidad de muestra con relación a/c 0.55

R a/c →0.55	Patrón	Sikacem			Total
		0,50 %	Sika Aer		
		0,03 %	0,045 %	0,06 %	
<b>03 días</b>	03	03	03	03	<b>12</b>
<b>07 días</b>	03	03	03	03	<b>12</b>
<b>28 días</b>	03	03	03	03	<b>12</b>
<b>TOTAL</b>					<b>36</b>

*Nota:* Número de testigos para ensayo de resistencia al esfuerzo de compresión de la relación a/c 0.55

**Tabla 11: Muestra para prueba de permeabilidad relación a/c 0.45**

R a/c →0.45	Patrón	Sikacem			Total
		0,50 %	Sikaer		
		0,03 %	0,045 %	0,06 %	

<b>28 días</b>	03	03	03	03	<b>12</b>
<b>TOTAL</b>					<b>12</b>

*Nota:* Número de testigos para ensayo de permeabilidad de la relación a/c 0.45.

**Tabla 12:** Muestra para prueba de permeabilidad relación a/c 0.55

<b>R a/c →0.55</b>	<b>Patrón</b>	<b>Sikacem</b>			<b>Total</b>
			0,50 %		
			<b>Sikaer</b>		
		0,03 %	0,045 %	0,06 %	
<b>28 días</b>	03	03	03	03	<b>12</b>
<b>TOTAL</b>					<b>12</b>

*Nota:* Número de testigos para ensayo de permeabilidad de la relación a/c 0.55.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

#### 2.3.1. Técnica de recolección de datos

Se realizó una extensa búsqueda de información sobre las variables en las diversas fuentes confiables, a partir de ahí se hizo la selección de datos e ideas que son de bastante relevancia del documento a fin de recuperar la información contenida en los diversos estudios. La técnica de la observación para denotar características del concreto.

#### 2.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Guía de observación, ficha resumen - matriz de categorías para las características del concreto en su estado fresco y endurecido.

#### 2.3.3. Técnica de análisis de datos

La técnica de análisis de datos es la inferencia estadística, ya que se validarán las hipótesis mediante el análisis de las medidas estadísticas. Esto para determinar si las hipótesis se cumplen a nivel estadístico y si es factible concluir que la variación de la resistencia a la compresión obtenida es representativa o no.



### 2.3.4. Instrumentos de análisis de datos

La prueba de hipótesis es paramétrica porque se hará una suposición de datos para determinar si es o no válida. Para esto es necesario realizar una suposición de datos que se midan en escala de intervalos. Por lo tanto, se usará el análisis de la varianza (ANOVA) para la obtención de resultados; debido a que se cuenta con una variable independiente.

#### **Prueba de Normalidad**

Aplicamos la prueba de normalidad planteándonos dos hipótesis, la hipótesis nula y la hipótesis afirmativa, donde  $p > 0.05$  para aceptar la hipótesis afirmativa ( $H_i$ ), para este análisis usamos la prueba de Shapiro-Wilk aplicamos esta prueba para un tamaño máximo de 50 especímenes, para esto se calcula la media y la varianza muestral, se ordenan de menor a mayor y se calculan las diferencias entre el primero y el último, así sucesivamente y se corrigen con unos coeficientes tabulados por Shapiro y Wilk. (Uso del programa SSPS, 2005)

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

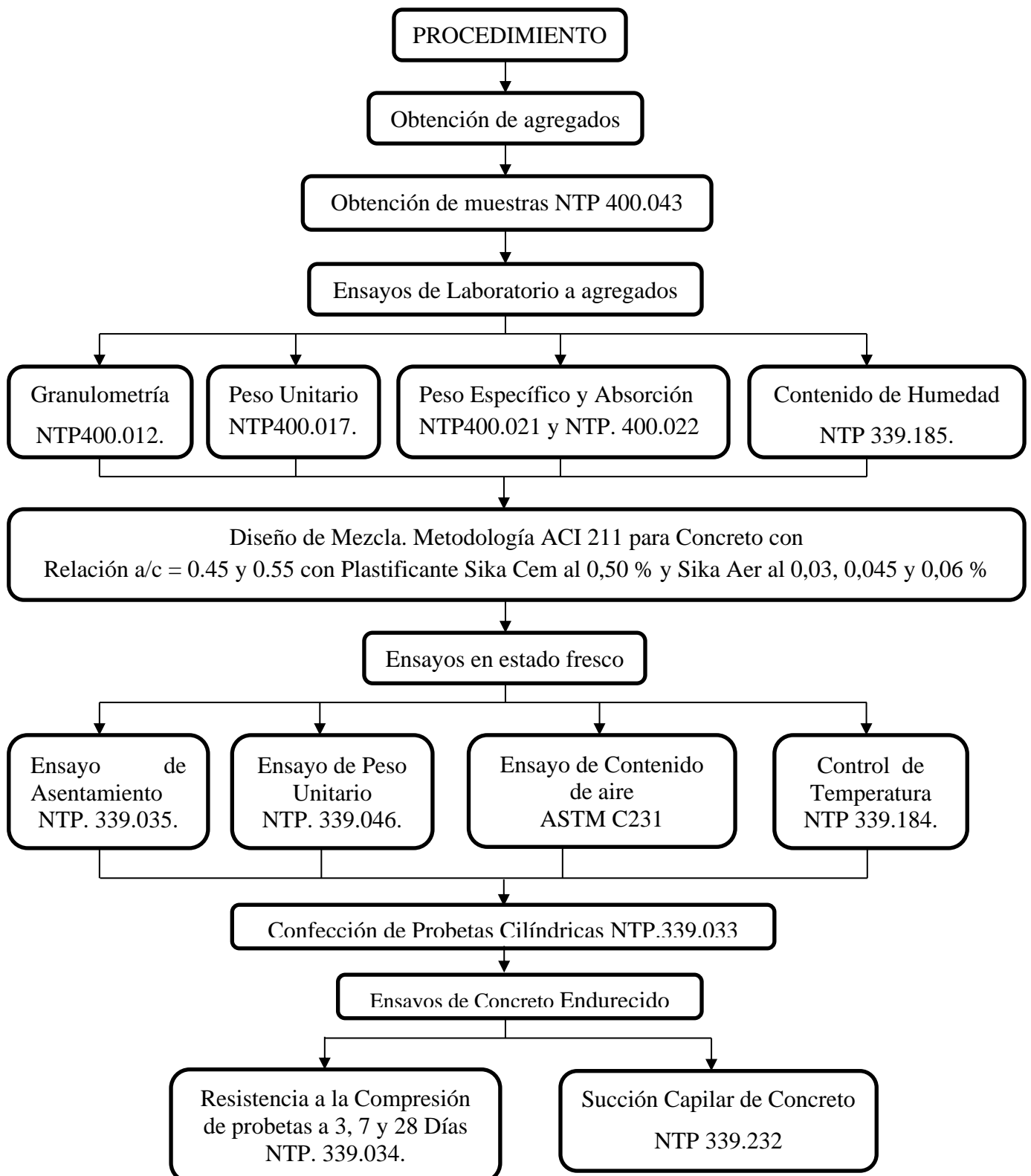
$H_i \rightarrow$  Presenta una distribución normal  $p > 0.05$

Debemos cumplir con una distribución normal de los resultados, ya que es uno de los requisitos para poder aplicar el análisis de la varianza.

#### **Confiabilidad**

Se observó que para poder ejecutar el análisis de la varianza debemos tener datos confiables esto da paso a una prueba estadística para ver la confiabilidad de los resultados George et al (2003, p. 231) sugieren que para el Alpha de Cronbach se debe considerar como mínimo aceptable 0.7 es decir tener una confiabilidad mínimo del 70%.

## 2.4. Procedimiento



#### **2.4.1. Contenido de Humedad**

- Se utilizó el Método de ensayo Normalizado para Contenido total de Humedad evaporable en agregados por secado, cuyo procedimiento se halla en la NTP 339.185.
- Para determinar el contenido de humedad, se inició tomando las respectivas muestras de agregado siendo 500 gr. la masa mínima del agregado fino y 1000 gr. en caso del grueso.
- En estado natural, ambos tipos de agregados, se les midió su masa en la balanza, para luego ser introducidas en un horno por un período de  $24 \pm 4$  horas con una temperatura constante de  $110^{\circ}\text{C}$ .
- Una vez cumplido el período de secado en el horno, se procedió a medir nuevamente las masas de las muestras secas, y se procedió al cálculo del porcentaje de humedad, el cual se obtiene al determinar el cociente expresado en porcentaje de la diferencia de los pesos húmedos y secos, y el peso seco.

#### **2.4.2. Granulometría y módulo de Finura**

- Se utilizó el Método de ensayo Análisis granulométrico del agregado grueso, fino y global, cuyo procedimiento se halla en la NTP 400.012.
- Se introdujeron las muestras cuyas masas exceden el 1 kg de agregado fino y los 5 kg del grueso, en un horno por un período de  $24 \pm 4$  horas con una temperatura constante de  $110^{\circ}\text{C}$ .
- Se procedió a medir en la balanza las masas de las muestras secas de ambos tipos de agregados, se usaron los tamices ordenados en forma descendente en cuanto a diámetro de las aberturas, luego se procedió a obtener los porcentajes de muestras retenidos, retenidos acumulados y los que pasaron cada una de las mallas mencionadas.

- Se elaboró la gráfica o curva granulométrica, en el eje de ordenadas se colocaron los valores pasantes, expresados en porcentajes, como abscisas se colocaron los valores de abertura (expresados en mm) de los tamices, se procedió a graficar la curva granulométrica de cada agregado, para ser contrastadas con los husos Granulométricos permisibles de la normativa con lo que se determinó si los agregados están dentro de los estándares requeridos para su utilización como ingrediente de mezclas de concreto.
- Finalmente, se determinó el Módulo de finura del agregado fino expresado como un número adimensional calculado como la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados en las mallas N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100, dividido entre 100.

### **2.4.3. Peso Unitario Suelto y Compactado**

- Se utilizó el Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad y los vacíos de los agregados cuyo procedimiento se halla en la NTP 400.017.
- Se usó como contenedor del agregado un recipiente metálico de volumen y masa conocidos, los cuales son los valores tara del recipiente. Es aplicable para agregados de diámetro inferior a 5 pulgadas y se efectuó en 2 modalidades, material suelto y compactado.
- Para determinar el peso unitario suelto, el ensayo se resumió en llenar por completo el recipiente metálico hasta desbordar de agregado, dejándolo caer aproximadamente de 10 cm de alto, posteriormente, se enrasó con una varilla de acero lisa de 5/8" de diámetro y de longitud 60 cm aproximadamente, retirando el excedente con respecto al nivel o ras, y se registró la masa del agregado que ocupó dentro del recipiente. Al conocer la masa del recipiente se le restó el registro anterior y se dividió

entre el volumen que ocupa equivalente al volumen del recipiente, de esta manera se expresó con número entero en unidades de  $\text{kg/m}^3$ .

- Para el caso del peso unitario compactado se dejó caer el agregado en 03 estratos, aproximadamente a cada 1/3 de capacidad del recipiente metálico, se compactó con ayuda de la varilla lisa, con 25 golpes por cada capa, repartidos en la mayor cantidad de área posible de agregado. Posteriormente se compactó, y se enrasó en la última capa con respecto a nivel del recipiente, se retiraron los excesos y se registró la masa de agregado compactado en el recipiente. El cálculo se determinó de la misma forma que el anterior caso, el del peso suelto.

#### **2.4.4. Peso específico y Absorción del Agregado Grueso**

- Se utilizó el Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del Agregado Grueso cuyo procedimiento se halla en la NTP 400.021.
- Se saturó al agregado grueso se sumergió la muestra de 5 kg por un período de 24 horas.
- Posteriormente a ello, se sacó la muestra del agua y se retiró el excedente de agua superficial con ayuda de una franela, hasta que su superficie pierda brillo, se midió la masa de la muestra, y se registró la masa de agregado saturado superficialmente seco (SSS).
- Luego, con la muestra de agregado obtenida en el paso anterior, se determinó la masa de agregado en condición sumergida, utilizando una balanza de precisión 1g, la cual posee un gancho con una bandeja de agua por debajo de ella y una canastilla sumergible, previamente se taró la canastilla sumergida, y se introdujo el agregado para tomar lectura de su masa sumergida.
- Finalizado el procedimiento anterior, se retiró la muestra de la canastilla (se conservó la totalidad de la muestra) y se colocó en una tara de masa conocida, que se seca en

un horno por un período de 24 horas a una temperatura constante de 110°C, para determinar la masa seca del agregado.

- El peso específico de masa se determinó como el cociente de la masa seca obtenida en el horno y, la diferencia de la masa SSS y la masa sumergida del agregado, multiplicada por 100, expresando este valor en  $\text{gramos/cm}^3$ .
- También, se determinó la absorción del agregado como el cociente de la diferencia de la masa SSS y la masa seca, y su propia masa seca, multiplicada por 100 y es expresada como porcentaje de absorción del agregado.

#### **2.4.5. Peso específico y Absorción del Agregado Fino**

- Se utilizó el Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del Agregado Fino cuyo procedimiento se halla en la NTP 400.022.
- En agua, 3 kg de muestra de agregado fino se sumergieron durante 24 horas con lo que se saturaron los poros, posterior a ello y cuidando de no secar excesivamente la muestra, el agua que está en exceso fue escurrida, y con uso de una estufa se secó la parte superficial de los granos para determinar la masa saturada superficialmente seca de este agregado. La condición de SSS fue corroborada introduciendo la arena por el orificio de menor diámetro de un cono trunco y con el pisón se golpeó 25 veces, al retirar el cono, si el agregado conservó la forma del molde, se secó un poco más, por otro lado, si se cayó por completo es que estuvo excesivamente seca; se evidenció en la prueba un pequeño núcleo de arena compactada.
- Se tomó una muestra de 500 gr con la condición de SSS en una fiola, la que fue rolada para eliminar vacíos y/o burbujas de aire, posterior a ello, la fiola se llenó de agua hasta la marca de capacidad, y se registró la masa (sin tomar en cuenta la masa de la fiola). Para este procedimiento se utilizó una balanza analítica con precisión de 0.1g.

- Tratando de evitar pérdidas se extrajo todo el material colocándolo en una tara y llevándolo al horno por un período de 24 h a una temperatura de 110°C y se registró la masa seca del agregado fino.
- Para el cálculo del peso específico de masa, este se obtuvo del cociente de la masa seca del material del horno entre la diferencia de 500 (volumen de la fiola en  $\text{cm}^3$  utilizada) y el peso en gramos de agua destilada añadida, multiplicado por 100 y se expresó en  $\text{g}/\text{cm}^3$ . En el caso de la absorción, se tomó como la diferencia de los 500 g (masa SSS) menos la masa seca, y se dividió entre la masa seca multiplicada por 100 para quedar expresada en porcentaje (%).

#### **2.4.6. Diseño de Mezcla**

- En cuanto al diseño de las mezclas de concreto se usaron las recomendaciones brindadas por el ACI 211, mediante dichas tablas (mencionadas en la normativa E060 de concreto armado del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú) realizamos el diseño de mezcla de concreto para relaciones  $a/c=0.45$  y  $0.55$ .
- Para estos diseños de mezcla, se consideran las características proporcionadas por la ficha técnica de los ingredientes utilizados, como el cemento, se utilizó Cemento Tipo I MS, debido a que es un concreto comercial en nuestra área de estudio. También, el agua fue extraída de la red pública basándose a lo que indica la entidad prestadora del servicio que indica que presenta condiciones potables.
- Con relación  $a/c$  de  $0.45$  y  $0.55$ , la cual fue impuesta por la norma ACI 318-19, se proyecta tener resistencias superiores a  $210 \text{ kg}/\text{cm}^2$  y un Slump de diseño de 3 - 4 pulgadas al que se le adicionó aditivo plastificante Sika Cem al 0.50%.
- Con estos datos de entrada, se determinaron las proporciones de los ingredientes para los diseños de mezcla. Con el cálculo del factor cemento según su relación  $a/c$ , relaciones el tamaño máximo nominal y el asentamiento para determinar la cantidad

de agua, luego se determinaron los volúmenes de agregado y las correcciones respectivas por humedad y absorción que presentaron los agregados a utilizar.

- Finalmente se concluyó el cálculo de los concretos patrón, se replicó el procedimiento para determinar las cantidades o proporciones de los materiales para los diseños de mezcla con adiciones porcentuales del aditivo incorporador de aire Sika Aer, considerando el aditivo Sikacem Plastificante al 0.50% como un valor fijo en todos los diseños de mezcla.
- Una vez realizados los cálculos de concreto, se determinó un volumen de muestra para los trabajos de mezcla, considerando una tanda de 30L para realizar nuestros ensayos de laboratorio para el concreto de cada diseño de mezcla.

#### **2.4.7. Confección de Probetas Cilíndricas**

- Después que se determinó las cantidades de los ingredientes para la mezcla deseada mediante los cálculos de los diseños de mezcla, se elaboraron las tandas de concreto con las que se confeccionó las probetas cilíndricas según la NTP. 339.033 Práctica Normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto para los ensayos de concreto en estado endurecido.
- Para esta investigación se realizaron 08 tandas de diseño de mezcla, todas las tandas tuvieron 0.50% de aditivo Sikacem plastificante, por otro lado, se utilizaron 02 relaciones agua/cemento (0.55 y 0.45), para cada relación se elaboraron 01 mezcla de concreto patrón y 03 con adiciones porcentuales de Sika Aer aditivo incorporador de aire (0.03%, 0.045% y 0.06%). Para cada tanda se realizaron 03 probetas cilíndricas de concreto para resistencia a compresión a diversos días de curado (03, 07 y 28 días) y 03 para a las que se le realizaron cortes con la finalidad de determinar la permeabilidad de cada tanda de concreto a 28 días de curado.



- La confección de las probetas se realizó en una superficie nivelada y rígida libre de vibraciones bajo techo o un área que no le afecte el clima u otras alteraciones.
- En esta investigación se usaron moldes de 10 x 20 pulgadas (relaciones diámetro altura 1 a 2) de plástico previamente engrasados con desmoldante, y para el acomodo de la mezcla se usa una varilla de acero lisa de 3/8" con una longitud aproximada de 30 cm.
- La confección de las probetas se realiza en dos capas de concreto, que con ayuda de la varilla se compactación se realizan 25 golpes por capa (si se requiere se utilizara comba de goma para vibrar las paredes del molde a fin de evitar cangrejas o cerrar los vacíos generados por la chuza). Una vez realizada las dos capas de compactación se rasa el elemento con la varilla a fin de generar una superficie o cara nivelada.
- 24 horas después de haber fraguado se procede al desencofrado usando una compresora de aire, para finalmente colocar las probetas a la poza de curado.

#### **2.4.8. Asentamiento o Slump del Concreto**

- Se utilizó el Método normalizado para la medición del asentamiento del Concreto de cemento Portland cuyo procedimiento se halla en la NTP 339.035.
- El cono de Abrams se utiliza para este ensayo, que es un molde (plástico duro o metálico) con forma de cono con una terminación trunca, el cual se asienta sobre una bandeja o superficie nivelada, en cuyo interior se vierte concreto en 03 capas homogéneas en altura (determinadas visualmente), y cada capa se compacta 25 veces con golpes repartidos en toda el área de contacto con ayuda de la varilla de acero liso de 5/8".
- Se ejerce presión durante todo el procedimiento de este ensayo sobre el cono en cuestión, finalmente, la mezcla se rasa a nivel del cono. En un solo período no mayor a 5 segundos se procede a levantar el cono. Y se procede a tomar la medida del

asentamiento que es el desplazamiento medido entre la altura del cono metálico a la parte media del concreto deformado, dicha medida es expresada en pulgadas o centímetros con una precisión de 0.25cm. (1/4”), y equivale a la medida de la trabajabilidad de la mezcla de concreto.

#### **2.4.9. Peso Unitario del Concreto**

- Se utilizó el Método de ensayo para determinar la densidad, rendimiento y contenido de aire del concreto cuyo procedimiento se detalla en la NTP. 339.046.
- Se vierte mezcla de concreto en estado fresco en un recipiente metálico de masa y volumen previamente conocidos en 03 capas, compactadas con 25 golpes enérgicos con la varilla lisa de acero de 5/8” que se repartan en toda el área del concreto. Además con ayuda de una comba de goma, se cierra vacíos, repartiendo golpes en todo el perímetro del recipiente (12 a 15 golpes). Luego de la compactación, se rasa la superficie y queda nivelada, se procede a limpiar los excedentes, y se registra el peso del concreto dentro del recipiente.

#### **2.4.10. Control de temperatura**

- Se utilizó el Método de Ensayo Normalizado para determinar la Temperatura de Mezcla, el procedimiento se detalla en la NTP 339.184.
- Dentro del molde que fue utilizado en el ensayo detallado en el punto 2.4.9. (peso unitario del concreto), sobre la superficie del concreto en estado fresco, se coloca un termómetro sumergible, que debe penetrar mínimamente 3 pulgadas en la mezcla.
- Pasados 1 o 2 minutos de la colocación del termómetro, o hasta que la lectura se estabilice, se procede a registrar este valor como la temperatura de la mezcla. Es recomendable que estos valores de temperatura no superen los 30°C, por los problemas de fisuración que podría presentar el concreto.

#### 2.4.11. Contenido Total de aire

- Se utilizó el ensayo de Contenido de aire por el Método de Presión cuyo procedimiento se detalla en la norma ASTM C231.
- El ensayo se realizó sobre una superficie plana, nivelada y firme, libre de vibraciones, la mezcla de concreto en estado fresco se remezcló antes de su colocación en la olla.
- Luego se llenó en 03 partes (03 tercios de la altura del recipiente), la primera, es un tercio del volumen y se distribuyó en forma equitativa en toda la superficie del recipiente, con una varilla de acero de 5/8" lisa con extremos boleados, se compactó dicho tercio 25 veces en todo su espesor sin golpear con fuerza el fondo del recipiente, se distribuyó el varillado de forma uniforme en toda la sección de la olla y luego se golpeó el exterior del recipiente con el mazo de goma de 10 a 15 veces.
- La segunda capa se llenó a aproximadamente dos tercios de la altura del recipiente, penetrando un poco el primer tercio y se repitió el proceso descrito anteriormente. Para la tercera capa, se repitió lo descrito pero se evitó desparramar la mezcla, un exceso de aproximadamente 3 mm fue suficiente.
- El uso del instrumento para enrasar la superficie del último tercio, fue de acuerdo a la norma ASTM C138, se trató de una placa de enrasado, y fue enrasándose desde la parte central hacia los extremos de la parte superior del recipiente.
- Se limpió el borde externo de la olla con una franela para posteriormente cubrirla con la tapa y ensamblarlo con lo que quedó hermético, cuando se centró la tapa y sin movimientos bruscos, se cerraron las 04 grapas en cruz.
- Se cerró la válvula de purga de aire y con el gotero se ingresó agua mediante las llaves de purga de agua, cuando se llenó, salió agua por la otra llave de purga de agua, cuando aparecieron señales de aire atrapado se dieron golpes alrededor del recipiente.

- Se bombeó aire hacia el interior de la olla, se estabilizó la aguja del manómetro, se cerraron las llaves de purga de agua e inmediatamente se inyectó aire con la válvula principal y se prosiguió con un golpe seco con el mazo de goma y se registró la lectura del contenido de aire.
- Después de registrar la lectura, para desensamblar la olla, primero se abrió la válvula de purga de aire llevando a la aguja del manómetro a su posición inicial, luego se abrieron las llaves de purga de agua, las grapas y se destapó el recipiente.

#### **2.4.12. Resistencia a Compresión de Probetas Cilíndricas**

- Se utilizó el Método de Ensayo Normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas cuyo procedimiento se detalla en la NTP 339.034.
- Este procedimiento se aplicó en probetas cilíndricas con curado de 03, 07 y 28 días de curado. Después de los cuales se procedió a retirar las probetas de su inmersión.
- Para este ensayo se utilizó una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, durante el ensayo se aplicó una carga constante a una velocidad de 0.25 MPa/s. Las probetas estuvieron en condición húmeda, y se registraron las medidas de los diámetros superior, medio e inferior de cada probeta, a fin de obtener un área promedio.
- El cálculo de la resistencia se obtuvo de la división del valor de carga indicado en cada rotura entre su área (calculada con el diámetro promedio) de contacto y se expresó en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

#### **2.4.13. Ensayo de Succión del Concreto**

- Se utilizó el Método de ensayo para determinar la velocidad de absorción de agua en concreto de cemento Portland cuyo procedimiento se detalla en la NTP 339.232.

- Los especímenes se obtuvieron de cilindros moldeados según la NTP 339.033, como se describió en los párrafos anteriores. El área de la sección transversal de un espécimen no varió más de 1% desde la sección inferior hasta la superior del espécimen.
- Se colocaron los especímenes de ensayo en la cámara ambiental a una temperatura de  $50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  y humedad relativa de  $80\% \pm 3\%$  durante 3 días, después de los cuales, se almacenaron cada uno en un recipiente a  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  durante 15 días.
- Para iniciar el ensayo, una vez preparados los especímenes se registraron las masas con una aproximación de 0,01 gr, antes de sellar sus superficies laterales, se procedió a medir por lo menos 04 diámetros de la superficie de los especímenes que fueron expuestos al agua y se calculó el promedio con una aproximación de 0,1mm.
- Se selló la superficie lateral de cada espécimen y se cubrió el extremo del espécimen que no será expuesto al agua adecuadamente. Luego se procedió a medir la masa del espécimen sellado con aproximación de 0,01 g y se registró como la masa inicial para los cálculos de absorción del agua. Se colocó el dispositivo de apoyo en el fondo del recipiente y se llenó el recipiente con agua potable con un nivel de 3 mm por encima del tope del dispositivo de apoyo mientras duraron los ensayos.
- Se tomó tiempo con cronómetro inmediatamente cuando se colocó la superficie de ensayo del espécimen en el apoyo para proceder a registrar el tiempo y la fecha del contacto inicial con el agua.
- Se registraron las masas en los siguientes intervalos después del primer contacto con el agua, el primer punto deberá ser registrado a los  $60\text{ s} \pm 2\text{ s}$  y el segundo punto a los  $5\text{ min} \pm 10\text{ s}$ . Las medidas posteriores se registraron dentro de los  $\pm 2\text{ min}$  a los 10 min, 20 min, 30 min, y 60 min. Se registraron las medidas cada hora,  $\pm 5\text{ min}$ , hasta 6 h, desde el primer contacto del espécimen con el agua y registrar el tiempo

dentro de  $\pm 1$  min. Después de las 6 h iniciales, se registraron las medidas una vez al día hasta 3 días, seguidas por 3 medidas a por lo menos 24 h aparte durante 4 a 7 días; finalmente se registró la medida que es por lo menos 24 h después de la medida a los 7 días.

- En cada registro de masa se removió el espécimen de ensayo de su recipiente, el cronómetro se detuvo si el tiempo de contacto es menos de 10 min, y se secó cualquier superficie con un papel toalla o paño humedecido. Al cabo de 15 s de remoción del recipiente, se midió la masa con una aproximación de 0,01 g. Inmediatamente se puso en su lugar el espécimen en el dispositivo de apoyo y se volvió a poner a funcionar el cronómetro.
- La absorción (I medida en mm), se obtuvo como la variación de la masa dividido entre el producto del área de la sección transversal del espécimen de ensayo y la densidad del agua que se tomó como  $0,001 \text{ g/mm}^3$ .
- La velocidad inicial de absorción de agua ( $\text{mm/s}^{1/2}$ ) se obtuvo como la pendiente de la línea mejor ajustada para trazar la absorción (mm) contra la raíz cuadrada del tiempo ( $\text{s}^{1/2}$ ) usando la técnica de los mínimos cuadrados, de acuerdo con el criterio de análisis de regresión lineal de ese trazo. Para el análisis de regresión, se utilizó todos los puntos de 1 min a 6 h, y se excluyeron para los tiempos después que el trazo muestra un cambio evidente de pendiente. Se tuvo en cuenta que si los datos entre 1 min y 6 h no siguen una regresión lineal (un coeficiente de correlación de menos de 0,98) y muestran una curvatura sistemática, no se puede determinar la velocidad inicial de absorción.
- La velocidad secundaria de absorción de agua ( $\text{mm/s}^{1/2}$ ) es la pendiente de la línea que es el mejor ajuste para trazar la absorción (mm) contra la raíz cuadrada del tiempo ( $\text{s}^{1/2}$ ) utilizando todos los puntos de 1 d a 7 d. También se usó la regresión

lineal de los mínimos cuadrados para determinar dicha pendiente. Se tuvo en cuenta que si los datos entre 1 d y 7 d no siguen una relación lineal (un coeficiente de correlación menor de 0,98) y muestra una curvatura sistemática, no se puede determinar la velocidad secundaria de absorción de agua.

## 2.5. Aspectos éticos

Esta investigación utilizó información de otros investigadores y autores, respetando los derechos de los mismos y citándolos de forma correcta, del mismo modo, la presentación de resultados está avalada por un profesional especializado en control de calidad de concreto, además se respetó la normativa vigente (normas técnicas peruanas – NTP) para la caracterización de agregados y también para los ensayos del concreto tanto fresco como endurecido.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

En este apartado, se muestran datos registrados y cálculos obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados, debidamente tabulados para agregados y cada uno de los diseños de mezcla (tanto patrón como con adición constante de 0.5% de Sikacem plastificante y adiciones porcentuales de aditivo Sika Aer) para ensayos de concreto en estado fresco y endurecido.

### 3.1. Agregados

**Tabla 13:**

Caracterización de agregados

Material	Módulo de finura	Peso específico nominal (Kg/m <sup>3</sup> )	Absorción (%)	Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )		Contenido de humedad (%)
				Suelto	Compacto	
<b>A. Fino</b>	2.57	2,480	1.10	1,842	2,040	0.60
<b>A. Grueso</b>	6.30	2,420	0.90	1,457	1,683	0.10

*Nota:* Descripción. A.F (Agregado fino), A.G. (Agregado grueso), se reportan los resultados de los ensayos mencionados en el capítulo de metodología, estos sirvieron para el diseño de las mezclas.

### 3.2. Ensayos en concreto

#### 3.2.1. Ensayos en concreto fresco

Previo a esta etapa, se realizaron los diseños de mezcla, una vez elaboradas las mezclas, se determinaron los valores de Asentamiento (Slump), el control de temperatura, el peso unitario y el contenido total de aire del concreto en estado fresco, resultados que se reportan en la Tabla 14 y 15.

Finalizados los ensayos de concreto en estado fresco, se elaboraron probetas de forma cilíndrica de este material, las cuales se dejaron fraguar, para posteriormente desencofrar y sumergir en agua (curado) hasta los días de rotura correspondientes.



**Tabla 14:**

Propiedades del concreto en estado fresco Relación a/c = 0.45

<b>Diseño de Mezcla</b>	<b>Asentamiento (pulg.)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>P.U.C. (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Contenido de Aire (%)</b>
<b>Patrón</b>	3.50	21.0	2,363	2.3
<b>Sika Aer al 0.03%</b>	3.75	21.0	2,385	3.0
<b>Sika Aer al 0.045%</b>	4.00	20.5	2,401	4.2
<b>Sika Aer al 0.06%</b>	4.75	20.0	2,431	6.0

*Nota:* Se aprecia los valores se Slump, temperatura, peso unitario y contenido de aire de concreto fresco.  
 Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15:**

Propiedades del concreto en estado fresco Relación a/c = 0.55

<b>Diseño de Mezcla</b>	<b>Asentamiento (pulg.)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>P.U.C. (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Contenido de Aire (%)</b>
<b>Patrón</b>	4.00	23.0	2,376	2.0
<b>Sika Aer al 0.03%</b>	4.50	23.5	2,391	2.8
<b>Sika Aer al 0.045%</b>	5.00	23.5	2,415	3.9
<b>Sika Aer al 0.06%</b>	5.50	22.0	2,444	5.7

*Nota:* Se aprecia los valores se Slump, temperatura, peso unitario y contenido de aire de concreto fresco.

### 3.2.2. Ensayos en concreto endurecido

Para este estado del concreto, se realizaron ensayos de resistencia al esfuerzo compresivo de testigos cilíndricos de 10 cm x 20 cm de concreto a edades de 03, 07 y 28 días de curado. Asimismo, se realizaron probetas iguales, también a razón de 03 probetas por porcentaje de aditivo Sika Aer, para realizar el ensayo de capacidad de succión capilar o absorptividad de concreto pero solo a la edad de 28 días.

En las tablas 16 y 17 se pueden observar los valores promedio obtenidos de los ensayos de resistencia a compresión a edad de 03, 07 y 28 días,

evidentemente la mejor resistencia al esfuerzo compresivo lo tienen las muestras patrón mientras las probetas con diferentes porcentajes de incorporador de aire mostraron un descenso en esta propiedad en ambas relaciones agua - cemento, para la relación de 0.45 a/c y 0,50 % de plastificante, el porcentaje con mejor comportamiento mecánico a la compresión es el que se encuentra al 0,045 % con una resistencia de 432 kg/cm<sup>2</sup> desarrollada para el día 28 de curado, sin embargo para la relación 0.55 y 0,50 % de plastificante, el menor descenso de resistencia se da con la mezcla al 0,03 % con 385 kg/cm<sup>2</sup>, en ese sentido es importante recalcar que en los antecedentes se encontraron que el porcentaje óptimo fue el cercano al 0,045 %.

**Tabla 16:**

Valores obtenidos de resistencias a la compresión del concreto endurecido con Relación a/c = 0.45

Diseño de Mezcla	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )		
	03 días	07 días	28 días
<b>Patrón</b>	249	326	444
<b>Sika Aer al 0.03%</b>	216	303	420
<b>Sika Aer al 0.045%</b>	219	307	432
<b>Sika Aer al 0.06%</b>	198	291	409

*Nota:* Se muestran los valores promedios de las resistencias a 3 edades diferentes del concreto con diferentes porcentajes de aditivo incorporador de aire

**Tabla 17:**

 Valores obtenidos de resistencias a la compresión del concreto endurecido con Relación  $a/c = 0.55$ 

Diseño de Mezcla	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )		
	03 días	07 días	28 días
<b>Patrón</b>	195	276	406
<b>Sika Aer al 0.03%</b>	175	262	385
<b>Sika Aer al 0.045%</b>	176	239	347
<b>Sika Aer al 0.06%</b>	166	205	272

*Nota:* Se muestran los valores promedios de las resistencias a 3 edades diferentes del concreto con diferentes porcentajes de aditivo incorporador de aire.

También se desarrollaron ensayos de capacidad de succión, para esta propiedad, se ensayaron los tercios centrales de las probetas cortadas que fueron previamente curadas durante 28 días. Este ensayo se extendió durante 8 días, donde fue que se estabilizaron los pesos de las muestras y por tanto los valores de absorción del concreto.

**Tabla 18:**

 Valores de absorción del concreto endurecido con Relación  $a/c = 0.45$ 

Diseño de Mezcla	Absorción Inicial			Absorción Secundaria		
	I mm	S <sub>i</sub> mm / s <sup>0.5</sup>	R <sup>2</sup>	I mm	S <sub>s</sub> mm / s <sup>0.5</sup>	R <sup>2</sup>
<b>Patrón</b>	0.206	0.0012	0.981	0.518	0.0003	0.991
<b>Sika Aer al 0.03%</b>	0.352	0.0018	0.987	0.643	0.0004	0.987
<b>Sika Aer al 0.045%</b>	0.254	0.0012	0.994	0.565	0.0005	0.930

<b>Sika Aer al 0.06%</b>	0.217	0.0010	0.989	0.441	0.0003	0.934
--------------------------	-------	--------	-------	-------	--------	-------

*Nota:* Se muestran los valores de permeabilidad (I) en mm y de los coeficientes de determinación del concreto con 28 días de edad y diferentes porcentajes de aditivo incorporador de aire.

**Tabla 19:**

Valores de absorción del concreto endurecido con Relación  $a/c = 0.55$

Diseño de Mezcla	Absorción Inicial			Absorción Secundaria		
	I	S <sub>i</sub>	R <sup>2</sup>	I	S <sub>s</sub>	R <sup>2</sup>
	mm	mm / s <sup>0.5</sup>		mm	mm / s <sup>0.5</sup>	
<b>Patrón</b>	0.306	0.0015	0.982	0.587	0.0004	0.983
<b>Sika Aer al 0.03%</b>	0.375	0.0020	0.989	0.744	0.0004	0.981
<b>Sika Aer al 0.045%</b>	0.362	0.0020	0.993	0.711	0.0005	0.930
<b>Sika Aer al 0.06%</b>	0.268	0.0013	0.996	0.574	0.0004	0.945

*Nota:* Se muestran los valores de permeabilidad (I) en mm y de los coeficientes de determinación del concreto con 28 días de edad y diferentes porcentajes de aditivo incorporador de aire.

### 3.2.3. Costo de la elaboración de concreto por m<sup>3</sup>

**Tabla 20:**

Análisis de costos de materiales por m<sup>3</sup> de concreto

	Análisis de Costos por m <sup>3</sup> de concreto			
	Patrón	Sika Aer 0.03%	Sika Aer 0.045%	Sika Aer 0.060%
Relación $a/c$ 0.45	S/.360.21	S/.364.72	S/.367.30	S/.369.55
Relación $a/c$ 0.55	S/.301.69	S/.305.56	S/.307.50	S/.309.43

*Nota:* Costo en Soles (S/.) del metro cúbico (m<sup>3</sup>) de concreto con diferentes porcentajes de aditivo incorporador de aire.

Teniendo en cuenta sólo los materiales utilizados en las mezclas estudiadas, en la tabla 20 se aprecia que los costos por m<sup>3</sup> de concreto aumentan en muy pocos soles (S/.) comparado con las muestras patrón. Así la diferencia entre los extremos es de 9.34 S/. y 7.74 S/., es decir un aumento del 2.59% y 2.57% sobre la muestra patrón respectivamente.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Caracterización de agregados

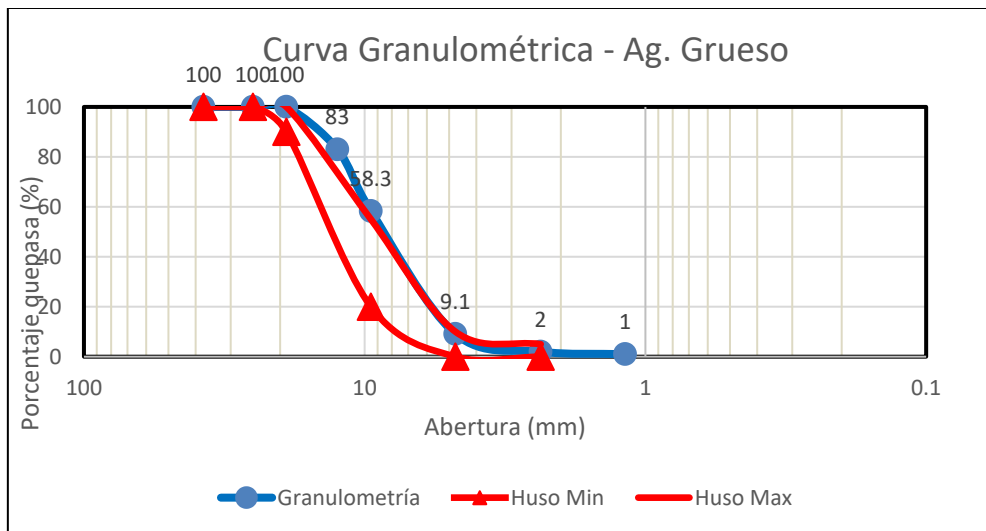
Como se mencionó en el primer capítulo, la normativa que rige esta investigación principalmente son las Normas Técnicas Peruanas (NTP), y se listan a continuación:

- Contenido de humedad bajo la norma NTP. 339.185.
- Análisis granulométrico de los agregados bajo la norma NTP. 400.012.
- Pesos específicos de los agregados bajo la norma NTP. 400.021.
- Absorción de los agregados bajo la norma NTP. 400.022.
- Peso unitario de los agregados bajo la norma NTP400.017.

Del ensayo de granulometría se obtuvieron las siguientes curvas granulométricas.

**Figura 2:**

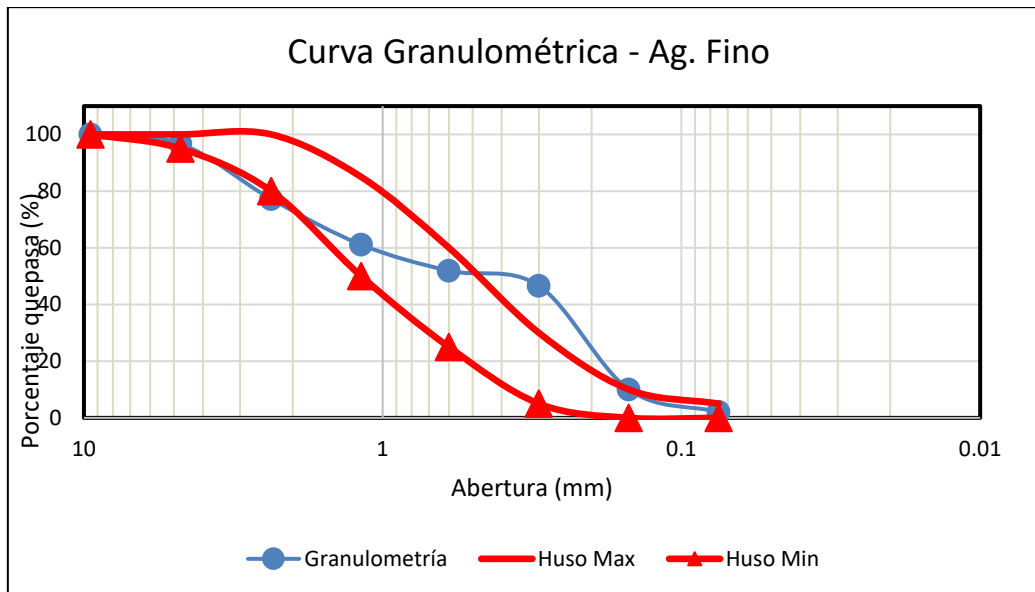
Curva granulométrica Ag. grueso



Nota: Los límites de los husos granulométricos se muestran en color rojo y en azul la granulometría del agregado grueso.

**Figura 3:**

Curva granulométrica Ag. fino



*Nota:* Los límites de los husos granulométricos se muestran en color rojo y en azul la granulometría del agregado fino.

En éstas figuras (2 y 3), se puede apreciar que la mayor parte de la curva granulométrica de ambos agregados se encuentran dentro de los husos de las normas en cuestión; sin embargo, otras porciones menores no, pero por las características que se describirán a continuación se asegura que el concreto es de calidad, por tanto, se valida el uso de estos agregados.

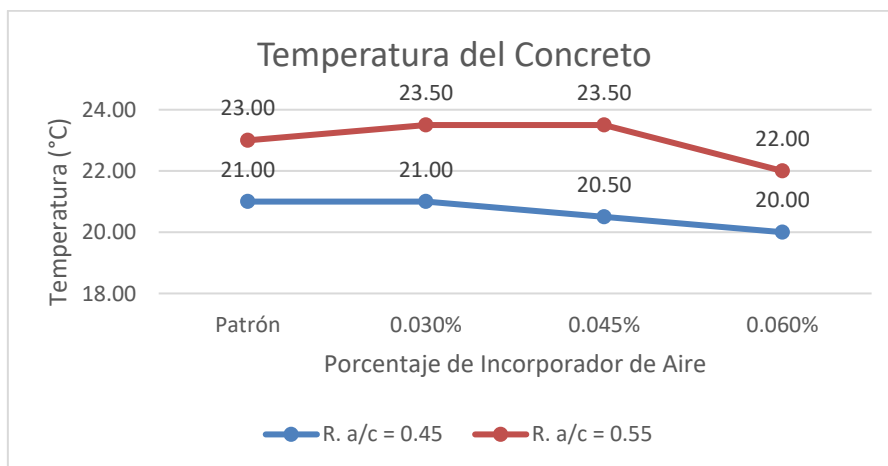
#### 4.2. Concreto en estado fresco

La variación del porcentaje del aditivo incorporador de aire Sika Aer, no influye significativamente en la temperatura (control de temperatura del concreto bajo la norma NTP 339.184) de las mezclas cuya característica común es poseer un 0,5 % de aditivo plastificante, en cambio sí se nota una influencia directa en la fluidez (asentamiento del concreto bajo la norma NTP. 339.035) de dichas mezclas, el peso unitario y el contenido total de aire.

En la tabla 14 y 15 se observa que conforme se agrega mayor porcentaje de aditivo incorporador de aire (0,03 %, 0,045 % y 0,06 %) y no se varía la cantidad de plastificante (0,50 %) se genera un pico en los valores de temperatura, es decir un ascenso y luego un descenso en la temperatura, ambas mezclas mostraron un comportamiento similar, principalmente la que poseía más agua. Por otro lado, la mezcla con mayor temperatura fue la que tenía una relación de agua-cemento de 0.55, con una variación de entre 2 a 3 °C respecto de la mezcla con 0.45 para cada porcentaje. La reacción de hidratación del cemento, al ser exotérmica, libera calor como uno de sus resultados químicos, los que fueron mencionados en el capítulo de bases teóricas. En ese sentido, el hecho de que la mezcla con relación agua-cemento de 0.55 contenga más agua, se traduce en una mayor cantidad de reactantes, lo que genera una mayor cantidad de reacciones químicas de hidratación del cemento y consigo una mayor liberación de calor, por lo que los resultados de esta investigación reflejan esa diferencia de temperaturas entre ambas relaciones.

**Figura 4:**

Temperatura del concreto en estado fresco



*Nota:* Se muestran valores de temperatura normales en el concreto.

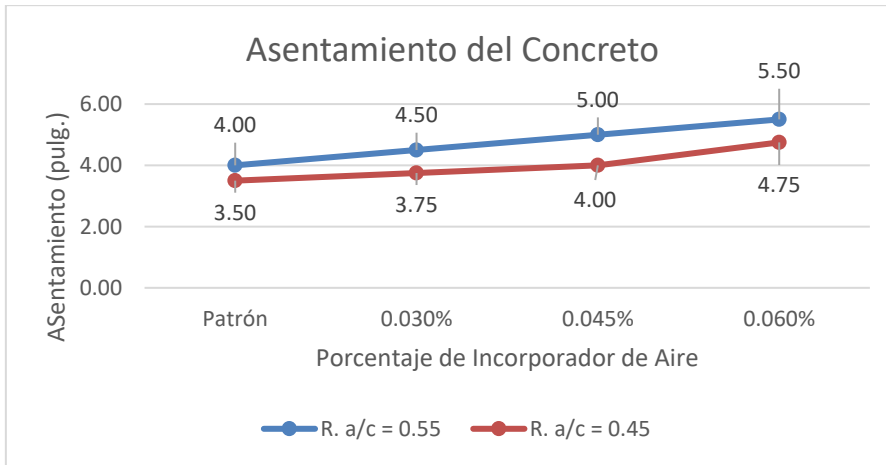


En la figura 4, la mezcla con menor relación agua-cemento, es decir la de 0.45, la temperatura tiene un comportamiento de descenso. Desde los 21 °C para la mezcla patrón, temperatura que se mantiene para el caso de la mezcla con 0,03 % y cuyo descenso comienza a 20.5°C para los 0,045 % y finaliza con 20°C para los 0,06 %. En el caso de la mezcla con relación de 0.55, si existe un pico de temperatura, es decir la mezcla patrón posee 23°C, se eleva a 23.5°C para los porcentajes de 0,03 % y 0,045 % y desciende a 22°C para la de 0,06 %. Las variaciones de temperatura son de un par de grados centígrados por tanto la influencia del aditivo incorporador de aire no es significativa en esta propiedad para este tipo de concreto que contiene un 0,5 % de aditivo plastificante como característica en común.

También, en este estado fresco se realizaron ensayos de slump del concreto. En la tabla 14 y 15 se muestran los valores obtenidos para ambos tipos de relaciones (0.45 y 0.55 respectivamente). Como era de esperar, la mezcla más seca obtuvo valores menores de esta propiedad. En ambos casos el no variar la cantidad de plastificante (0,50 %) pero incrementar el porcentaje de incorporador de aire (0,03 %, 0,045 % y 0,06 %) produjo un aumento del asentamiento del concreto en este estado, es decir tienen una relación directa en los dos escenarios, ya que a mayor porcentaje la mezcla se va volviendo más fluida.

**Figura 5:**

Asentamiento del concreto en estado fresco



*Nota:* Los valores del concreto con aditivo incorporador de aire mostrados superan al valor teórico del diseño de mezcla (3”- 4”).

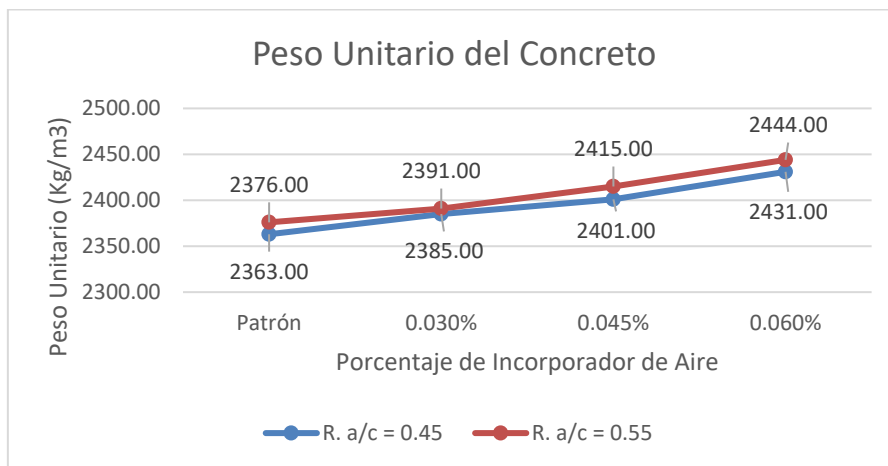
La figura 5 muestra como los valores medidos en pulgadas del asentamiento para ambos tipos de mezcla van en aumento desde 3.5” y 4.0” para las mezclas patrón de las relaciones de 0.45 y 0.55 respectivamente, hasta 4 3/4” y 5 1/2” también respectivamente, que son valores de mezclas bastante trabajables (aún dentro del rango plástico) e incluso esta última ya fluida. La relación de 0.55 mostró un incremento de 1/2” para cada porcentaje. En el caso de la relación de 0.45 el aumento se produjo a una tasa de 1/4” hasta el porcentaje de 0,045 % ya que para el 0,06 % el aumento del valor se dio en 3/4”.

Por otro lado, se encontró otra relación directa entre el porcentaje de incorporador de aire y el peso unitario del concreto (peso unitario del concreto bajo la norma NTP. 339.406). Esto se debe principalmente al uso del aditivo plastificante en un 0,50 % y la fluidez que aporta también el incorporador de aire, a pesar de que este último genera una constelación de burbujas de aire dentro de la mezcla, es decir, aumenta el porcentaje de aire, lo que hace pensar en un concreto que poco a poco se vuelve más

liviano, se obtuvieron mayores pesos por unidad de volumen de las mezclas frescas. Conforme se va agregando el aditivo en mayores porcentajes, las mezclas obtienen mayor fluidez, acomodando mucho más en el mismo espacio sus componentes y los productos de la reacción de hidratación (esto se ve reflejado en la figura 5 de asentamiento del concreto en estado fresco) obteniendo mayor densidad. Ambas relaciones de agua-cemento mostraron un comportamiento similar y las variaciones entre cada porcentaje no exceden ni los  $30 \text{ kg/m}^3$ .

**Figura 6:**

Peso unitario del concreto en estado fresco



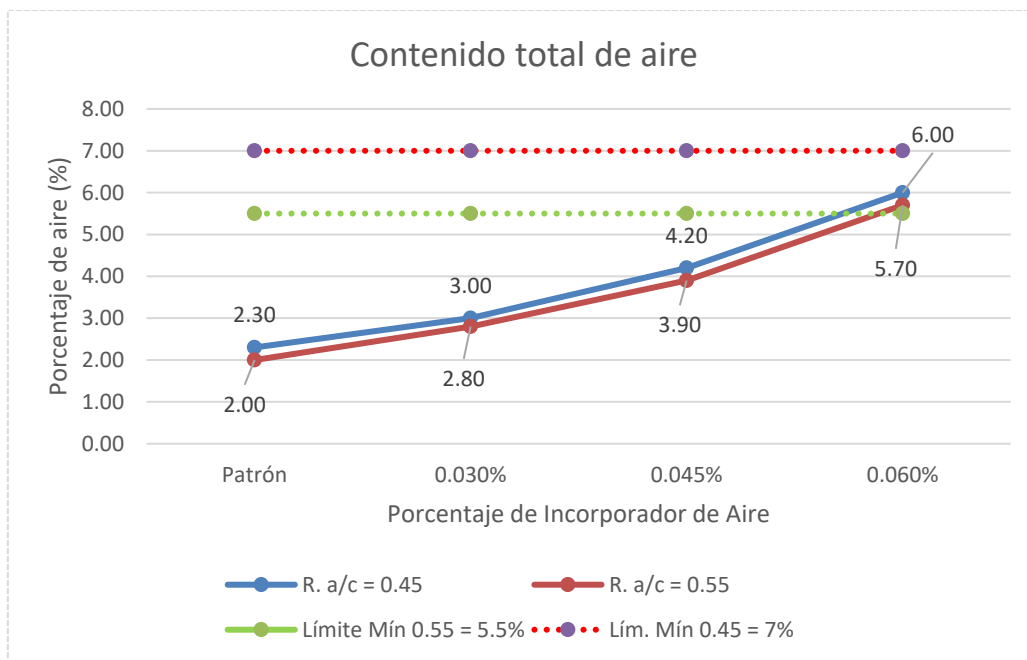
*Nota:* El peso unitario aumenta conforme se coloca mayores porcentajes de aditivo incorporador de aire.

En el caso del contenido total de aire de las mezclas de concreto (contenido total de aire bajo la norma ASTM C231) en estado fresco se puede apreciar en la tabla 14 y 15, que para las mezclas patrón esta propiedad tuvo un valor aproximado de 2 %, lo que es característico de una mezcla convencional, independientemente de la presencia del aditivo que incorpora aire o su grado de compactación. Sin embargo, para las mezclas que si tienen porcentajes del aditivo, si se pueden observar valores que van en aumento y cuyos incrementos también aumentan con el porcentaje, otra relación directa. La diferencia entre los valores de contenido de aire para ambos tipos de mezcla

(0.45 y 0.55) son de aproximadamente 0,3 % si se compara cada porcentaje con su homólogo. La condición adicional sobre contenido total de aire para exposición F2 no se cumplió en este caso por 1,0 %.

**Figura 7:**

Contenido total de aire del concreto en estado fresco



*Nota:* Las muestras patrón tienen valores convencionales de aire, conforme se aumenta el porcentaje de aditivo incorporador de aire, esta propiedad aumenta sustancialmente sus valores.

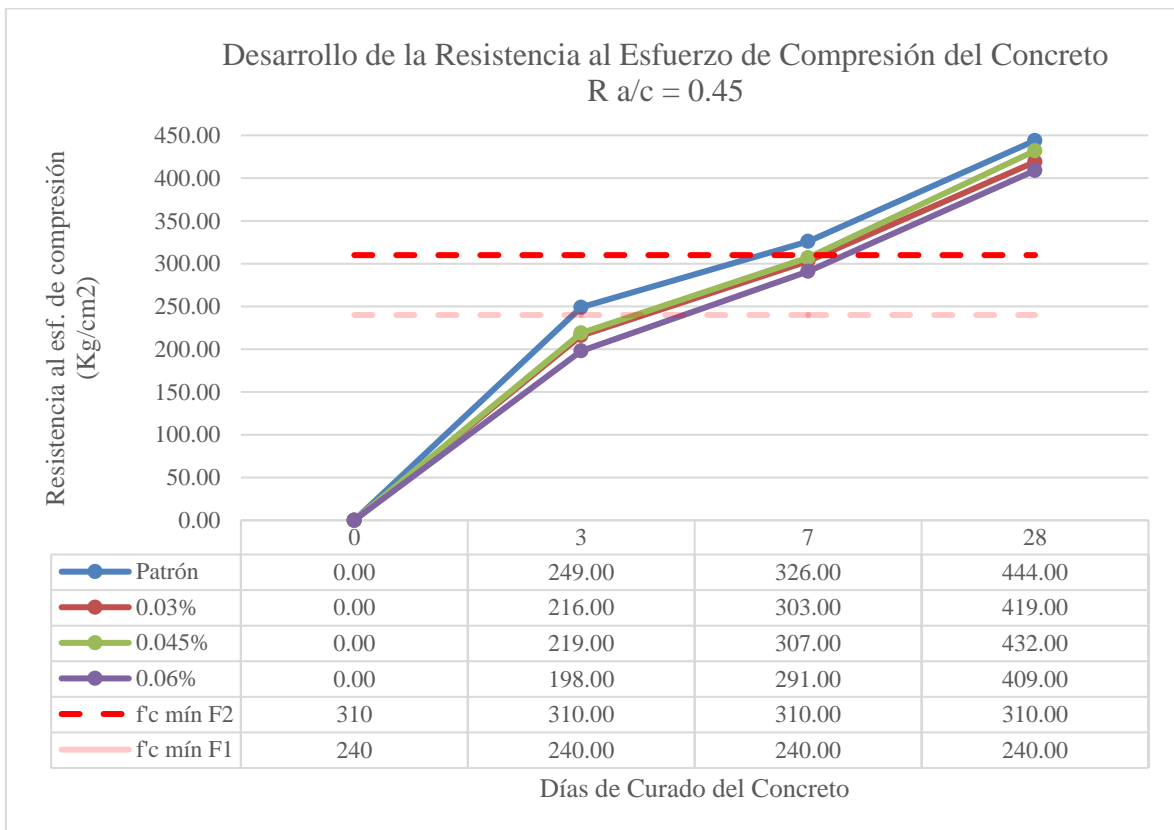
**4.3. Concreto en estado endurecido**

Las edades para los ensayos de resistencia a la compresión fueron a los 03, 07 y 28 días de curado (resistencia a la compresión bajo la norma NTP 339.034). Las tablas 16 y 17 muestran que las mezclas patrón obtuvieron mejores características resistentes, esto debido a que el aditivo incorpora aire y por ende vacíos en la mezcla, pero no lo hace de una forma aleatoria, por el contrario, lo hace con una distribución uniforme y sin interconexiones entre las burbujas de aire incorporadas logrando que la resistencia al esfuerzo de compresión no se vea afectada sustancialmente. La mezcla más seca, es decir la que tiene una relación de agua-cemento de 0.45, obtuvo desarrollo

de resistencias más elevadas, por otro lado, la mezcla con porcentaje de aditivo de 0,045 % mostró la menor reducción de valores para esta propiedad en este caso, ya que para la relación de 0.55, la mejor después de la patrón, fue de 0,03 %. En ambos casos el porcentaje de 0,06 % mostró los valores más bajos.

**Figura 8:**

Desarrollo de las resistencias a la compresión del concreto endurecido en la Relación a/c = 0.45



*Nota:* A los 7 días de edad la resistencia desarrollada del concreto es aproximadamente igual al requisito mínimo establecido por la tabla 6.

En la figura 8 se observa que el porcentaje óptimo en cuanto a desarrollo de resistencia a la compresión fue el de 0,045 %, en todas las edades aunque el porcentaje de 0,03 % siempre tuvo valores bastantes cercanos. En este caso la reducción de resistencia no fue sustancial respecto de la patrón ya que el piso, es decir la mezcla con 0,06 %, solo redujo su resistencia en un 7,88 % respecto de la

patrón, mientras que el óptimo lo hizo solo en un 2,70 % también respecto de la mezcla sin aditivo. Todas las mezclas sobrepasaron los valores estipulados en la norma ACI 318-19 para la condición de exposición F2 donde se requieren 310 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 9:**

Desarrollo de las resistencias a la compresión del concreto endurecido en la Relación a/c = 0.55



*Nota:* A los 7 días de edad la resistencia desarrollada del concreto es aproximadamente igual al requisito mínimo establecido por la tabla 6.

En cuanto a las mezclas con relación agua-cemento de 0.55, la muestra cuya resistencia descendió menos fue la de 0,03 % (a diferencia de la de 0.45 cuyo menor descenso se presentó con el 0,045 % de aditivo) ya que se redujo tan solo en un 4,93 % respecto de la mezcla patrón, mientras que la mezcla con 0,045 % de incorporador de aire, en este caso, se redujo en 14,53 %. Casi

todas las mezclas sobrepasan el requisito del reglamento ACI 318-19 según la clase de exposición F1 a los 7 días con excepción de la mezcla con 0,06 % de aditivo; por otro lado, a los 28 días, todos los tipos de mezcla sobrepasaron el valor mínimo requerido de  $240 \text{ kg/cm}^2$ .

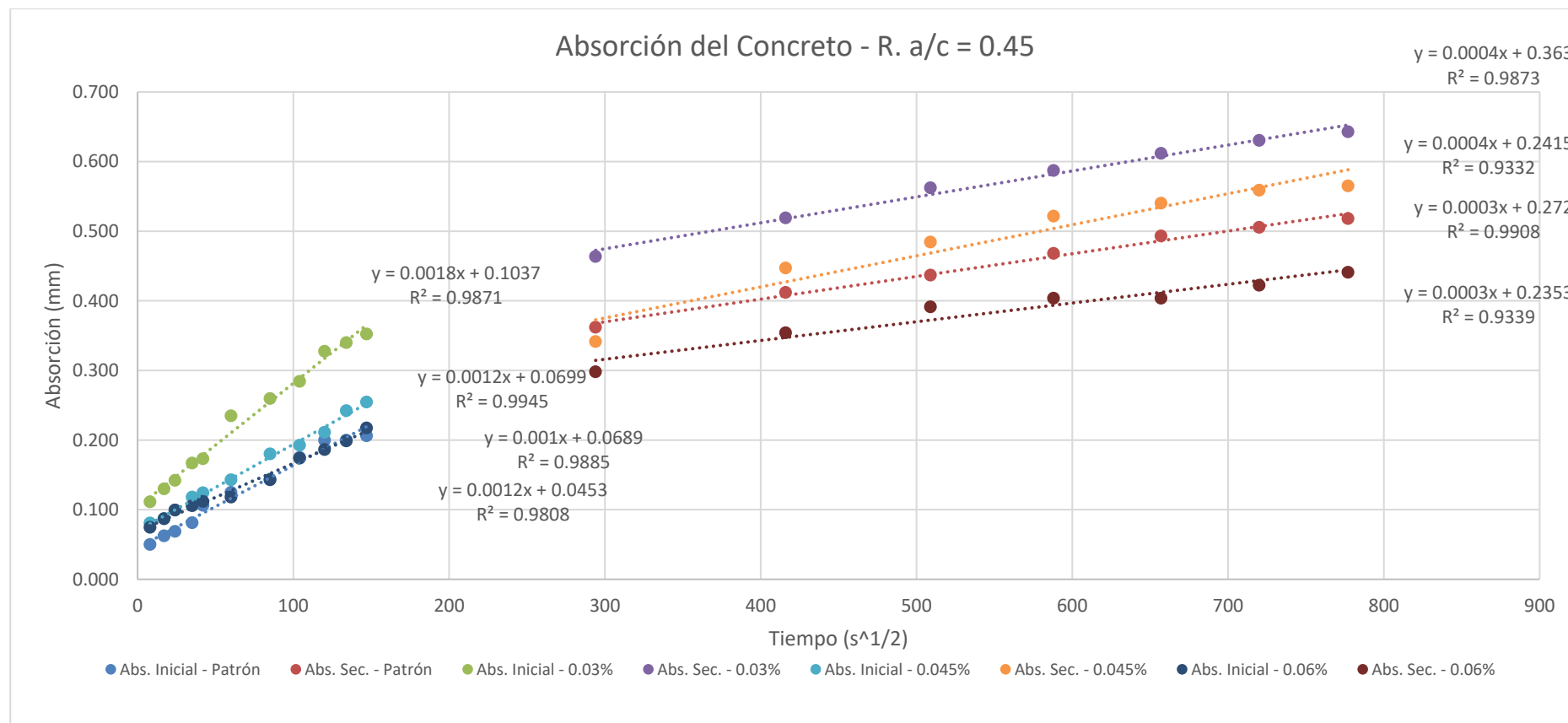
La absorptividad del concreto (succión capilar bajo la norma NTP.339.232) en este escenario es una propiedad sumamente importante, debido a que el agua que entra en el concreto durante los ciclos de exposición al congelamiento y deshielo F1 y F2 es la responsable de las tensiones internas que el concreto experimenta y que reducen su durabilidad.

Las tablas 18 y 19 muestran los valores de absorción inicial y secundaria del concreto en milímetros, allí se pueden ver que las mezclas patrón para ambas relaciones agua-cemento tienen los valores más bajos de las absorptividades, y que al agregar el 0,03 % de aditivo incorporador de aire, esta propiedad aumenta y para los siguientes porcentajes se van reduciendo hasta casi llegar al valor de las mezclas patrón e incluso llegar a un valor por debajo de este.

En la figura 8 y 9 se muestran las ecuaciones de absorptividad del concreto para ambas relaciones agua-cemento, en ambos casos, la absorción mayor la desarrollo el porcentaje de 0,03 % tanto en la etapa inicial como en la secundaria. Sin embargo en la figura 10 para la relación 0.55, los valores de 0,03 % y 0,045 % tienen valores muy cercanos y también los valores de la mezcla patrón con la de 0,06 %. Es importante resaltar que en no todas las figuras de las muestras tienen valores del coeficiente de regresión lineal mayor a 0.98.

**Figura 10:**

Absortividad del concreto en estado endurecido para Relación a/c 0.45

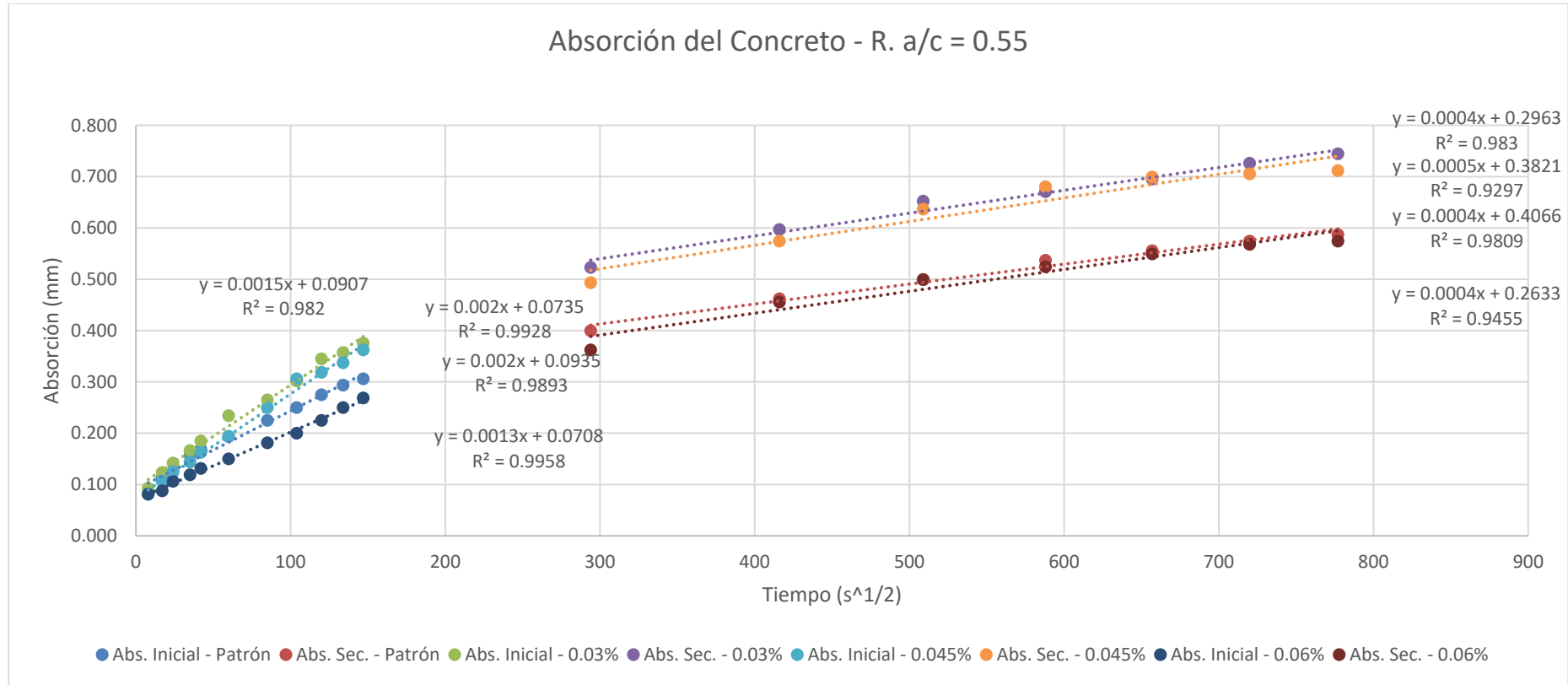


*Nota:* Todas las velocidades de absorción iniciales poseen valores de R<sup>2</sup> mayor a 0.98, por otro lado esto no sucede con las velocidades de absorción secundarias.



**Figura 11:**

Absortividad del concreto en estado endurecido para Relación a/c 0.55



*Nota:* Todas las velocidades de absorción iniciales poseen valores de R<sup>2</sup> mayor a 0.98, por otro lado esto no sucede con las velocidades de absorción secundarias.

#### 4.4. Contraste con antecedentes

García (2017), afirma que el aditivo incorporador de aire si influye de una manera proporcional y directa, y a la vez limitada, en el porcentaje total de aire del concreto. En este caso, coincidimos con el autor, debido a que las muestras, conforme se les agregaba mayores porcentajes de aditivo incorporador de aire, obtenían mayores valores como se puede observar en la figura 7, que van desde los convencionales (2% y 2,3%) para las patrones, hasta valores más elevados (5,7% y 6%), sin embargo en esta investigación no se detectó el límite o porcentaje pico en el que el aditivo hace decaer el contenido total de aire como se refiere al inicio de este párrafo, por lo que una mezcla con mayor dosis de aditivo puede incorporar más aire al concreto, sobre todo a la relación agua-cemento de 0.45, ya que como se detallará más adelante, en esta propiedad, esta relación con el porcentaje de 0.06%, que es el máximo que se utilizó en este caso, no cumplió con el mínimo de la tabla 3 de este informe.

Cruzado y Rivera (2019), encontraron que para una relación agua-cemento de 0.55 y diferentes porcentajes de una de las marcas estudiadas de aditivo incorporador de aire (0,04 %, 0,08 %, 0,12 %, 0,16 %, 0,20 %, 0,24 % y 0,28 %) que utilizaron (Sika Aer), la fluidez del concreto se encontraba en el rango de plástico, es decir obtuvieron valores desde 3” (100 %) para la mezcla patrón hasta casi 5” (153 %) para el porcentaje de 0,28 %, una relación directa proporcional con el porcentaje de aditivo, caracterizada por tener una tendencia lineal creciente. En este caso, también se encontró una relación y tendencia de crecimiento similar entre la fluidez y el porcentaje de incorporador de aire, no sólo para la relación de 0.55 sino también para la de 0.45; sin embargo, el uso del 0,50 % de aditivo plastificante Sika Cem produjo un aumento en esta propiedad de 1” (comparado con el antecedente) en la mezcla patrón de 0.55 superando por 1/2” a la mezcla de 0.45, esto por el plastificante, pero

para la mezcla de 0,06 % ya se pasó del estado plástico llegando rápidamente al fluido. Por otro lado, el contenido total de aire estuvo en condiciones normales para las mezclas patrón de alrededor del 2 % en ambas investigaciones y también aumentaron con el porcentaje del aditivo, sin embargo en este estudio, el incorporador de aire en diferentes porcentajes y el plastificante en 0,5 % en todos los casos, generaron que el aire incorporado si aumentara sustancialmente en cada porcentaje estudiado (ver figura 7), con variaciones de alrededor de 1,20 % de aire del 0,03% al 0,045 % de aditivo y 1,8 % de aire del 0,045 % al 0,06 % de aditivo, valores elevados si se comparan con el caso de este antecedente en el que las variaciones son más pequeñas incorporando 0.5% de aire del 0,04 % al 0,08 % de aditivo; conforme aumentan los porcentajes, las variaciones disminuyen sustancialmente a alrededor de 0,1 % de aire para los porcentajes de 0,20 %, 0,24 % y 0,28 %, tampoco encontraron un pico a partir del cual al agregar aditivo se decaiga el valor del contenido total de aire. Por otro lado, el peso unitario del concreto en estado fresco aumentó obteniendo resultados contrarios al del antecedente, ya que en este, al aumentar el porcentaje del incorporador de aire, se redujo el peso unitario del concreto hasta el 95% de la mezcla patrón para el porcentaje mayor (0.28%) de incorporador de aire, es decir una relación inversa, vale resaltar que en el antecedente se midió el peso unitario en estado endurecido y no fresco como se hizo en esta investigación. La trabajabilidad en este caso, tendió a aumentar, esto se debe a la gran fluidez que se ganó con el plastificante y que aumentó tanto para la relación de 0.45 como la de 0.55, y aumentó más con los diferentes porcentajes del incorporador de aire, es decir otra propiedad con relación directa.

En cuanto a las propiedades en estado endurecido la resistencia al esfuerzo de compresión también se ve afectada y tiene una relación inversa con el porcentaje de

incorporador de aire, sin embargo las probetas del antecedente fueron expuestas además a ciclos de congelamiento y deshielo en un rango de  $-10^{\circ}\text{C}$  hasta  $20^{\circ}\text{C}$  y obtuvieron pérdidas de resistencia al esfuerzo compresivo del orden del 12 % y 10 % para mezclas con dos marcas comerciales de incorporadores de aire. En este caso, a la edad de 28 días de curado se encontró que para la relación de 0.45 existe un pico o porcentaje óptimo, el 0,045 % de incorporador de aire, que redujo esta propiedad en solo un 2,70 % y un aumento del contenido de aire respecto de la mezcla patrón de 1,9 %, la relación de 0.55 si presentó una tendencia de reducción, es decir no se observó un pico, simplemente desde los valores de la mezcla patrón, un descenso, teniendo como menor reducción de resistencia de 4,92 % para el 0,03 % de incorporador de aire y un aumento en el contenido de aire de 0,8 % respecto de la muestra patrón.

Finalmente para la absorptividad del concreto, en este caso aumentó y luego fue reduciéndose, incluso llegando a valores por debajo y muy cercanos a la de la mezcla patrón. En este antecedente se encontró que la absorción del concreto aumentó, mostrando un comportamiento totalmente contrario a lo hallado.

Arias (2020) encontró que el porcentaje óptimo de plastificante fue de 0,9 %, logrando un aumento en las resistencias a la compresión a una edad de 28 días de alrededor de 14,54 % sobre la muestra patrón, mientras que el 0,7 % de plastificante Sika Cem logró desarrollar 3,54 % más que la mezcla patrón. En esta investigación se utilizó el mismo plastificante en un porcentaje de 0,5 % que influyó solamente en la trabajabilidad de las mezclas estudiadas y no directamente en sus características resistentes.

En el punto 1.4.1.4.1 de este documento Zabaleta afirma que los efectos del aditivo incorporador de aire pueden producir el aumento de la fluidez, la disminución de la resistencia y la reducción de la permeabilidad al agua y líquidos en general, lo que se verifica en esta investigación, sin embargo si comparamos la permeabilidad de la muestra patrón con los porcentajes de 0.03% (pico) y 0.045% en ambas relaciones agua-cemento esta propiedad aumentó tanto en la etapa inicial como la secundaria, sin embargo la permeabilidad del porcentaje de 0.06% en ambas relaciones si se redujo incluso más que las patrón, por lo que se coincide con el autor mencionado en cuanto que a partir de el 0.06% de aditivo incorporador de aire la permeabilidad tanto inicial como secundaria tiende a reducirse.

En el punto 1.4.4. de este documento, Rivva afirma que la resistencia del concreto es afectada por el aire incorporado por el aditivo. Y advierte que en el diseño de la mezcla debe contemplarse esto para contrarrestar dichos efectos. Señala además que esta propiedad se reduce en un 5 % por cada 1 % de aire incorporado. Según este criterio, a la edad de 28 días, para la relación agua/cemento de 0.45 la reducción de esta propiedad debería haberse dado en 0,15 %, 0,23 % y 0,30 % respecto de la muestra patrón para los porcentajes de 0,03 %, 0,045 % y 0,06 % respectivamente, sin embargo estas reducciones se dieron en 5,63 %, 2,70 % y 7,88 % también respectivamente. Para la relación agua-cemento de 0.55, la reducción se dió en 4,93 %, 9,60 % y 18,23 % para los mismos porcentajes especificados en la relación 0.45. La primera relación tuvo un valor pico en el porcentaje de 0,045% ya que allí fue en el que menos resistencia se perdió, sin embargo en la relación de 0.55 el porcentaje de reducción fue continuo y se presentó aproximadamente duplicandose con cada 0,015 % de aumento en el porcentaje de aditivo desde el 0,03 % en adelante.

Los requerimientos de la tabla 19.3.2.1 de la norma ACI 318-19 en cuanto a las resistencias al esfuerzo de compresión y relaciones agua-cemento fueron cumplidas cabalmente, esto se puede apreciar en las figuras 7 y 8, donde las exposiciones F1 y F2 requieren 0.55 y 0.45 como relaciones máximas de agua-cemento y 24 y 31 MPa como resistencias al esfuerzo de compresión respectivamente; sin embargo no se cumple con la tabla 19.3.3.1 que exige para esta granulometría, con tamaño máximo nominal (TMN) de 12.5 mm un contenido de aire total de 5,50 % para la exposición F1 y 7,0 % para la exposición F2. En este caso, los valores de contenido de aire total encontrados para las mezclas óptimas en cuanto a resistencias refiere, esto es 0,045 % para la relación 0.45 y 0,03 % para la relación 0.55 fueron de 4,20 % y 2,80 % respectivamente, por lo que estos requisitos que están relacionados directamente con la durabilidad frente a ciclos congelamiento y deshielo del concreto no han sido cumplidos, y son importantes porque son los espacios que liberan a la pasta de las tensiones internas generadas por el aumento del volumen del agua que ingresa en el concreto producto de su exposición a estos fenómenos. Estos requisitos de contenido total de aire y resistencias a la compresión son similares a los establecidos por la norma E.060 Concreto Armado del RNE para la durabilidad del concreto en caso de ser expuesto de forma leve, moderada y severa a ciclos de hielo y deshielo.

#### **4.5. Estadística de investigación**

##### Distribución normal

Se realizó el análisis de la distribución normal de los resultados a 03, 07 y 28 días del concreto patrón y sus variantes al 0,03 %, 0,045 % y 0,06 % de Sika Aer y

con relación a/c 0.45 y 0.55 respectivamente, en donde p value (sig.) es mayor  $> 0.05$

los resultados presentan una distribución normal.

Ho: No presenta una distribución normal  $\rightarrow p < 0.05$

Hi: Presenta una distribución normal  $\rightarrow p > 0.05$

**Tabla 21:**

Prueba de distribución normal para valores de Resistencia a la compresión Relación a/c = 0.45

<b>Prueba de Distribución normal – Relación a/c 0.45</b>			
<b>Shapiro Wilk</b>			
<b>Descripción</b>	Significancia	Significancia	Significancia
	a 03 días	a 07 días	a 28 días
<b>Concreto Patrón</b>	0.780	0.726	1.000
<b>0.03% Sika Aer</b>	0.420	0.529	0.612
<b>0.045% Sika Aer</b>	0.363	0.806	0.537
<b>0.06% Sika Aer</b>	0.075	0.637	0.073

*Nota:* Se realizó la prueba de Distribución Normal de Shapiro –Wilk en los resultados de resistencia a la compresión de las probetas elaboradas con la relación a/c de 0.45 estableciendo un  $p > 0.05$  para corroborar dicha distribución.

**Tabla 22:**

Prueba de distribución normal para valores de Resistencia a la compresión Relación a/c = 0.55

<b>Prueba de Distribución normal – Relación a/c 0.55</b>			
<b>Shapiro Wilk</b>			
<b>Descripción</b>	Significancia	Significancia	Significancia
	a 03 días	a 07 días	a 28 días
<b>Concreto Patrón</b>	0.830	0.780	0.637
<b>0.03% Sika Aer</b>	0.363	0.652	0.085
<b>0.045% Sika Aer</b>	0.890	0.726	0.637

<b>0.06% Sika Aer</b>	0.067	0.085	0.637
-----------------------	-------	-------	-------

*Nota:* Se realizó la prueba de Distribución Normal de Shapiro –Wilk en los resultados de resistencia a la compresión de las probetas elaboradas con la relación a/c de 0.55 estableciendo un  $p > 0.05$  para corroborar dicha distribución

### Confiabilidad

Se realizó el análisis de la confiabilidad mediante la prueba de Alpha de Cronbach, para los resultados de resistencia a la compresión, recordando que Kaplan y Sacuzzo (en Hogan, 2004) señalan que la confiabilidad en rango del 70% y 80% es lo suficientemente buena para cualquier propósito de investigación.

### Tabla 23:

Análisis de confiabilidad para valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.45

<b>Análisis de la Confiabilidad Relación a/c 0.45</b>			
<b>Alpha de Cronbach</b>			
<b>Casos</b>	Válido	12	100 %
	Total	12	0 %
	Número de Elementos	12	100 %
<b>Resultado</b>	Alpha de Cronbach	0.930	

*Nota:* Se observa que la confiabilidad de los resultados de las resistencias a la compresión con relación agua/cemento de 0.45 es mayor al 75%, por lo que se valida la fiabilidad de estos.

### Tabla 24:

Análisis de confiabilidad para valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.55

<b>Análisis de la Confiabilidad Relación a/c 0.55</b>			
<b>Alpha de Cronbach</b>			
<b>Casos</b>	Válido	12	100 %
	Total	12	0 %
	Número de Elementos	12	100 %



---

<b>Resultado</b>	<b>Alpha de Cronbach</b>	<b>0.813</b>
------------------	--------------------------	--------------

---

*Nota:* Se observa que la confiabilidad de los resultados de las resistencias a la compresión con relación agua/cemento de 0.55 es mayor al 75%, por lo que se valida la fiabilidad de estos.

Se realizó el análisis de la varianza en el cual se evaluó el impacto de la adición de Sika Aer en la resistencia a la compresión, ya que es una de las propiedades más importantes del concreto, el análisis se realizó a edades de 03, 07 y 28 días y con relaciones a/c 0.45 y 0.55.

**Tabla 25:**

Análisis de varianza de valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.45 a edad de 3 días

<b>Análisis de la Varianza a 03 Días del concreto R a/c 0.45</b>				
<b>Datos</b>	N	1	2	3
<b>0,06 % Sika Aer</b>	3	198.00		
<b>0,03 % Sika Aer</b>	3		216.33	
<b>0,045 % Sika Aer</b>	3		219.00	
<b>Concreto Patrón</b>	3			249.33

*Nota:* Se observa que las medias se subdividen en tres grupos, el mejor impacto a 03 días, se da en el concreto de 0.03 y 0.045% ya que estos porcentajes son los que menos afectan en la pérdida de resistencia a la compresión de la muestra patrón con relación agua/cemento de 0.45.

**Tabla 26:**

Análisis de varianza de valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.45 a edad de 7 días

<b>Análisis de la Varianza a 07 Días del concreto R a/c 0.45</b>				
<b>Datos</b>	N	1	2	3

<b>0,06 % Sika Aer</b>	3	291.00	
<b>0,03 % Sika Aer</b>	3	303.33	303.33
<b>0,045 % Sika Aer</b>	3		307.00
<b>Concreto Patrón</b>	3		326.33

*Nota:* Se observa que las medias se subdividen en tres grupos, el mejor impacto a 07 días, se da en el concreto de 0.03 y 0.045% ya que estos porcentajes son los que menos afectan en la pérdida de resistencia a la compresión de la muestra patrón con relación agua/cemento de 0.45.

**Tabla 27:**

Análisis de varianza de valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.45 a edad de 28 días

<b>Análisis de la Varianza a 28 Días del concreto R a/c 0.45</b>				
<b>Datos</b>	<b>N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
<b>0,06 % Sika Aer</b>	3	409.00		
<b>0,03 % Sika Aer</b>	3	419.33		
<b>0,045 % Sika Aer</b>	3	432.00		432.00
<b>Concreto Patrón</b>	3			444.00

*Nota:* Se observa que las medias se subdividen en dos grupos, el mejor impacto a 28 días, se da en el concreto de 0.045% ya que este porcentaje es el que menos afecta en la pérdida de resistencia a la compresión de la muestra patrón con relación agua/cemento de 0.45.

**Tabla 28:**

Análisis de varianza de valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.55 a edad de 3 días

<b>Análisis de la Varianza a 03 Días del concreto R a/c 0.55</b>					
<b>Datos</b>	<b>N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	

<b>0,06 % Sika Aer</b>	3	165,66	
<b>0,045 % Sika Aer</b>	3		175,00
<b>0,03 % Sika Aer</b>	3		176,33
<b>Concreto Patrón</b>	3		194,66

*Nota:* Se observa que las medias se subdividen en tres grupos, el mejor impacto a 03 días, se da en el concreto de 0.03% y 0.045% ya que este porcentaje es el que menos afecta en la pérdida de resistencia a la compresión de la muestra patrón con relación agua/cemento de 0.55.

**Tabla 29:**

Análisis de varianza de valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.55 a edad de 7 días.

<b>Análisis de la Varianza a 07 Días del concreto R a/c 0.55</b>					
<b>Datos</b>	<b>N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>0,06 % Sika Aer</b>	3	205.33			
<b>0,045 % Sika Aer</b>	3		239.33		
<b>0,003 % Sika Aer</b>	3			262.33	
<b>Concreto Patrón</b>	3				276.33

*Nota:* Se observa que las medias se subdividen en cuatro grupos, el mejor impacto a 07 días, se da en el concreto de 0.03% ya que este porcentaje es el que menos afecta en la pérdida de resistencia a la compresión de la muestra patrón con relación agua/cemento de 0.55.

**Tabla 30:**

Análisis de varianza de valores de resistencia a la compresión Relación a/c = 0.55 a edad de 28 días

<b>Análisis de la Varianza a 28 Días del concreto R a/c 0.55</b>					
<b>Datos</b>	<b>N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

---

<b>0.06% Sika Aer</b>	3	272.66	
<b>0.045% Sika Aer</b>	3	347.33	
<b>0.003% Sika Aer</b>	3	386.00	
<b>Concreto Patrón</b>	3	406.33	

---

*Nota:* Se observa que las medias se subdividen en cuatro grupos, el mejor impacto a 28 días, se da en el concreto de 0.03% ya que este porcentaje es el que menos afecta en la pérdida de resistencia a la compresión de la muestra patrón con relación agua/cemento de 0.55.

#### 4.6. Limitaciones

La investigación se vio limitada porque las velocidades de succión secundarias de las mezclas con porcentajes de 0.045% y 0.06% de aditivo incorporador de aire en ambas relaciones agua-cemento (0.45 y 0.55) no presentaron un comportamiento lineal, ya que los valores del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) en dichos porcentajes están por debajo de 0.98, como lo precisa la norma NTP 339.232, por tanto no pudieron ser determinadas así como se detalla en dicho documento.

#### 4.7. Conclusiones

- El incorporador de aire influye directamente en casi todas las propiedades físicas e inversamente en las propiedades mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022 ya que, con excepción de la permeabilidad y la temperatura, las primeras aumentan sus valores conforme se incrementa el porcentaje del aditivo, por otro lado, en las propiedades mecánicas, se reducen, esto se debe a los dos efectos principales del incorporador en la mezcla, el aumento de la trabajabilidad en el estado fresco y la incorporación intencional de burbujas de aire

en el mismo estado, manteniendo una buena distribución en la matriz del concreto endurecido.

- Se realizaron los diseños de mezcla con variaciones en el aditivo incorporador de aire Sika Aer de 0,03 %, 0,045 % y 0,06 % y concreto patrón para las relaciones a/c de 0.45 y 0.55 y 0,50 % de aditivo plastificante Sika Cem (ver tablas 09 a la 12) de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022, las que fueron elaboradas a partir de las características de los agregados utilizados y los requisitos establecidos en la Tabla 6 (fragmento de tabla 19.3.2.1 del ACI 318-19) según la clase de exposición (F1 y F2) mediante el Método ACI 211, logrando mezclas de concreto que mantuvieron constante su peso unitario teórico a pesar de la variación del aditivo incorporador de aire en cada relación agua-cemento usadas (0.45 y 0.55).
- Se determinó que no existe una influencia significativa del incorporador de aire en sus porcentajes estudiados en la temperatura de las mezclas, a pesar de que se encontró un descenso en las temperaturas de 1°C en ambos extremos (patrón y 0,06 % de incorporador) estas pequeñas variaciones pueden deberse a la baja concentración utilizada de los aditivos.
- Las mezclas, en todos los casos presentaron una relación directa entre el incorporador de aire y sus asentamientos, partiendo del valor teórico (3 - 4") en las mezclas patrón y llegando a valores bastante trabajables (4 ¾" y 5 ½" para relaciones a/c 0.45 y 0.55 respectivamente en 0,06 % de incorporador de aire) incluso fluida.
- Las mezclas, en todos los casos presentaron una relación directa entre el incorporador de aire y sus pesos unitarios en estado fresco, esto se debe a la fluidez de dichas mezclas ya que el aditivo Sika Aer le proporciona un mayor asentamiento que el

obtenido sólo por el Sika Cem plastificante, por esto los valores en esta propiedad de la relación  $a/c = 0.55$  son mayores a los de 0.45 porque esta última es más seca.

- El aditivo incorporador de aire Sika Aer influye directamente en el contenido total de aire de las mezclas ya que partiendo en las mezclas patrón desde los valores muy cercanos al teórico (2,50%) de 2,0 % y 2,3 % aumentaron proporcionalmente con el porcentaje de incorporador de aire (0,06%) hasta 5,7 % y 6,0 % (relación agua/cemento 0.55 y 0.45 respectivamente).
- Se determinó que el agregar aditivo incorporador de aire Sika Aer influye en la resistencia al esfuerzo compresivo de las mezclas endurecidas de una forma inversa a su porcentaje, principalmente en las mezclas con relación  $a/c = 0.55$  (exposición F1), esto debido a que al aumentar el contenido de aire, que son espacios vacíos o burbujas de aire en el concreto, la matriz de este pierde densidad y por tanto resistencia a los esfuerzos de compresión ya que el área de la sección transversal a la carga aplicada se ve reducida, por tanto produce ese efecto, sin embargo el descenso no es sustancial por la forma, el tamaño y la distribución de la constelación de burbujas que el aditivo logra incorporar.
- El incorporador de aire aumenta la succión capilar del concreto hasta cierto punto, a partir del cual al lograrse un pico empiezan a descender los valores de esta propiedad, incluso llegando a valores de las mezclas patrón, conforme se agrega mayor porcentaje de aditivo incorporador de aire.
- Una de las mezclas cumplió con todos los requisitos del reglamento ACI 318-19 (ver tablas 3, 5 y 6) de acuerdo a su clase de exposición al congelamiento y deshielo, y la otra, solo incumplió con su contenido total de aire. Por un lado, en ambas relaciones  $a/c$  (0.45 y 0.55) y en todos los porcentajes de aditivo incorporador de aire Sika Aer incluyendo las mezclas patrón, para la edad de los 07 días del concreto, las

- resistencias al esfuerzo compresivo se encontraron bastante cercanas a los valores mínimos estipulados en la tabla 6 (Fragmento de tabla 19.3.2.1 del Reglamento ACI318-19 - Requisitos para el concreto según clase de exposición), en algunos casos dichos valores ( $240 \text{ Kg/cm}^2$  para la exposición F1 y  $310 \text{ kg/cm}^2$  para la exposición F2) fueron sobrepasados. Para los 28 días, todas las mezclas cumplieron con este requisito sobrepasándolo sustancialmente. Por otro lado, el concreto con requisitos para exposición F2 no alcanzó el mínimo estipulado (7,0 %) de la tabla 3 en cuanto al contenido total de aire. Los valores obtenidos de esta propiedad fueron de 6,0 % para la relación  $a/c = 0.45$  (exposición F2) y 5.7% para la relación  $a/c = 0.55$  (exposición F1), así no se cumplió con este requisito por un 1,0 % en el primer caso.
- La mezcla óptima para el caso de exposición F1 (relación  $a/c$  de 0.55) es la de 0,06 % de aditivo incorporador de aire Sika Aer ya que cumplió con el contenido de aire y la resistencia al esfuerzo compresivo, con una holgura de 0,2 % para el primer requisito y otra holgura de 13,75 % para el segundo. De forma similar, para la exposición F2 (relación  $a/c$  de 0.45), a pesar de que los porcentajes de 0,03 % y 0,045 % obtuvieron mayores resistencias a la de 0,06 %, incluyendo la patrón, fue ésta la mezcla que más se acercó a el 7,0 % de contenido total de aire requerido faltándole solamente 1,0% y superando la mínima resistencia a la compresión en un 30,94%, por lo que es mezcla óptima para este tipo de exposición.
  - Se analizó los costos por  $\text{m}^3$  de concreto de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2 en Trujillo 2022, obteniendo valores en aumento progresivo en ambos tipos de exposición y unas diferencias entre los extremos (mezcla patrón y 0,06 % de incorporador de aire) de S/. 9.34 para la clase F2 y S/. 7.74 para la F1.

#### 4.8. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios de las diferentes canteras locales con el objetivo de hallar un material correctamente gradado que permita que el concreto diseñado posea mejores características físicas y mecánicas tanto en estado fresco como endurecido.
- Como futura línea de investigación se recomienda investigar la mismas clases de exposición con las mismas relaciones y porcentajes de aditivos tanto incorporador de aire y plastificante pero variando el tamaño de los agregados.
- Como futura línea de investigación se recomienda investigar para el caso de exposición F2 el agregar porcentajes mayores de aditivo incorporador de aire Sikacem para poder cumplir con el requisito de contenido total de aire ya que en este caso sólo se cumplió con el requisito de resistencia al esfuerzo de compresión.
- Como futura línea de investigación se recomienda investigar la influencia de los ciclos de congelamiento y deshielo sobre las propiedades del concreto con incorporador de aire y plastificante.
- Como futura línea de investigación se recomienda investigar la influencia del curado del concreto con agua durante los ciclos de congelamiento y deshielo sobre las propiedades del concreto con incorporador de aire y plastificante.
- Se recomienda, como futura línea de investigación, realizar diseños de concreto considerando un porcentaje fijo de aditivo plastificante en un menor porcentaje, e ir variando el aditivo incorporador de aire, para poder determinar cómo este influye en las propiedades estudiadas en la presente investigación.



## Referencias

- Arias Rojas, A. A. (2020). *Adición del SikaCem® Plastificante para mejorar los aspectos técnicos y económicos del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$* , Lima 2020. Lima: Universidad César Vallejo.
- Avendaño Rodríguez, E. (2006). *Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Cati Zea, H. A. (2022). *Diseño concreto durable 280 Kg/cm<sup>2</sup> para climas gélidos utilizando cemento tipo IP con aditivo incorporador de aire Juliaca Puno 2022*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Cruzado de la Cruz, H. Y., & Rivera Chuñe, B. (2019). *Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario, y compresión del concreto a bajas temperaturas*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Diego Sánchez de Guzmán. (s.f.). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogota: Universidad Militar Nueva Granada.
- García Millar, V. H. (2017). *Porcentaje de aire incorporado en el hormigón y su efecto en el desempeño*. Santiago: Universidad Andrés Bello.
- George, D. &. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Boston: Allyn & Bacon.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. México: Portland Cement Association.
- Machaca Colque, W. D. (2017). *Incidencia de los aditivos incorporadores de aire en la resistencia del concreto en climas de baja temperatura de la provincia El Collao - 2017*. Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Páez Moreno, D. F., Leal Moreno, V. E., & Restrepo Burgos, M. (2009). Influencia de los ciclos hielo-deshielo en la resistencia del concreto (Caso Tunja) . *Ingenierías Universidad de Medellín*, 95.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Temas de la Tecnología del concreto*. Lima: Colegio de Ingenieros del Peru.
- Rivva Lopez, E. (2007). *Durabilidad y Patología del concreto*. Lima: Instituto de Construcción y Gerencia.
- Rodríguez Custodio, A. (2018). *Beneficios al incorporar aditivo plastificante e incorporador de aire en el concreto en la ejecución de proyectos de pistas y veredas del distrito de Vicco-Pasco*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Romero Mendoza, H. L. (2011). *Deterioro del Hormigón sometido a ensayos acelerados de hielo-deshielo en presencia de cloruros*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

- Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bogotá: Bhandar Editores.
- Sika Building Trust. (2021). *SikaCem Plastificante*. Lima: Sika Peru.
- Tagle Arizaga, A. F., & Zapana Matheus, L. K. (2017). *Evaluación del deterioro del concreto con contenidos variables de aire incorporado y fibras de polipropileno sometido a congelamiento a edades tempranas*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Villafuerte Salas, H. E. (2019). *Curado y protección del concreto en climas fríos para evaluar el desempeño mecánico del pavimento rígido en la Carretera Oyon-Ambo 2019*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Yovera Paredes, K. K. (2020). *Características y especificaciones de un sistema de refrigeración para climatización de pozas de almacenamiento de una planta de harina de pescado*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Zabaleta G., H. (1988). *Compendio de Tecnología del Hormigón*. Santiago : Insituto Chileno del Cemento y del Hormigón.

### Anexos

#### 1. Diseño de mezcla del concreto patrón y variantes

##### Dosificación del Concreto Patrón (Grupo de control) R a/c = 0.45

<b>Materiales</b>	<b>%</b>	<b>Peso Seco (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Húmedo (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tanda 30 L</b>
<b>Cemento Pacasmayo MS Tipo I</b>	<b>1</b>	<b>480</b>		<b>480</b>		<b>16.80</b>
<b>Material Cementante:</b>		<b>480</b>	<b>0.1633</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>16.80</b>
<b>Agua</b>		<b>216</b>	<b>0.2160</b>	<b>221</b>	<b>216</b>	<b>7.75</b>
<b>Agregado Fino - Cantera El Milagro</b>		<b>484</b>	<b>0.1953</b>	<b>487</b>	<b>490</b>	<b>17.05</b>
<b>Agregado Grueso - Cantera El Milagro</b>		<b>964</b>	<b>0.3985</b>	<b>965</b>	<b>973</b>	<b>33.79</b>
<b>Sikacem Plastificante</b>	<b>0.5%</b>	<b>2.40</b>	<b>0.0019</b>	<b>2.40</b>	<b>2.40</b>	<b>0.084</b>
<b>Sika Aer</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>
<b>Aire Atrapado</b>	<b>2.50%</b>		<b>0.0250</b>			
<b>Total</b>	<b>1.00</b>	<b>2147</b>	<b>1.0000</b>	<b>2156</b>	<b>2161</b>	<b>75.470</b>

**Dosificación del Concreto + 0.030% SikaAer R a/c = 0.45**

<b>Materiales</b>	<b>%</b>	<b>Peso Seco (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Húmedo (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tanda 30 L</b>
<b>Cemento Pacasmayo MS Tipo I</b>	<b>1</b>	<b>480</b>		<b>480</b>		<b>16.80</b>
<b>Material Cementante:</b>		<b>480</b>	<b>0.1633</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>16.80</b>
<b>Agua</b>		<b>216</b>	<b>0.2160</b>	<b>221</b>	<b>216</b>	<b>7.75</b>
<b>Agregado Fino - Cantera El Milagro</b>		<b>484</b>	<b>0.1951</b>	<b>487</b>	<b>489</b>	<b>17.04</b>
<b>Agregado Grueso - Cantera El Milagro</b>		<b>964</b>	<b>0.3985</b>	<b>965</b>	<b>973</b>	<b>33.79</b>
<b>Sikacem Plastificante</b>	<b>0.5%</b>	<b>2.40</b>	<b>0.0020</b>	<b>2.40</b>	<b>2.40</b>	<b>0.084</b>
<b>Sika Aer</b>	<b>0.03%</b>	<b>0.14</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.14</b>	<b>0.14</b>	<b>0.005</b>
<b>Aire Atrapado</b>	<b>2.50%</b>		<b>0.0250</b>			
<b>Total</b>	<b>1.00</b>	<b>2147</b>	<b>1.0000</b>	<b>2156</b>	<b>2161</b>	<b>75.460</b>

**Dosificación del Concreto + 0.045% SikaAer R a/c = 0.45**

<b>Materiales</b>	<b>%</b>	<b>Peso Seco (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Húmedo (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tanda 30 L</b>
<b>Cemento Pacasmayo MS Tipo I</b>	<b>1</b>	480		<b>480</b>		<b>16.80</b>
<b>Material Cementante:</b>		480	0.1633	<b>480</b>	480	<b>16.80</b>
<b>Agua</b>		216	0.2160	<b>221</b>	216	<b>7.75</b>
<b>Agregado Fino Cantera El Milagro</b>	<b>-</b>	484	0.1950	<b>487</b>	489	<b>17.04</b>
<b>Agregado Grueso Cantera El Milagro</b>	<b>-</b>	964	0.3985	<b>965</b>	973	<b>33.79</b>
<b>Sikacem Plastificante</b>	<b>0.5%</b>	2.40	0.0020	2.40	2.40	0.084
<b>Sika Aer</b>	<b>0.045%</b>	0.22	0.0002	0.22	0.22	0.008
<b>Aire Atrapado</b>	<b>2.50%</b>		0.0250			
<b>Total</b>	<b>1.00</b>	<b>2147</b>	<b>1.0000</b>	<b>2156</b>	<b>2161</b>	<b>75.45</b>

**Dosificación del Concreto + 0.060% SikaAer R a/c = 0.45**

<b>Materiales</b>	<b>%</b>	<b>Peso Seco (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Húmedo (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tanda 30 L</b>
<b>Cemento Pacasmayo MS Tipo I</b>	<b>1</b>	<b>480</b>		<b>480</b>		<b>16.80</b>
<b>Material Cementante:</b>		<b>480</b>	<b>0.1633</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>16.80</b>
<b>Agua</b>		<b>216</b>	<b>0.2160</b>	<b>221</b>	<b>216</b>	<b>7.75</b>
<b>Agregado Fino - Cantera El Milagro</b>		<b>484</b>	<b>0.1950</b>	<b>486</b>	<b>489</b>	<b>17.02</b>
<b>Agregado Grueso - Cantera El Milagro</b>		<b>964</b>	<b>0.3985</b>	<b>965</b>	<b>973</b>	<b>33.79</b>
<b>Sikacem Plastificante</b>	<b>0.5%</b>	<b>2.40</b>	<b>0.0020</b>	<b>2.40</b>	<b>2.40</b>	<b>0.084</b>
<b>Sika Aer</b>	<b>0.06%</b>	<b>0.29</b>	<b>0.0003</b>	<b>0.29</b>	<b>0.29</b>	<b>0.01</b>
<b>Aire Atrapado</b>	<b>2.50%</b>		<b>0.0250</b>			
<b>Total</b>	<b>1.00</b>	<b>2147</b>	<b>1.0000</b>	<b>2156</b>	<b>2161</b>	<b>75.45</b>

**Dosificación del Concreto Patrón (Grupo de control) R a/c = 0.55**

<b>Materiales</b>	<b>%</b>	<b>Peso Seco (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Húmedo (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tanda 30 L</b>
<b>Cemento Pacasmayo MS Tipo I</b>	<b>1</b>	<b>393</b>		<b>393</b>		<b>13.76</b>
<b>Material Cementante:</b>		<b>393</b>	<b>0.1337</b>	<b>393</b>	<b>393</b>	<b>13.76</b>
<b>Agua</b>		<b>216</b>	<b>0.2160</b>	<b>221</b>	<b>216</b>	<b>7.73</b>
<b>Agregado Fino - Cantera El Milagro</b>		<b>559</b>	<b>0.2252</b>	<b>562</b>	<b>565</b>	<b>19.67</b>
<b>Agregado Grueso - Cantera El Milagro</b>		<b>964</b>	<b>0.3985</b>	<b>965</b>	<b>973</b>	<b>33.79</b>
<b>Sikacem Plastificante</b>	<b>0.5%</b>	<b>1.97</b>	<b>0.0016</b>	<b>1.97</b>	<b>1.97</b>	<b>0.069</b>
<b>Sika Aer</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>
<b>Aire Atrapado</b>	<b>2.50%</b>		<b>0.0250</b>			
<b>Total</b>	<b>1.00</b>	<b>2134</b>	<b>1.0000</b>	<b>2143</b>	<b>2161</b>	<b>75.01</b>

**Dosificación del Concreto + 0.030% SikaAer R a/c = 0.55**

<b>Materiales</b>	<b>%</b>	<b>Peso Seco (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Húmedo (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tanda 30 L</b>
<b>Cemento Pacasmayo MS Tipo I</b>	<b>1</b>	<b>393</b>		<b>393</b>		<b>13.76</b>
<b>Material Cementante:</b>		<b>393</b>	<b>0.1337</b>	<b>393</b>	<b>393</b>	<b>13.76</b>
<b>Agua</b>		<b>216</b>	<b>0.2160</b>	<b>221</b>	<b>216</b>	<b>7.73</b>
<b>Agregado Fino - Cantera El Milagro</b>		<b>558</b>	<b>0.2251</b>	<b>562</b>	<b>564</b>	<b>19.66</b>
<b>Agregado Grueso - Cantera El Milagro</b>		<b>964</b>	<b>0.3985</b>	<b>965</b>	<b>973</b>	<b>33.79</b>
<b>Sikacem Plastificante</b>	<b>0.5%</b>	<b>1.97</b>	<b>0.0016</b>	<b>1.97</b>	<b>1.97</b>	<b>0.069</b>
<b>Sika Aer</b>	<b>0.03%</b>	<b>0.12</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.12</b>	<b>0.12</b>	<b>0.004</b>
<b>Aire Atrapado</b>	<b>2.50%</b>		<b>0.0250</b>			
<b>Total</b>	<b>1.00</b>	<b>2134</b>	<b>1.0000</b>	<b>2143</b>	<b>2161</b>	<b>75.01</b>



**Dosificación del Concreto + 0.045% SikaAer R a/c = 0.55**

<b>Materiales</b>	<b>%</b>	<b>Peso Seco (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Húmedo (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tanda 30 L</b>
<b>Cemento Pacasmayo MS Tipo I</b>	<b>1</b>	393		<b>393</b>		<b>13.76</b>
<b>Material Cementante:</b>		393	0.1337	<b>393</b>	393	<b>13.76</b>
<b>Agua</b>		216	0.2160	<b>221</b>	216	<b>7.73</b>
<b>Agregado Fino Cantera El Milagro</b>	<b>-</b>	558	0.2250	<b>561</b>	564	<b>19.65</b>
<b>Agregado Grueso Cantera El Milagro</b>	<b>-</b>	964	0.3985	<b>965</b>	973	<b>33.79</b>
<b>Sikacem Plastificante</b>	<b>0.5%</b>	1.97	0.0016	1.97	1.97	0.069
<b>Sika Aer</b>	<b>0.045%</b>	0.18	0.0002	0.18	0.18	0.006
<b>Aire Atrapado</b>	<b>2.50%</b>		0.0250			
<b>Total</b>	<b>1.00</b>	<b>2134</b>	<b>1.0000</b>	<b>2143</b>	<b>2161</b>	<b>75.00</b>

**Dosificación del Concreto + 0.060% SikaAer R a/c = 0.55**

<b>Materiales</b>	<b>%</b>	<b>Peso Seco (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Húmedo (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tanda 30 L</b>
<b>Cemento Pacasmayo MS Tipo I</b>	<b>1</b>	<b>393</b>		<b>393</b>		<b>13.76</b>
<b>Material Cementante:</b>		<b>393</b>	<b>0.1337</b>	<b>393</b>	<b>393</b>	<b>13.76</b>
<b>Agua</b>		<b>216</b>	<b>0.2160</b>	<b>221</b>	<b>216</b>	<b>7.73</b>
<b>Agregado Fino - Cantera El Milagro</b>		<b>558</b>	<b>0.2250</b>	<b>561</b>	<b>564</b>	<b>19.64</b>
<b>Agregado Grueso - Cantera El Milagro</b>		<b>964</b>	<b>0.3985</b>	<b>965</b>	<b>973</b>	<b>33.79</b>
<b>Sikacem Plastificante</b>	<b>0.05%</b>	<b>1.97</b>	<b>0.0016</b>	<b>1.97</b>	<b>1.97</b>	<b>0.069</b>
<b>Sika Aer</b>	<b>0.06%</b>	<b>0.24</b>	<b>0.0002</b>	<b>0.24</b>	<b>0.24</b>	<b>0.008</b>
<b>Aire Atrapado</b>	<b>2.50%</b>		<b>0.0250</b>			
<b>Total</b>	<b>1.00</b>	<b>2133</b>	<b>1.0000</b>	<b>2143</b>	<b>2161</b>	<b>75.00</b>

## 2. Resistencia a la compresión

Relación a/c = 0.45 y 0.05% de Plastificante Sikacem - 3 Días de edad							
Tipo De Mezcla	Código	Carga Máx. (Kg)	Resistencia F'c (Kg/cm2)	Media	Fecha de Elaboración	Fehca de Rotura	Tipo de fractura
<b>Patrón</b>	003-TEM-01	20,877	250		19-04-22	22-04-22	2
	003-TEM-02	20,510	244	249	19-04-22	22-04-22	2
	003-TEM-03	21,418	254		19-04-22	22-04-22	2
	003-TEM-04	18,438	219		19-04-22	22-04-22	2
<b>0.030</b>	003-TEM-05	18,459	219	216	19-04-22	22-04-22	2
	003-TEM-06	17,612	211		19-04-22	22-04-22	2
	003-TEM-07	18,357	218		19-04-22	22-04-22	2
<b>0.045</b>	003-TEM-08	18,091	217	219	19-04-22	22-04-22	2
	003-TEM-09	18,653	222		19-04-22	22-04-22	2
<b>0.060</b>	003-TEM-10	16,438	197		19-04-22	22-04-22	2
	003-TEM-11	16,602	197	198	19-04-22	22-04-22	2
	003-TEM-12	16,714	200		19-04-22	22-04-22	2

Relación a/c = 0.45 y 0.05% de Plastificante Sikacem - 7 Días de edad							
Tipo De Mezcla	Código	Carga Máx. (Kg)	Resistencia F'c (Kg/cm2)	Media	Fecha de Elaboración	Fehca de Rotura	Tipo de fractura
<b>Patrón</b>	003-TEM-25	25,571	319		19-04-22	26-04-22	2
	003-TEM-26	27,112	325	326	19-04-22	26-04-22	2
	003-TEM-27	27,908	335		19-04-22	26-04-22	2
	003-TEM-28	25,010	303		19-04-22	26-04-22	2
<b>0.030</b>	003-TEM-29	25,540	303	303	19-04-22	26-04-22	2
	003-TEM-30	25,347	304		19-04-22	26-04-22	2
	003-TEM-31	25,755	306		19-04-22	26-04-22	2
<b>0.045</b>	003-TEM-32	25,153	299	307	19-04-22	26-04-22	2
	003-TEM-33	26,326	316		19-04-22	26-04-22	2
<b>0.060</b>	003-TEM-34	24,316	286		19-04-22	26-04-22	2
	003-TEM-35	24,336	292	291	19-04-22	26-04-22	2
	003-TEM-36	25,040	295		19-04-22	26-04-22	2

**Relación a/c = 0.45 y 0.05% de Plastificante Sikacem - 28 Días de edad**

Tipo De Mezcla	Código	Carga Máx. (Kg)	Resistencia F'c (Kg/cm2)	Media	Fecha de Elaboración	Fehca de Rotura	Tipo de fractura
<b>Patrón</b>	003-TEM-49	36,612	443		19-04-22	17-05-22	2
	003-TEM-50	36,408	445	444	19-04-22	17-05-22	2
	003-TEM-51	36,275	444		19-04-22	17-05-22	2
<b>0.030</b>	003-TEM-52	35,948	435		19-04-22	17-05-22	2
	003-TEM-53	34,387	416	419	19-04-22	17-05-22	2
	003-TEM-54	33,918	407		19-04-22	17-05-22	2
<b>0.045</b>	003-TEM-55	35,663	428		19-04-22	17-05-22	2
	003-TEM-56	35,775	433	432	19-04-22	17-05-22	2
	003-TEM-57	35,908	435		19-04-22	17-05-22	2
<b>0.060</b>	003-TEM-58	34,428	417	409	19-04-22	17-05-22	2
	003-TEM-59	34,326	416		19-04-22	17-05-22	2
	003-TEM-60	32,510	394		19-04-22	17-05-22	2

**Relación a/c = 0.55 y 0.05% de Plastificante Sikacem - 3 Días de edad**

Tipo De Mezcla	Código	Carga Máx. (Kg)	Resistencia F'c (Kg/cm2)	Media	Fecha de Elaboración	Fehca de Rotura	Tipo de fractura
<b>Patrón</b>	003-TEM-13	16,193	194		20-04-22	23-04-22	2
	003-TEM-14	16,316	194	195	20-04-22	23-04-22	2
	003-TEM-15	16,336	196		20-04-22	23-04-22	2
<b>0.030</b>	003-TEM-16	14,438	173		20-04-22	23-04-22	2
	003-TEM-17	14,510	174	175	20-04-22	23-04-22	2
	003-TEM-18	14,663	178		20-04-22	23-04-22	2
<b>0.045</b>	003-TEM-19	14,724	177		21-04-22	24-04-22	2
	003-TEM-20	14,551	175	176	21-04-22	24-04-22	2
	003-TEM-21	14,755	177		21-04-22	24-04-22	2
<b>0.060</b>	003-TEM-22	13,908	165		21-04-22	24-04-22	2
	003-TEM-23	13,836	166	166	21-04-22	24-04-22	2
	003-TEM-24	13,979	166		21-04-22	24-04-22	2

**Relación a/c = 0.55 y 0.05% de Plastificante Sikacem - 7 Días de edad**

Tipo De Mezcla	Código	Carga Máx. (Kg)	Resistencia F'c (Kg/cm2)	Media	Fecha de Elaboración	Fehca de Rotura	Tipo de fractura
<b>Patrón</b>	003-TEM-37	23,285	279		20-04-22	27-04-22	2
	003-TEM-38	23,255	276	276	20-04-22	27-04-22	2
	003-TEM-39	23,030	274		20-04-22	27-04-22	2
<b>0.030</b>	003-TEM-40	22,459	269		20-04-22	27-04-22	2
	003-TEM-41	21,571	259	262	20-04-22	27-04-22	2
	003-TEM-42	21,775	259		20-04-22	27-04-22	2
<b>0.045</b>	003-TEM-43	20,673	248		21-04-22	28-04-22	2
	003-TEM-44	19,846	238	239	21-04-22	28-04-22	2
	003-TEM-45	19,377	232		21-04-22	28-04-22	2
<b>0.060</b>	003-TEM-46	17,010	204		21-04-22	28-04-22	2
	003-TEM-47	17,193	206	205	21-04-22	28-04-22	2
	003-TEM-48	17,326	206		21-04-22	28-04-22	2

**Relación a/c = 0.55 y 0.05% de Plastificante Sikacem - 28 Días de edad**

Tipo De Mezcla	Código	Carga Máx. (Kg)	Resistencia F'c (Kg/cm2)	Media	Fecha de Elaboración	Fehca de Rotura	Tipo de fractura
<b>Patrón</b>	003-TEM-61	33,367	408		20-04-22	18-05-22	2
	003-TEM-62	33,561	406	406	20-04-22	18-05-22	2
	003-TEM-63	33,408	405		20-04-22	18-05-22	2
<b>0.030</b>	003-TEM-64	32,357	392		20-04-22	18-05-22	2
	003-TEM-65	30,775	373	386	20-04-22	18-05-22	2
	003-TEM-66	32,051	392		20-04-22	18-05-22	2
<b>0.045</b>	003-TEM-67	28,316	346		21-04-22	19-05-22	2
	003-TEM-68	28,500	349	347	21-04-22	19-05-22	2
	003-TEM-69	28,612	347		21-04-22	19-05-22	2
<b>0.060</b>	003-TEM-70	22,755	276		21-04-22	19-05-22	2
	003-TEM-71	22,285	270	273	21-04-22	19-05-22	2
	003-TEM-72	22,224	272		21-04-22	19-05-22	2

### 3. Análisis de precios x m<sup>3</sup> del concreto patrón y sus variantes

#### Análisis de Precios Unitario – Concreto patrón a/c 0.45

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
<b>Materiales</b>					
<b>Agregado Grueso</b>	m <sup>3</sup>	0.3985	S/ 60.00	S/ 23.91	
<b>Agregado Fino</b>	m <sup>3</sup>	0.1953	S/ 30.00	S/ 5.86	
<b>Agua</b>	m <sup>3</sup>	0.2160	S/ 6.00	S/ 1.30	
<b>Cemento</b>	bol	11.29	S/ 26.50	S/ 299.19	
<b>Aditivo Sikacem plastificante</b>	lt	2.40	S/ 12.48	S/ 29.95	
<b>Aditivo Sika Aer</b>					
				<b>S/360.21</b>	
					<b>S/ 360.21</b>

#### Análisis de Precios Unitario – Concreto patrón a/c 0.45+0.03% Sika Aer

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
<b>Materiales</b>					
<b>Agregado Grueso</b>	m <sup>3</sup>	0.3985	S/ 60.00	S/ 23.91	
<b>Agregado Fino</b>	m <sup>3</sup>	0.1951	S/ 30.00	S/ 5.85	
<b>Agua</b>	m <sup>3</sup>	0.2160	S/ 6.00	S/ 1.30	
<b>Cemento</b>	bol	11.29	S/ 26.50	S/ 299.19	
<b>Aditivo Sikacem plastificante</b>	lt	2.40	S/ 12.48	S/ 29.95	
<b>Aditivo Sika Aer</b>	lt	0.14	S/ 32.25	S/ 4.52	
				<b>S/364.72</b>	
					<b>S/ 364.72</b>

#### Análisis de Precios Unitario – Concreto patrón a/c 0.45+0.045% Sika Aer

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
<b>Materiales</b>					
<b>Agregado Grueso</b>	m <sup>3</sup>	0.3985	S/ 60.00	S/ 23.91	
<b>Agregado Fino</b>	m <sup>3</sup>	0.1950	S/ 30.00	S/ 5.85	
<b>Agua</b>	m <sup>3</sup>	0.2160	S/ 6.00	S/ 1.30	
<b>Cemento</b>	bol	11.29	S/ 26.50	S/ 299.19	
<b>Aditivo Sikacem plastificante</b>	lt	2.40	S/ 12.48	S/ 29.95	
<b>Aditivo Sika Aer</b>	lt	0.22	S/ 32.25	S/ 7.10	
				<b>S/367.30</b>	

S/ 367.30

**Análisis de Precios Unitario – Concreto patrón a/c 0.45+0.060% Sika Aer**

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
<b>Materiales</b>					
Agregado Grueso	m <sup>3</sup>	0.3985	S/ 60.00	S/ 23.91	
Agregado Fino	m <sup>3</sup>	0.1950	S/ 30.00	S/ 5.85	
Agua	m <sup>3</sup>	0.2160	S/ 6.00	S/ 1.30	
Cemento	bol	11.29	S/ 26.50	S/ 299.19	
Aditivo Sikacem plastificante	lt	2.40	S/ 12.48	S/ 29.95	
Aditivo Sika Aer	lt	0.29	S/ 32.25	S/ 9.35	
				<b>S/369.55</b>	

S/ 369.55

**Análisis de Precios Unitario – Concreto patrón a/c 0.55**

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
<b>Materiales</b>					
Agregado Grueso	m <sup>3</sup>	0.3985	S/ 60.00	S/ 23.91	
Agregado Fino	m <sup>3</sup>	0.2252	S/ 30.00	S/ 6.76	
Agua	m <sup>3</sup>	0.2160	S/ 6.00	S/ 1.30	
Cemento	bol	9.25	S/ 26.50	S/ 245.13	
Aditivo Sikacem plastificante	lt	1.97	S/ 12.48	S/ 24.59	
Aditivo Sika Aer					
				<b>S/301.69</b>	

S/ 301.69

**Análisis de Precios Unitario – Concreto patrón a/c 0.55+ 0.03 % Sika Aer**

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
<b>Materiales</b>					
Agregado Grueso	m <sup>3</sup>	0.3985	S/ 60.00	S/ 23.91	
Agregado Fino	m <sup>3</sup>	0.2252	S/ 30.00	S/ 6.76	
Agua	m <sup>3</sup>	0.2160	S/ 6.00	S/ 1.30	
Cemento	bol	9.25	S/ 26.50	S/ 245.13	
Aditivo Sikacem plastificante	lt	1.97	S/ 12.48	S/ 24.59	
Aditivo Sika Aer	lt	0.12	S/ 32.25	S/ 3.87	
				<b>S/305.56</b>	

**S/ 305.56**
**Análisis de Precios Unitario – Concreto patrón a/c 0.55+ 0.045 % Sika Aer**

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
<b>Materiales</b>					
<b>Agregado Grueso</b>	m <sup>3</sup>	0.3985	S/ 60.00	S/ 23.91	
<b>Agregado Fino</b>	m <sup>3</sup>	0.2252	S/ 30.00	S/ 6.76	
<b>Agua</b>	m <sup>3</sup>	0.2160	S/ 6.00	S/ 1.30	
<b>Cemento</b>	bol	9.25	S/ 26.50	S/ 245.13	
<b>Aditivo Sikacem plastificante</b>	lt	1.97	S/ 12.48	S/ 24.59	
<b>Aditivo Sika Aer</b>	lt	0.18	S/ 32.25	S/ 5.81	
				<b>S/307.50</b>	

**S/ 307.50**
**Análisis de Precios Unitario – Concreto patrón a/c 0.55+ 0.060 % Sika Aer**

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
<b>Materiales</b>					
<b>Agregado Grueso</b>	m <sup>3</sup>	0.3985	S/ 60.00	S/ 23.91	
<b>Agregado Fino</b>	m <sup>3</sup>	0.2252	S/ 30.00	S/ 6.76	
<b>Agua</b>	m <sup>3</sup>	0.2160	S/ 6.00	S/ 1.30	
<b>Cemento</b>	bol	9.25	S/ 26.50	S/ 245.13	
<b>Aditivo Sikacem plastificante</b>	lt	1.97	S/ 12.48	S/ 24.59	
<b>Aditivo Sika Aer</b>	lt	0.24	S/ 32.25	S/ 9.67	
				<b>S/309.43</b>	

**S/ 309.43**



#### 4. Certificados de laboratorio



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

### CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

#### 1. INFORMACION GENERAL

**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/03/2022

#### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	66.7	68.8	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	512.0	513.0	
Peso recipiente + muestra seca	gr	509.5	510.5	
Peso de muestra húmeda	gr	445.3	444.2	
Peso de muestra seca	gr	442.8	441.7	
Peso de agua	gr	3	3	
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.6	0.6	0.6

#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herceles 390 Urb Chimú - Trujillo

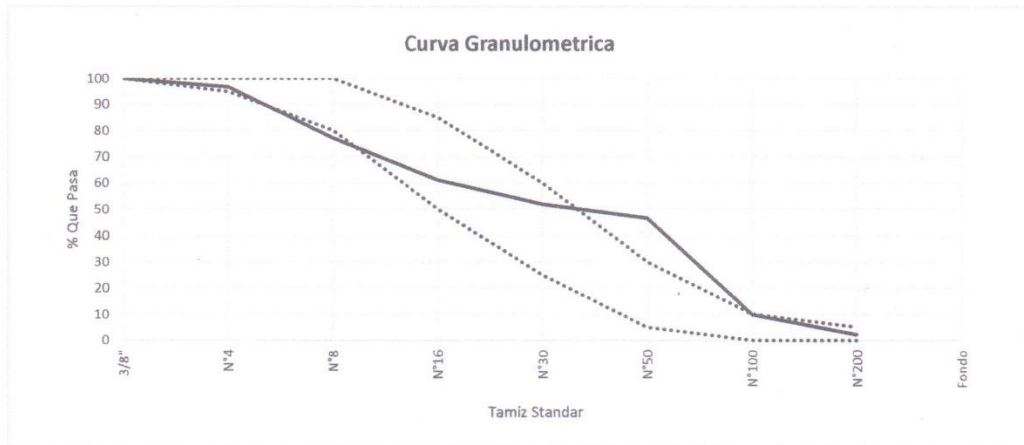
website: [www.tem-concrete.com](http://www.tem-concrete.com)

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

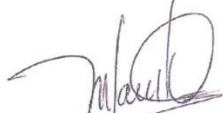
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/03/2022


Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	<b>Características físicas:</b> Tamaño Max. Nom. : Cont. de Humedad: 0.6 % Módulo de Finura: 2.57
N°4	4.750	32.6	3.3	3.3	96.7	95	100	
N°8	2.360	195.7	19.6	22.8	77.2	80	100	
N°16	1.180	160.8	16.1	38.9	61.1	50	85	
N°30	0.600	91.7	9.2	48.1	51.9	25	60	
N°50	0.300	53.6	5.4	53.4	46.6	5	30	
N°100	0.150	366.0	36.6	90.0	10.0	0	10	
N°200	0.075	79.1	7.9	98.0	2.1	0	5	
Fondo	-	20.5	2.1	100.0	0.0			
		<b>1000.0</b>	<b>100</b>					



**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

  
MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

  
Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

## PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

### NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

#### 1. INFORMACION GENERAL

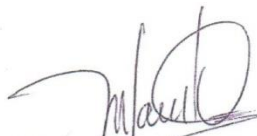
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/03/2022

#### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	23.180	23.100	23.140	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	24.920	24.940	24.960	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	16.800	16.720	16.760	
Peso de muestra en estado compactado	kg	18.540	18.560	18.580	
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0091	0.0091	0.0091	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m <sup>3</sup>	1,846	1,837	1,842	<b>1,842</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m <sup>3</sup>	2,037	2,040	2,042	<b>2,040</b>

#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

## PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

### NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

#### 1. INFORMACION GENERAL

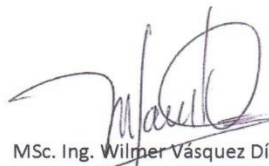
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/03/2022

#### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	500.3	494.8	
Peso del pignometro lleno de agua	gr	1,443.7	1,443.7	
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,745.9	1,746.1	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	506.3	499.6	
<b>Peso especifico base seca</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.45	2.51	<b>2.48</b>
Peso especifico base SSS	gr/cm <sup>3</sup>	2.48	2.53	2.51
<b>Absorcion</b>	%	1.2	1.0	<b>1.1</b>

#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

## CONTENIDO DE HUMEDAD

### NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

#### 1. INFORMACION GENERAL

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 1/2"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/03/2022

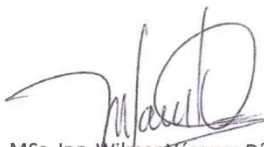
#### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	107	106	
Peso recipiente + muestra humeda	gr	2,226	1,979	
Peso recipiente + muestra seca	gr	2,223	1,977	
Peso de muestra humeda	gr	2,119	1,873	
Peso de muestra seca	gr	2,116	1,871	
Peso de agua	gr	3	2	
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.1	0.1	<b>0.1</b>

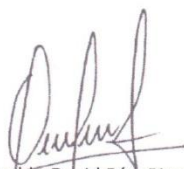
#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

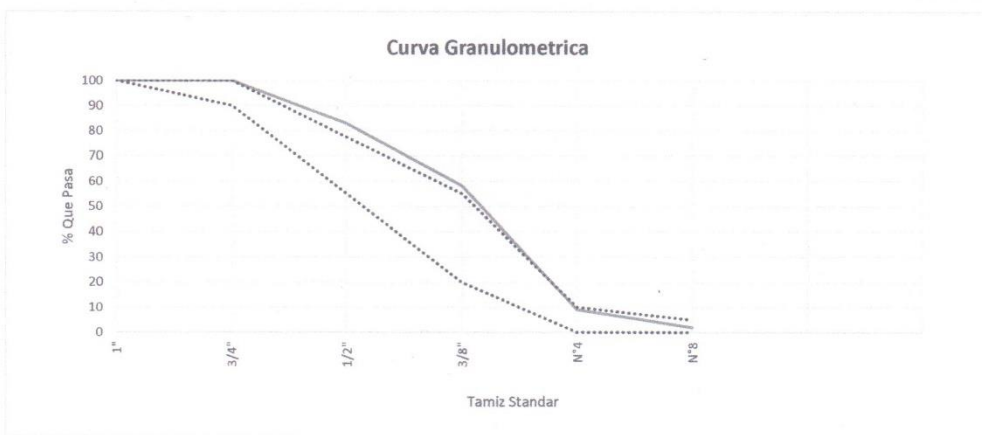
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herceles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: [www.tem-concrete.com](http://www.tem-concrete.com)

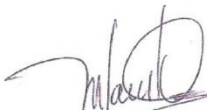
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012


**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 1/2"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/03/2022

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites Huso 67 (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
1 1/2"	37.50	0	0.0	0.0	100.0	100	100	<b>Características físicas:</b> Tamaño Max. Nom.: 1/2 Cont. de Humedad: 0.1 % Modulo de Finura: 6.30
1"	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/4"	19.00	0	0.0	0.0	100.0	90	100	
1/2"	12.50	426.1	17.0	17.0	83.0			
3/8"	9.50	617.3	24.7	41.7	58.3	20	55	
N°4	4.75	1228.5	49.1	90.9	9.1	0	10	
N°8	2.36	177.2	7.1	98.0	2.0	0	5	
N°16	1.18	25.2	1.0	99.0	1.0			
Fondo	-	25.7	1.0	100.0	0.0			
		<b>2500</b>	<b>100.0</b>					



**OBSERVACIONES:**  
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

  
MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

  
Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: [www.tem-concrete.com](http://www.tem-concrete.com)

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

**1. INFORMACION GENERAL**

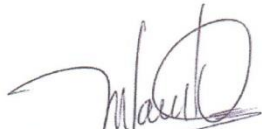
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 1/2"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/03/2022

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2,479	1,443	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	2,500	1,456	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1,503	839	
<b>Peso específico base seca</b>	gr/cm3	2.49	2.34	<b>2.42</b>
Peso específico base SSS	gr/cm3	2.51	2.36	2.44
<b>Absorcion</b>	%	0.9	0.9	<b>0.9</b>

**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilber Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: [www.tem-concrete.com](http://www.tem-concrete.com)

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

**1. INFORMACION GENERAL**

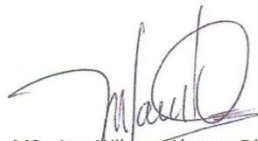
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 1/2"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**FECHA DE ENSAYO** : 16/03/2022

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

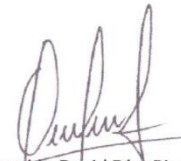
Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	19.680	19.500	19.740	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	21.440	21.840	21.800	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	13.300	13.120	13.360	
Peso de muestra en estado compactado	kg	15.060	15.460	15.420	
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m3	1,462	1,442	1,468	<b>1,457</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m3	1,655	1,699	1,695	<b>1,683</b>

**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591



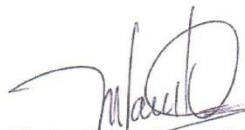
## REGISTRO DE ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

### 1. INFORMACION GENERAL

**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL INCORPORADOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO SEGÚN ACI 318-19 CON CLASE DE EXPOSICIÓN F1 Y F2, TRUJILLO 2022

### 2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Descripción	Fecha	Temperatura (°C)	Asentamiento (in)	P.U.C. (kg/m <sup>3</sup> )	Cont. de Aire (%)
Concreto Patrón (Rel a/c 0.45)	19/04/2022	21.0	3.50	2,363	2.3
Concreto con 0.03% de Sika Aer (Rel a/c 0.45)	19/04/2022	21.0	3.75	2,385	3.0
Concreto con 0.045% de Sika Aer (Rel a/c 0.45)	19/04/2022	20.5	4.00	2,401	4.2
Concreto con 0.06% de Sika Aer (Rel a/c 0.45)	19/04/2022	20.0	4.75	2,431	6.0
Concreto Patrón (Rel a/c 0.55)	20/04/2022	23.0	4.00	2,376	2.0
Concreto con 0.03% de Sika Aer (Rel a/c 0.55)	20/04/2022	23.5	4.50	2,391	2.8
Concreto con 0.045% de Sika Aer (Rel a/c 0.55)	21/04/2022	23.5	5.00	2,415	3.9
Concreto con 0.06% de Sika Aer (Rel a/c 0.55)	21/04/2022	22.0	5.50	2,444	5.7



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**INFORME DE ENSAYO N° 435-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
Proyecto :	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
Muestra :	Concreto Patrón (Rel a/c 0.45)
f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) :	296

Fecha de Emisión:	04-07-22
Fecha de Moldeado:	19-04-22
Fecha de Ensayo:	22-04-22

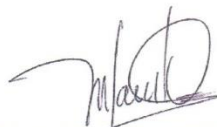
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-01	3	10.30	83.3	204.6	24.6	250	2
003-TEM-02	3	10.35	84.1	201.0	23.9	244	2
003-TEM-03	3	10.35	84.1	209.9	24.9	254	2
Promedio					24.5	249	

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 436-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
Proyecto :	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
Muestra :	Concreto con 0.03% de Sika Aer (Rel a/c 0.45)
f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) :	296

Fecha de Emisión:	04-07-22
Fecha de Moldeado:	19-04-22
Fecha de Ensayo:	22-04-22

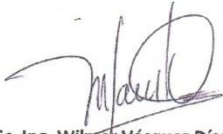
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-04	3	10.35	84.1	180.7	21.5	219	2
003-TEM-05	3	10.35	84.1	180.9	21.5	219	2
003-TEM-06	3	10.30	83.3	172.6	20.7	211	2
Promedio					21.2	216	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 437-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
Proyecto :	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
Muestra :	Concreto con 0.045% de Sika Aer (Rel a/c 0.45)
f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) :	296

Fecha de Emisión:	04-07-22
Fecha de Moldeado:	19-04-22
Fecha de Ensayo:	22-04-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-07	3	10.35	84.1	179.9	21.4	218	2
003-TEM-08	3	10.30	83.3	177.3	21.3	217	2
003-TEM-09	3	10.35	84.1	182.8	21.7	222	2
Promedio					21.5	219	

**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 438-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
Proyecto:	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
Muestra:	Concreto con 0.06% de Sika Aer (Rel a/c 0.45)
f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ):	296

Fecha de Emisión:	04-07-22
Fecha de Moldeado:	19-04-22
Fecha de Ensayo:	22-04-22

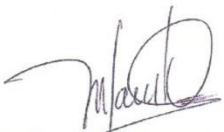
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-10	3	10.30	83.3	161.1	19.3	197	2
003-TEM-11	3	10.35	84.1	162.7	19.3	197	2
003-TEM-12	3	10.30	83.3	163.8	19.7	200	2
Promedio					19.4	198	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual

  
MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

  
Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 439-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra :</b>	Concreto Patrón (Rel a/c 0.55)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	250

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	23-04-22


**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-13	3	10.30	83.3	158.7	19.0	194	2
003-TEM-14	3	10.35	84.1	159.9	19.0	194	2
003-TEM-15	3	10.30	83.3	160.1	19.2	196	2
<b>Promedio</b>					<b>19.1</b>	<b>195</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual

  
**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

  
**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

### INFORME DE ENSAYO N° 448-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

<b>Cliente :</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra :</b>	Concreto con 0.03% de Sika Aer (Rel a/c 0.55)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	250

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	27-04-22

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-40	7	10.30	83.3	220.1	26.4	269	2
003-TEM-41	7	10.30	83.3	211.4	25.4	259	2
003-TEM-42	7	10.35	84.1	213.4	25.4	259	2
<b>Promedio</b>					<b>25.7</b>	<b>262</b>	

#### NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



Msc. Ing. **Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. **Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 449-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra :</b>	Concreto con 0.045% de Sika Aer (Rel a/c 0.55)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	250

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	21-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	28-04-22

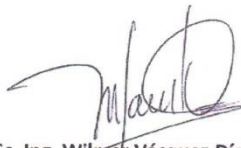
**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-43	7	10.30	83.3	202.6	24.3	248	2
003-TEM-44	7	10.30	83.3	194.5	23.3	238	2
003-TEM-45	7	10.30	83.3	189.9	22.8	232	2
<b>Promedio</b>					<b>23.5</b>	<b>239</b>	

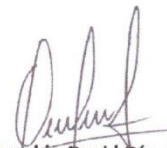
**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



**INFORME DE ENSAYO N° 442-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra :</b>	Concreto con 0.06% de Sika Aer (Rel a/c 0.55)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	250

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	21-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	24-04-22

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-22	3	10.35	84.1	136.3	16.2	165	2
003-TEM-23	3	10.30	83.3	135.6	16.3	166	2
003-TEM-24	3	10.35	84.1	137.0	16.3	166	2
<b>Promedio</b>					<b>16.3</b>	<b>166</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 443-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
Proyecto:	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
Muestra:	Concreto Patrón (Rel a/c 0.45)
f'c (kg/cm <sup>2</sup> ):	296

Fecha de Emisión:	04-07-22
Fecha de Moldeado:	19-04-22
Fecha de Ensayo:	26-04-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-25	7	10.30	83.3	260.4	31.3	319	2
003-TEM-26	7	10.30	83.3	265.7	31.9	325	2
003-TEM-27	7	10.30	83.3	273.5	32.8	335	2
Promedio					32.0	326	

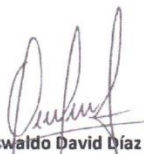
**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 444-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

Cliente :	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
Proyecto :	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
Muestra :	Concreto con 0.03% de Sika Aer (Rel a/c 0.45)
f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) :	296

Fecha de Emisión:	04-07-22
Fecha de Moldeado:	19-04-22
Fecha de Ensayo:	26-04-22

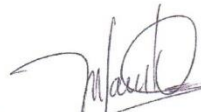
**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-28	7	10.25	82.5	245.1	29.7	303	2
003-TEM-29	7	10.35	84.1	250.3	29.7	303	2
003-TEM-30	7	10.30	83.3	248.4	29.8	304	2
Promedio					29.8	303	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 445-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra :</b>	Concreto con 0.045% de Sika Aer (Rel a/c 0.45)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	296

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	19-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	26-04-22

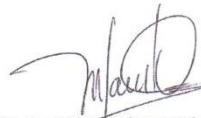
**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-31	7	10.35	84.1	252.4	30.0	306	2
003-TEM-32	7	10.35	84.1	246.5	29.3	299	2
003-TEM-33	7	10.30	83.3	258.0	31.0	316	2
<b>Promedio</b>					<b>30.1</b>	<b>307</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de Laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herccelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 446-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

Cliente:	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
Proyecto:	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
Muestra:	Concreto con 0.06% de Sika Aer (Rel a/c 0.45)
f'c (kg/cm <sup>2</sup> ):	296

Fecha de Emisión:	04-07-22
Fecha de Moldeado:	19-04-22
Fecha de Ensayo:	26-04-22


**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-34	7	10.40	84.9	238.3	28.0	286	2
003-TEM-35	7	10.30	83.3	238.5	28.6	292	2
003-TEM-36	7	10.40	84.9	245.4	28.9	295	2
Promedio					28.5	291	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual

  
**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

  
**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 447-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente:</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto:</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra:</b>	Concreto Patrón (Rel a/c 0.55)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	250

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	27-04-22

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-37	7	10.30	83.3	228.2	27.4	279	2
003-TEM-38	7	10.35	84.1	227.9	27.1	276	2
003-TEM-39	7	10.35	84.1	225.7	26.8	274	2
<b>Promedio</b>					<b>27.1</b>	<b>276</b>	

**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016  
 Contacto: 936194709-989712719  
 Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 448-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra :</b>	Concreto con 0.03% de Sika Aer (Rel a/c 0.55)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	250

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	27-04-22

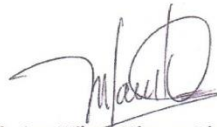
**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-40	7	10.30	83.3	220.1	26.4	269	2
003-TEM-41	7	10.30	83.3	211.4	25.4	259	2
003-TEM-42	7	10.35	84.1	213.4	25.4	259	2
<b>Promedio</b>					<b>25.7</b>	<b>262</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 449-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra :</b>	Concreto con 0.045% de Sika Aer (Rel a/c 0.55)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	250

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	21-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	28-04-22

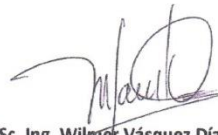
**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-43	7	10.30	83.3	202.6	24.3	248	2
003-TEM-44	7	10.30	83.3	194.5	23.3	238	2
003-TEM-45	7	10.30	83.3	189.9	22.8	232	2
<b>Promedio</b>					<b>23.5</b>	<b>239</b>	

**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



**INFORME DE ENSAYO N° 450-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Jesús Alberto Goicochea Álvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra :</b>	Concreto con 0.06% de Sika Aer (Rel a/c 0.55)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	250

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	21-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	28-04-22

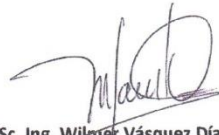
**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-46	7	10.30	83.3	166.7	20.0	204	2
003-TEM-47	7	10.30	83.3	168.5	20.2	206	2
003-TEM-48	7	10.35	84.1	169.8	20.2	206	2
<b>Promedio</b>					<b>20.1</b>	<b>205</b>	

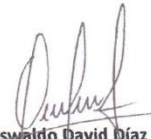
**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 451-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

<b>Cliente:</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto:</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra:</b>	Concreto Patrón (Rel a/c 0.45)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	296

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	19-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	17-05-22

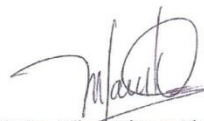
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-49	28	10.25	82.5	358.8	43.5	443	2
003-TEM-50	28	10.20	81.7	356.8	43.7	445	2
003-TEM-51	28	10.20	81.7	355.5	43.5	444	2
<b>Promedio</b>					<b>43.5</b>	<b>444</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016  
 Contacto: 936194709-989712719  
 Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 452-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente:</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto:</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra:</b>	Concreto con 0.03% de Sika Aer (Rel a/c 0.45)
<b>f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	296

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	19-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	17-05-22

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-52	28	10.25	82.5	352.3	42.7	435	2
003-TEM-53	28	10.25	82.5	337.0	40.8	416	2
003-TEM-54	28	10.30	83.3	332.4	39.9	407	2
				<b>Promedio</b>	<b>41.1</b>	<b>420</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual

  
**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191

  
**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 453-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente:</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto:</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra:</b>	Concreto con 0.045% de Sika Aer (Rel a/c 0.45)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	296

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	19-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	17-05-22

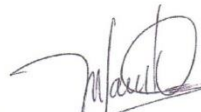
**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-55	28	10.30	83.3	349.5	41.9	428	2
003-TEM-56	28	10.25	82.5	350.6	42.5	433	2
003-TEM-57	28	10.25	82.5	351.9	42.6	435	2
<b>Promedio</b>					<b>42.4</b>	<b>432</b>	

**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 454-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
Proyecto :	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
Muestra :	Concreto con 0.06% de Sika Aer (Rel a/c 0.45)
f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) :	296

Fecha de Emisión:	04-07-22
Fecha de Moldeado:	19-04-22
Fecha de Ensayo:	17-05-22

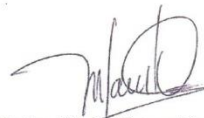
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-58	28	10.25	82.5	337.4	40.9	417	2
003-TEM-59	28	10.25	82.5	336.4	40.8	416	2
003-TEM-60	28	10.25	82.5	318.6	38.6	394	2
				Promedio	40.1	409	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
 Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016  
 Contacto: 936194709-989712719  
 Email: ventas@tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 455-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra :</b>	Concreto Patrón (Rel a/c 0.55)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	250

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	18-05-22

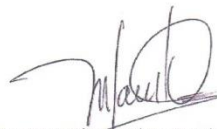
**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-61	28	10.20	81.7	327.0	40.0	408	2
003-TEM-62	28	10.25	82.5	328.9	39.9	406	2
003-TEM-63	28	10.25	82.5	327.4	39.7	405	2
<b>Promedio</b>					<b>39.8</b>	<b>406</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 456-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra :</b>	Concreto con 0.03% de Sika Aer (Rel a/c 0.55)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	250

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	20-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	18-05-22

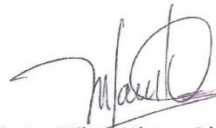
**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-64	28	10.25	82.5	317.1	38.4	392	2
003-TEM-65	28	10.25	82.5	301.6	36.6	373	2
003-TEM-66	28	10.20	81.7	314.1	38.4	392	2
<b>Promedio</b>					<b>37.8</b>	<b>385</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 457-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra :</b>	Concreto con 0.045% de Sika Aer (Rel a/c 0.55)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	250

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	21-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	19-05-22

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-67	28	10.20	81.7	277.5	34.0	346	2
003-TEM-68	28	10.20	81.7	279.3	34.2	349	2
003-TEM-69	28	10.25	82.5	280.4	34.0	347	2
<b>Promedio</b>					<b>34.0</b>	<b>347</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



**INFORME DE ENSAYO N° 458-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Jesús Alberto Goicochea Alvarez Francisco Jesús Alberto Escobar Reyes
<b>Proyecto :</b>	Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022
<b>Muestra :</b>	Concreto con 0.06% de Sika Aer (Rel a/c 0.55)
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	250

<b>Fecha de Emisión:</b>	04-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	21-04-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	19-05-22

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
003-TEM-70	28	10.25	82.5	223.0	27.0	276	2
003-TEM-71	28	10.25	82.5	218.4	26.5	270	2
003-TEM-72	28	10.20	81.7	217.8	26.6	272	2
<b>Promedio</b>					<b>26.7</b>	<b>272</b>	

**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



**MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



**Ing. Oswaldo David Díaz Pino**  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

### INFORME DE ENSAYO N° 459-22-TEM

#### Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto (ASTM C-1585)

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL

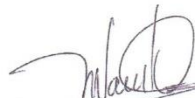
**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL INCORPORADOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO SEGÚN ACI 318-19 CON CLASE DE EXPOSICIÓN F1 Y F2, TRUJILLO 2022  
**MUESTRA** : CONCRETO PATRÓN - RELACIÓN A/C (0.45)  
**FECHA** : 17/05/2022

#### 2. DATOS DE LA MUESTRA

# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CP-0.45 (1)	101.0	101.0	48.0	8011.8	891.3	12:00 p. m.
Espécimen 2	CP-0.45 (2)	101.0	101.0	47.0	8011.8	849.7	12:00 p. m.

#### 3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s <sup>3/2</sup>	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	
0 min	0	0	891.3	849.7	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	891.8	850.0	0.50	0.30	0.062	0.037	0.050
5 min	300	17	891.9	850.1	0.60	0.40	0.075	0.050	0.062
10 min	600	24	892.0	850.1	0.70	0.40	0.087	0.050	0.069
20 min	1200	35	892.1	850.2	0.80	0.50	0.100	0.062	0.081
30 min	1800	42	892.3	850.4	1.00	0.70	0.125	0.087	0.106
1 hr	3600	60	892.5	850.5	1.20	0.80	0.150	0.100	0.125
2 hr	7200	85	892.7	850.6	1.40	0.90	0.175	0.112	0.144
3 hr	10800	104	893.0	850.8	1.70	1.10	0.212	0.137	0.175
4 hr	14400	120	893.3	850.9	2.00	1.20	0.250	0.150	0.200
5 hr	18000	134	893.3	850.9	2.00	1.20	0.250	0.150	0.200
6 hr	21600	147	893.4	850.9	2.10	1.20	0.262	0.150	0.206
1 día	86400	294	894.7	852.1	3.40	2.40	0.424	0.300	0.362
2 día	172800	416	895.1	852.5	3.80	2.80	0.474	0.349	0.412
3 día	259200	509	895.3	852.7	4.00	3.00	0.499	0.374	0.437
4 día	345600	588	895.6	852.9	4.30	3.20	0.537	0.399	0.468
5 día	432000	657	895.8	853.1	4.50	3.40	0.562	0.424	0.493
6 día	518400	720	895.9	853.2	4.60	3.50	0.574	0.437	0.506
7 día	604400	777	896.0	853.3	4.70	3.60	0.587	0.449	0.518
8 día	691200	831	896.0	853.3	4.70	3.60	0.587	0.449	0.518



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191

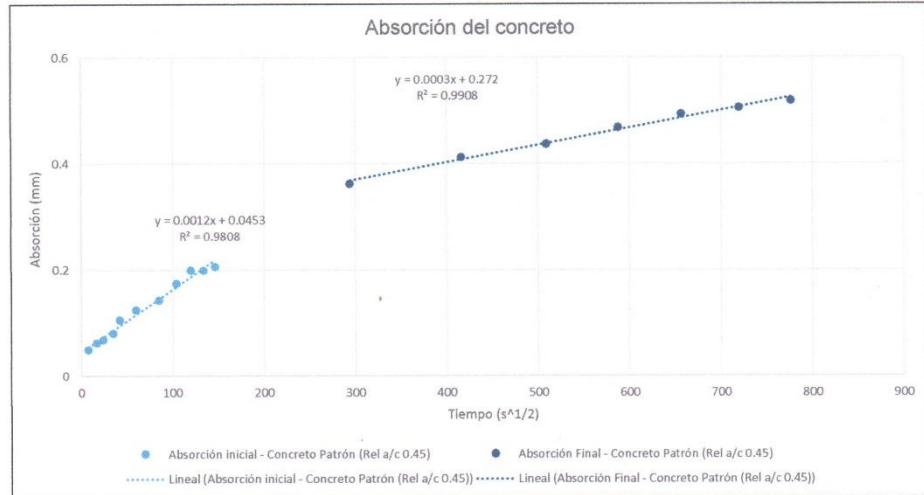


Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de Laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: [www.tem-concrete.com](http://www.tem-concrete.com)

4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORCIÓN INICIAL Y SECUNDARIA



MSC. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 461-22-TEM

#### Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto (ASTM C-1585)

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL


**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL INCORPORADOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO SEGÚN ACI 318-19 CON CLASE DE EXPOSICIÓN F1 Y F2, TRUJILLO 2022  
**MUESTRA** : CONCRETO CON 0.03% DE SIKA AER - RELACIÓN A/C (0.45)  
**FECHA** : 17/05/2022


#### 2. DATOS DE LA MUESTRA

# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE1-0.45 (1)	102.0	101.0	47.0	8091.4	883.6	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE1-0.45 (2)	102.0	101.0	48.0	8091.4	853.5	12:00 p. m.

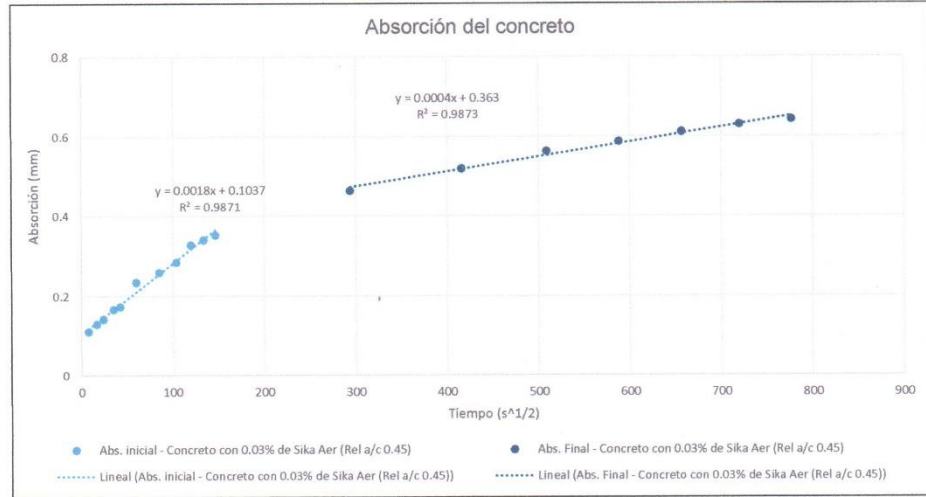
#### 3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s <sup>1/2</sup>	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CE1 (1)	CE1 (2)	CE1 (1)	CE1 (2)	CE1 (1)	CE1 (2)	
0 min	0	0	883.6	853.5	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	884.5	854.4	0.90	0.90	0.111	0.111	0.111
5 min	300	17	884.7	854.5	1.10	1.00	0.136	0.124	0.130
10 min	600	24	884.7	854.7	1.10	1.20	0.136	0.148	0.142
20 min	1200	35	884.9	854.9	1.30	1.40	0.161	0.173	0.167
30 min	1800	42	884.9	855.0	1.30	1.50	0.161	0.185	0.173
1 hr	3600	60	885.4	855.5	1.80	2.00	0.222	0.247	0.235
2 hr	7200	85	885.5	855.8	1.90	2.30	0.235	0.284	0.260
3 hr	10800	104	885.7	856.0	2.10	2.50	0.260	0.309	0.284
4 hr	14400	120	886.0	856.4	2.40	2.90	0.297	0.358	0.328
5 hr	18000	134	886.1	856.5	2.50	3.00	0.309	0.371	0.340
6 hr	21600	147	886.2	856.6	2.60	3.10	0.321	0.383	0.352
1 día	86400	294	887.1	857.5	3.50	4.00	0.433	0.494	0.463
2 día	172800	416	887.6	857.9	4.00	4.40	0.494	0.544	0.519
3 día	259200	509	887.8	858.4	4.20	4.90	0.519	0.606	0.562
4 día	345600	588	888.1	858.5	4.50	5.00	0.556	0.618	0.587
5 día	432000	657	888.3	858.7	4.70	5.20	0.581	0.643	0.612
6 día	518400	720	888.5	858.8	4.90	5.30	0.606	0.655	0.630
7 día	604400	777	888.6	858.9	5.00	5.40	0.618	0.667	0.643
8 día	691200	831	888.6	858.9	5.00	5.40	0.618	0.667	0.643

  
 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191

  
 Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORCIÓN INICIAL Y SECUNDARIA



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 578-22-TEM

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto  
 (ASTM C-1585)

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL

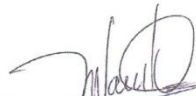
**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL INCORPORADOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO SEGÚN ACI 318-19 CON CLASE DE EXPOSICIÓN F1 Y F2, TRUJILLO 2022  
**MUESTRA** : CONCRETO CON 0.045% DE SIKA AER - RELACIÓN A/C (0.45)  
**FECHA** : 17/05/2022

#### 2. DATOS DE LA MUESTRA

# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE2-0.45 (1)	101.0	101.0	47.0	8011.8	863.5	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE2-0.45 (2)	101.0	102.0	48.0	8091.4	884.3	12:00 p. m.

#### 3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s <sup>1/2</sup>	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CE2 (1)	CE2 (2)	CE2 (1)	CE2 (2)	CE2 (1)	CE2 (2)	
0 min	0	0	863.5	884.3	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	864.1	885.0	0.60	0.70	0.075	0.087	0.081
5 min	300	17	864.1	885.1	0.60	0.80	0.075	0.099	0.087
10 min	600	24	864.2	885.2	0.70	0.90	0.087	0.111	0.099
20 min	1200	35	864.3	885.4	0.80	1.10	0.100	0.136	0.118
30 min	1800	42	864.4	885.4	0.90	1.10	0.112	0.136	0.124
1 hr	3600	60	864.5	885.6	1.00	1.30	0.125	0.161	0.143
2 hr	7200	85	864.8	885.9	1.30	1.60	0.162	0.198	0.180
3 hr	10800	104	864.9	886.0	1.40	1.70	0.175	0.210	0.192
4 hr	14400	120	865.0	886.2	1.50	1.90	0.187	0.235	0.211
5 hr	18000	134	865.2	886.5	1.70	2.20	0.212	0.272	0.242
6 hr	21600	147	865.3	886.6	1.80	2.30	0.225	0.284	0.254
1 día	86400	294	866.0	887.3	2.50	3.00	0.312	0.371	0.341
2 día	172800	416	866.9	888.1	3.40	3.80	0.424	0.470	0.447
3 día	259200	509	867.2	888.4	3.70	4.10	0.462	0.507	0.484
4 día	345600	588	867.5	888.7	4.00	4.40	0.499	0.544	0.522
5 día	432000	657	867.6	888.9	4.10	4.60	0.512	0.569	0.540
6 día	518400	720	867.7	889.1	4.20	4.80	0.524	0.593	0.559
7 día	604400	777	867.8	889.1	4.30	4.80	0.537	0.593	0.565
8 día	691200	831	867.8	889.1	4.30	4.80	0.537	0.593	0.565



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191

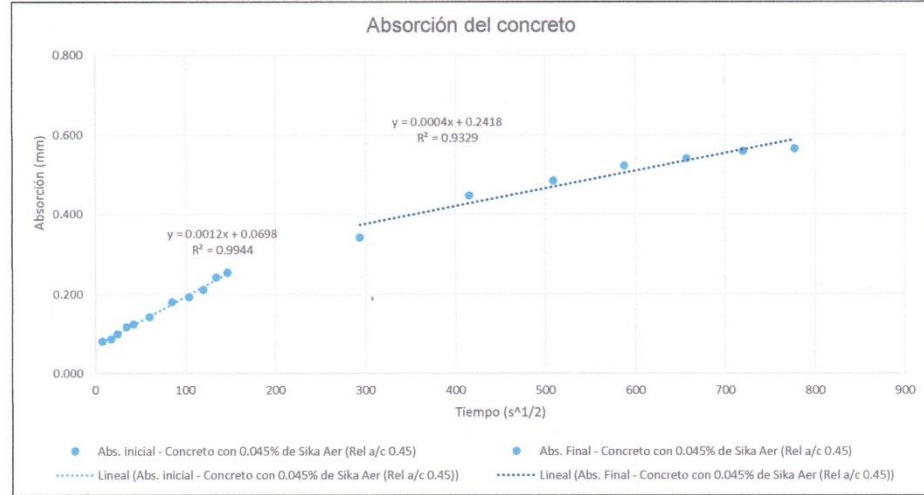


Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORCIÓN INICIAL Y SECUNDARIA



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**INFORME DE ENSAYO N° 580-22-TEM**

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto  
(ASTM C-1585)

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

SOLICITANTES : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES

PROYECTO : INFLUENCIA DEL INCORPORADOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO SEGÚN ACI 318-19 CON CLASE DE EXPOSICIÓN F1 Y F2, TRUJILLO 2022

MUESTRA : CONCRETO CON 0.06% DE SIKA AER - RELACIÓN A/C (0.45)

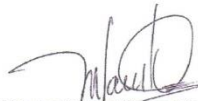
FECHA : 17/05/2022

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE3-0.45 (1)	101.0	102.0	48.0	8091.4	844.5	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE3-0.45 (2)	101.0	101.0	50.0	8011.8	897.5	12:00 p. m.

**3. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Tiempo	Tiempo (s)	s <sup>1/2</sup>	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CE3 (1)	CE3 (2)	CE3 (1)	CE3 (2)	CE3 (1)	CE3 (2)	
0 min	0	0	844.5	897.5	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	845.1	898.1	0.60	0.60	0.074	0.075	0.075
5 min	300	17	845.2	898.2	0.70	0.70	0.087	0.087	0.087
10 min	600	24	845.2	898.4	0.70	0.90	0.087	0.112	0.099
20 min	1200	35	845.3	898.4	0.80	0.90	0.099	0.112	0.106
30 min	1800	42	845.3	898.5	0.80	1.00	0.099	0.125	0.112
1 hr	3600	60	845.4	898.5	0.90	1.00	0.111	0.125	0.118
2 hr	7200	85	845.6	898.7	1.10	1.20	0.136	0.150	0.143
3 hr	10800	104	845.9	898.9	1.40	1.40	0.173	0.175	0.174
4 hr	14400	120	846.0	899.0	1.50	1.50	0.185	0.187	0.186
5 hr	18000	134	846.1	899.1	1.60	1.60	0.198	0.200	0.199
6 hr	21600	147	846.3	899.2	1.80	1.70	0.222	0.212	0.217
1 día	86400	294	847.0	899.8	2.50	2.30	0.309	0.287	0.298
2 día	172800	416	847.3	900.4	2.80	2.90	0.346	0.362	0.354
3 día	259200	509	847.7	900.6	3.20	3.10	0.395	0.387	0.391
4 día	345600	588	847.8	900.7	3.30	3.20	0.408	0.399	0.404
5 día	432000	657	847.8	900.7	3.30	3.20	0.408	0.399	0.404
6 día	518400	720	848.0	900.8	3.50	3.30	0.433	0.412	0.422
7 día	604400	777	848.2	900.9	3.70	3.40	0.457	0.424	0.441
8 día	691200	831	848.2	900.9	3.70	3.40	0.457	0.424	0.441



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



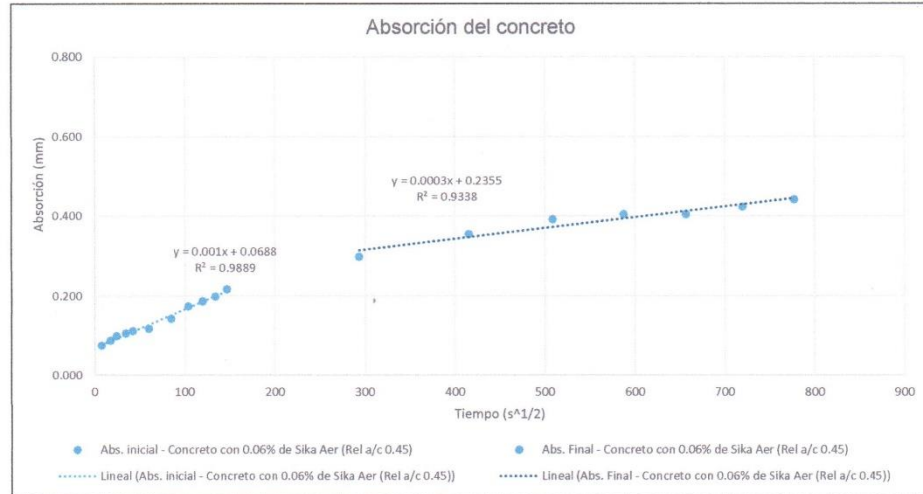
Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORCIÓN INICIAL Y SECUNDARIA



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Dياز Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**INFORME DE ENSAYO N° 460-22-TEM**

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto  
(ASTM C-1585)

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

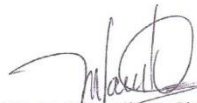
**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL INCORPORADOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO SEGÚN ACI 318-19 CON CLASE DE EXPOSICIÓN F1 Y F2, TRUJILLO 2022  
**MUESTRA** : CONCRETO PATRÓN - RELACIÓN A/C (0.55)  
**FECHA** : 18/05/2022

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

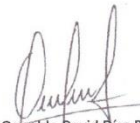
# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CP-0.55 (1)	101.0	101.0	47.0	8011.8	881.1	12:00 p. m.
Espécimen 2	CP-0.55 (2)	101.0	101.0	48.0	8011.8	876.4	12:00 p. m.

**3. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Tiempo	Tiempo (s)	s <sup>1/2</sup>	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	
0 min	0	0	881.1	876.4	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	881.7	877.1	0.60	0.70	0.075	0.087	0.081
5 min	300	17	881.9	877.4	0.80	1.00	0.100	0.125	0.112
10 min	600	24	882.0	877.5	0.90	1.10	0.112	0.137	0.125
20 min	1200	35	882.3	877.7	1.20	1.30	0.150	0.162	0.156
30 min	1800	42	882.3	877.9	1.20	1.50	0.150	0.187	0.169
1 hr	3600	60	882.5	878.1	1.40	1.70	0.175	0.212	0.193
2 hr	7200	85	882.7	878.4	1.60	2.00	0.200	0.250	0.225
3 hr	10800	104	882.9	878.6	1.80	2.20	0.225	0.275	0.250
4 hr	14400	120	883.0	878.9	1.90	2.50	0.237	0.312	0.275
5 hr	18000	134	883.2	879.0	2.10	2.60	0.262	0.325	0.293
6 hr	21600	147	883.3	879.1	2.20	2.70	0.275	0.337	0.306
1 día	86400	294	884.0	879.9	2.90	3.50	0.362	0.437	0.399
2 día	172800	416	884.6	880.3	3.50	3.90	0.437	0.487	0.462
3 día	259200	509	885.0	880.5	3.90	4.10	0.487	0.512	0.499
4 día	345600	588	885.3	880.8	4.20	4.40	0.524	0.549	0.537
5 día	432000	657	885.5	880.9	4.40	4.50	0.549	0.562	0.555
6 día	518400	720	885.7	881.0	4.60	4.60	0.574	0.574	0.574
7 día	604400	777	885.8	881.1	4.70	4.70	0.587	0.587	0.587
8 día	691200	831	885.8	881.1	4.70	4.70	0.587	0.587	0.587



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

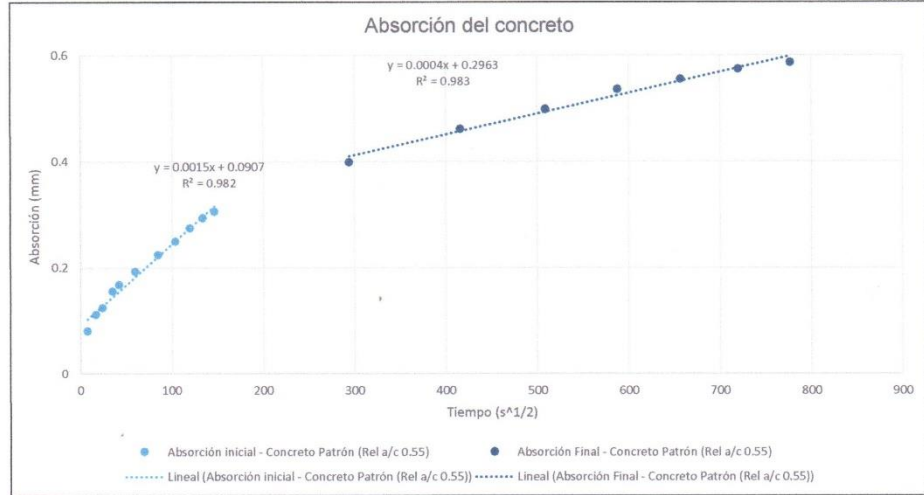


Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORCIÓN INICIAL Y SECUNDARIA



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**INFORME DE ENSAYO N° 462-22-TEM**

**Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto  
(ASTM C-1585)**

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

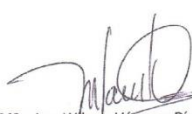
**SOLICITANTES** : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL INCORPORADOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO SEGÚN ACI 318-19 CON CLASE DE EXPOSICIÓN F1 Y F2, TRUJILLO 2022  
**MUESTRA** : CONCRETO CON 0.03% DE SIKA AER - RELACIÓN A/C (0.55)  
**FECHA** : 18/05/2022

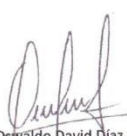
**2. DATOS DE LA MUESTRA**

# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE1-0.55 (1)	102.0	102.0	49.0	8171.3	870.6	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE1-0.55 (2)	102.0	101.0	47.0	8091.4	899.8	12:00 p. m.

**3. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Tiempo	Tiempo (s)	s <sup>1/2</sup>	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CE1 (1)	CE1 (2)	CE1 (1)	CE1 (2)	CE1 (1)	CE1 (2)	
0 min	0	0	870.6	899.8	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	871.2	900.7	0.60	0.90	0.073	0.111	0.092
5 min	300	17	871.4	901.0	0.80	1.20	0.098	0.148	0.123
10 min	600	24	871.5	901.2	0.90	1.40	0.110	0.173	0.142
20 min	1200	35	871.7	901.4	1.10	1.60	0.135	0.198	0.166
30 min	1800	42	871.8	901.6	1.20	1.80	0.147	0.222	0.185
1 hr	3600	60	872.2	902.0	1.60	2.20	0.196	0.272	0.234
2 hr	7200	85	872.4	902.3	1.80	2.50	0.220	0.309	0.265
3 hr	10800	104	872.7	902.6	2.10	2.80	0.257	0.346	0.302
4 hr	14400	120	873.0	903.0	2.40	3.20	0.294	0.395	0.345
5 hr	18000	134	873.1	903.1	2.50	3.30	0.306	0.408	0.357
6 hr	21600	147	873.3	903.2	2.70	3.40	0.330	0.420	0.375
1 día	86400	294	874.5	904.4	3.90	4.60	0.477	0.569	0.523
2 día	172800	416	875.0	905.1	4.40	5.30	0.538	0.655	0.597
3 día	259200	509	875.6	905.4	5.00	5.60	0.612	0.692	0.652
4 día	345600	588	875.7	905.6	5.10	5.80	0.624	0.717	0.670
5 día	432000	657	875.9	905.8	5.30	6.00	0.649	0.742	0.695
6 día	518400	720	876.1	906.1	5.50	6.30	0.673	0.779	0.726
7 día	604400	777	876.2	906.3	5.60	6.50	0.685	0.803	0.744
8 día	691200	831	876.2	906.3	5.60	6.50	0.685	0.803	0.744

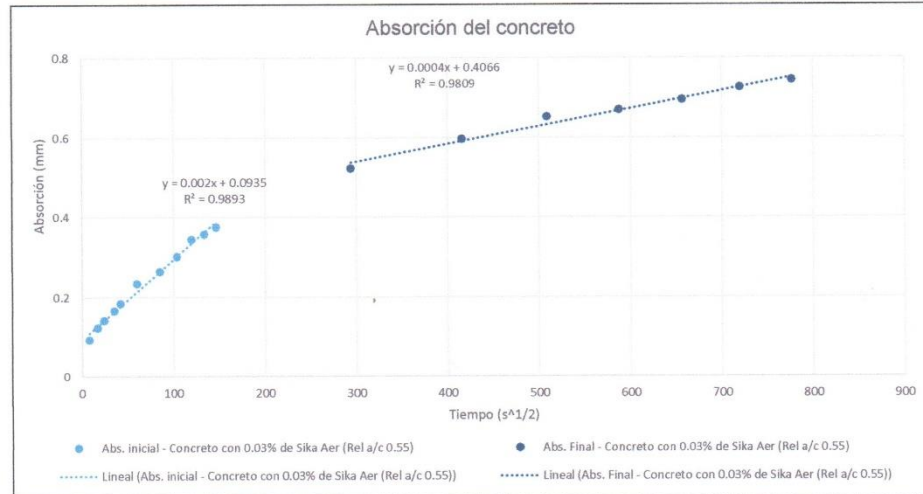
  
MSc. Ing. Wilmer Vasquez Diaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

  
Ing. Oswaldo David Diaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Oficina:** Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
**Laboratorio:** Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORCIÓN INICIAL Y SECUNDARIA



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**INFORME DE ENSAYO N° 579-22-TEM**

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción de concreto  
(ASTM C-1585)

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

SOLICITANTES : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES

PROYECTO : INFLUENCIA DEL INCORPORADOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO SEGÚN ACI 318-19 CON CLASE DE EXPOSICIÓN F1 Y F2, TRUJILLO 2022

MUESTRA : CONCRETO CON 0.045% DE SIK AER - RELACIÓN A/C (0.55)

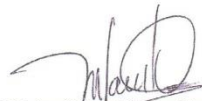
FECHA : 18/05/2022

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE2-0.55 (1)	101.0	101.0	47.0	8011.8	791.9	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE2-0.55 (2)	101.0	101.0	49.0	8011.8	837.7	12:00 p. m.

**3. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Tiempo	Tiempo (s)	s <sup>1/2</sup>	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CE2 (1)	CE2 (2)	CE2 (1)	CE2 (2)	CE2 (1)	CE2 (2)	
0 min	0	0	791.9	837.7	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	792.5	838.4	0.60	0.70	0.075	0.087	0.081
5 min	300	17	792.7	838.6	0.80	0.90	0.100	0.112	0.106
10 min	600	24	792.9	838.7	1.00	1.00	0.125	0.125	0.125
20 min	1200	35	793.1	838.8	1.20	1.10	0.150	0.137	0.144
30 min	1800	42	793.2	839.0	1.30	1.30	0.162	0.162	0.162
1 hr	3600	60	793.5	839.2	1.60	1.50	0.200	0.187	0.193
2 hr	7200	85	793.9	839.7	2.00	2.00	0.250	0.250	0.250
3 hr	10800	104	794.4	840.1	2.50	2.40	0.312	0.300	0.306
4 hr	14400	120	794.5	840.2	2.60	2.50	0.325	0.312	0.318
5 hr	18000	134	794.7	840.3	2.80	2.60	0.349	0.325	0.337
6 hr	21600	147	794.9	840.5	3.00	2.80	0.374	0.349	0.362
1 día	86400	294	796.0	841.5	4.10	3.80	0.512	0.474	0.493
2 día	172800	416	796.8	842.0	4.90	4.30	0.612	0.537	0.574
3 día	259200	509	797.2	842.6	5.30	4.90	0.662	0.612	0.637
4 día	345600	588	797.6	842.9	5.70	5.20	0.711	0.649	0.680
5 día	432000	657	797.8	843.0	5.90	5.30	0.736	0.662	0.699
6 día	518400	720	797.8	843.1	5.90	5.40	0.736	0.674	0.705
7 día	604400	777	797.9	843.1	6.00	5.40	0.749	0.674	0.711
8 día	691200	831	797.9	843.2	6.00	5.50	0.749	0.686	0.718

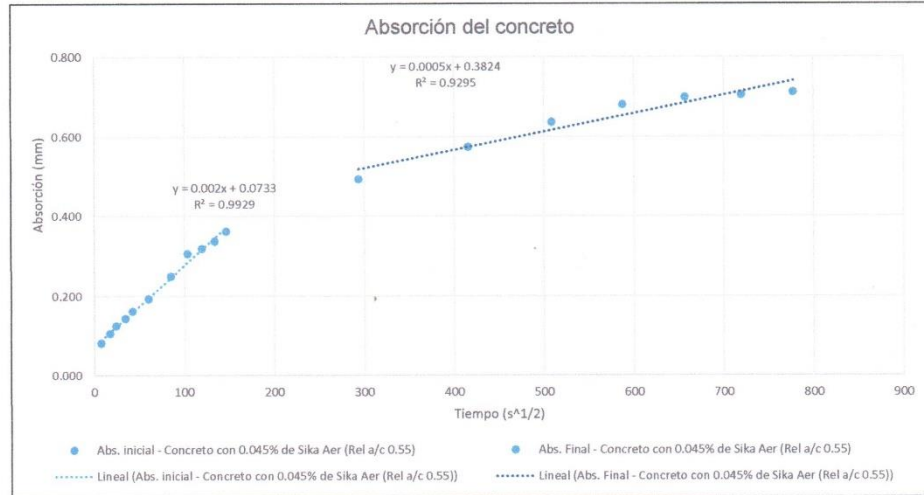


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORCIÓN INICIAL Y SECUNDARIA



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Djaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 581-22-TEM

#### Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto (ASTM C-1585)

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTES : JESÚS ALBERTO GOICOCHEA ALVAREZ / FRANCISCO JESÚS ALBERTO ESCOBAR REYES

PROYECTO : INFLUENCIA DEL INCORPORADOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO SEGÚN ACI 318-19 CON CLASE DE EXPOSICIÓN F1 Y F2, TRUJILLO 2022

MUESTRA : CONCRETO CON 0.06% DE SIKA AER - RELACIÓN A/C (0.55)

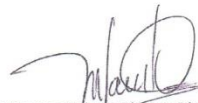
FECHA : 18/05/2022

#### 2. DATOS DE LA MUESTRA

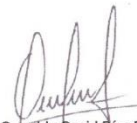
# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE3-0.55 (1)	101.0	101.0	47.0	8011.8	804.9	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE3-0.55 (2)	101.0	101.0	47.0	8011.8	812.9	12:00 p. m.

#### 3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s <sup>1/2</sup>	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CE3 (1)	CE3 (2)	CE3 (1)	CE3 (2)	CE3 (1)	CE3 (2)	
0 min	0	0	804.9	812.9	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	805.4	813.7	0.50	0.80	0.062	0.100	0.081
5 min	300	17	805.4	813.8	0.50	0.90	0.062	0.112	0.087
10 min	600	24	805.5	814.0	0.60	1.10	0.075	0.137	0.106
20 min	1200	35	805.6	814.1	0.70	1.20	0.087	0.150	0.119
30 min	1800	42	805.6	814.3	0.70	1.40	0.087	0.175	0.131
1 hr	3600	60	805.7	814.5	0.80	1.60	0.100	0.200	0.150
2 hr	7200	85	805.9	814.8	1.00	1.90	0.125	0.237	0.181
3 hr	10800	104	806.0	815.0	1.10	2.10	0.137	0.262	0.200
4 hr	14400	120	806.1	815.3	1.20	2.40	0.150	0.300	0.225
5 hr	18000	134	806.3	815.5	1.40	2.60	0.175	0.325	0.250
6 hr	21600	147	806.4	815.7	1.50	2.80	0.187	0.349	0.268
1 día	86400	294	807.0	816.6	2.10	3.70	0.262	0.462	0.362
2 día	172800	416	807.5	817.6	2.60	4.70	0.325	0.587	0.456
3 día	259200	509	807.9	817.9	3.00	5.00	0.374	0.624	0.499
4 día	345600	588	808.1	818.1	3.20	5.20	0.399	0.649	0.524
5 día	432000	657	808.2	818.4	3.30	5.50	0.412	0.686	0.549
6 día	518400	720	808.3	818.6	3.40	5.70	0.424	0.711	0.568
7 día	604400	777	808.3	818.7	3.40	5.80	0.424	0.724	0.574
8 día	691200	831	808.3	818.7	3.40	5.80	0.424	0.724	0.574



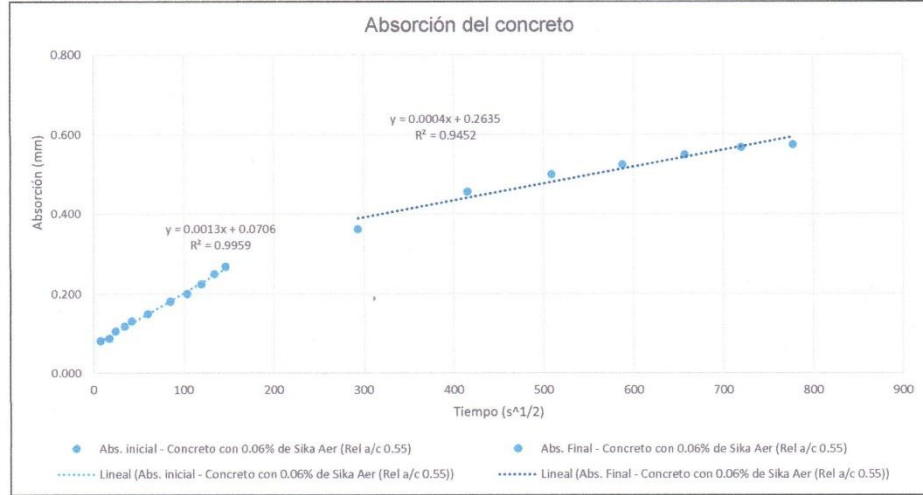
MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591



4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORCIÓN INICIAL Y SECUNDARIA



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.  
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: [www.tem-concrete.com](http://www.tem-concrete.com)

## 5. Ficha Técnica de aditivos



### HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## SikaCem® Plastificante

Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce agua del concreto incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.

#### USOS

SikaCem® Plastificante es recomendable para:

- Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)
- Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

##### En el hormigón fresco:

- Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.
- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado en un 15% aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación.

##### En el hormigón endurecido:

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden de más del 15%.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

#### CERTIFICADOS / NORMAS

SikaCem® Plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo A y Tipo D

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
Empaques	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Envase PET x 4 L</li> <li>▪ Balde x 20 L</li> </ul>
Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
Densidad	1.20 +/- 0.02

#### INFORMACIÓN TÉCNICA

**Guía de Vaciado de Concreto** Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del

Hoja De Datos Del Producto  
SikaCem® Plastificante  
Junio 2021, Versión 01.02  
021302011000000829

1 / 2

agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plastificante al pastón y complete con la menor cantidad de agua hasta lograr la fluidez requerida.

Para asegurar la homogeneidad del hormigón o mortero, se recomienda mezclar durante 3 minutos adicionales luego de incorporar todos los materiales componentes a la mezcladora.

Para mejorar el desempeño de morteros y hormigones se recomienda mantener la dosificación y proporción de los materiales componentes, Utilizar la menor cantidad de agua de mezclado hasta alcanzar la fluidez necesaria para la obra.

Cuidar que se cumplan las correctas condiciones de elaboración, colocación, compactación y curado.

La sobre-dosificación de SikaCem® Plastificante puede causar retardo de fragüe.

El desempeño de los aditivos pueden variar si se modifican los materiales componentes o sus cantidades.

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

### Dosificación Recomendada

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
- Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## LIMITACIONES

Temperatura Ambiente +5°C mín. / +30°C máx.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

## NOTAS LEGALES

**Sika Perú**  
Habilitación Industrial  
El Lúcumo Mz. "B" Lote 6  
Lurín, Lima  
Tel. (511) 618-6060

**Hoja De Datos Del Producto**  
SikaCem® Plastificante  
Junio 2021, Versión 01.02  
021302011000000829

2 / 2

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

SikaCemPlastificante-es-PE-(06-2021)-1-2.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



BUILDING TRUST



## 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.

Hoja Técnica  
SikaAer®  
19.11.14, Edición 11

1/3

<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b> 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.
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>DENSIDAD</b> 1.01 - 1.02 kg/L
<b>INFORMACIÓN DEL SISTEMA</b>	
<b>DETALLES DE APLICACIÓN</b>	<b>CONSUMO / DOSIS</b> 0.02% a 0.12% del peso del cemento.
<b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b>	<b>MODO DE APLICACIÓN</b> 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 <sup>3</sup> 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.
<b>INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD</b>	
<b>PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN</b>	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.
<b>OBSERVACIONES</b>	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: <a href="http://www.sika.com.pe">www.sika.com.pe</a>
<b>NOTAS LEGALES</b>	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 <a href="http://www.sika.com.pe">www.sika.com.pe</a> .

---

**“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](http://www.sika.com.pe)

Hoja Técnica  
SikaAer®  
19.11.14, Edición 11

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



© 2014 Sika Perú S.A.

## 6. Panel fotográfico

### *Ensayo de Granulometría por tamizado en seco muestra de arena gruesa*



*Nota.* Para ensayar la muestra se procedió a secarla previamente al horno por  $24 \pm 4$  horas a  $110^{\circ}\text{C}$ , posterior a ello se realizó el ensayo de granulometría. *Fuente: Propia*

### *Dosificación de aditivos Sika Aer y SikaCem*



*Nota.* Porcentaje de aditivos Sika Aer (izquierda) como incorporador de aire y SikaCem (derecha) como plastificante. *Fuente: Propia*

*Lecturas de temperatura de concreto en estado fresco*



*Fuente: Propia*

*Lecturas de peso unitario compactado de concreto en estado fresco*



*Fuente: Propia*



***Ensayo de Asentamiento o Slump para Concreto de mezcla patrón con adición de Sikacem Plastificante al 0,50%***



*Nota.* Se utilizó el cono de Abrams para ensayo de asentamiento se determinó un Slump de 3”-4” para mezcla patrón. *Fuente: Propia*

***Ensayo de Asentamiento o Slump para Concreto de mezcla patrón con adición de Sikacem Plastificante al 0.85%***



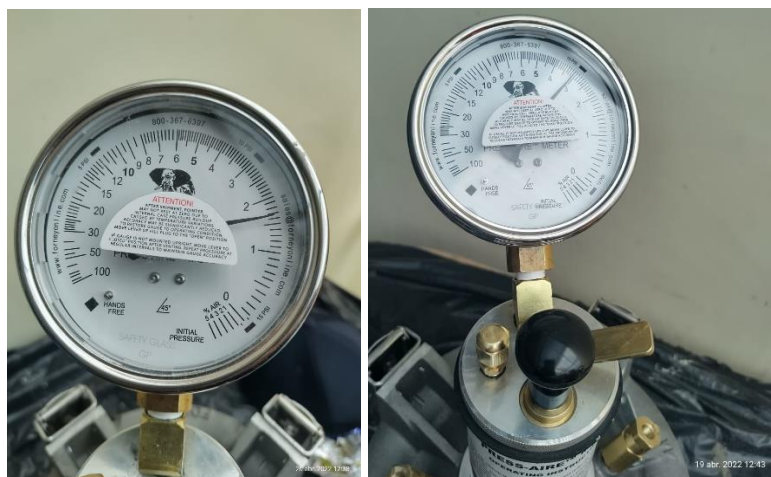
*Nota.* Se utilizó el cono de Abrams para ensayo de asentamiento se determinó un Slump de 5 ¾” para mezcla con Microsílice, se encontró incidencia que a mayor cantidad de Sikafume, menor trabajabilidad se obtenía. *Fuente: Propia*

*Preparación de muestras de mezclas de concreto en estado fresco para ensayo  
de contenido de aire por método por presión*



*Fuente: Propia*

*Lecturas de ensayo de contenido de aire por método por presión de mezclas de  
concreto en estado fresco*



*Fuente: Propia*

**Proceso de confección de probetas cilíndricas de concreto 4"x8"**



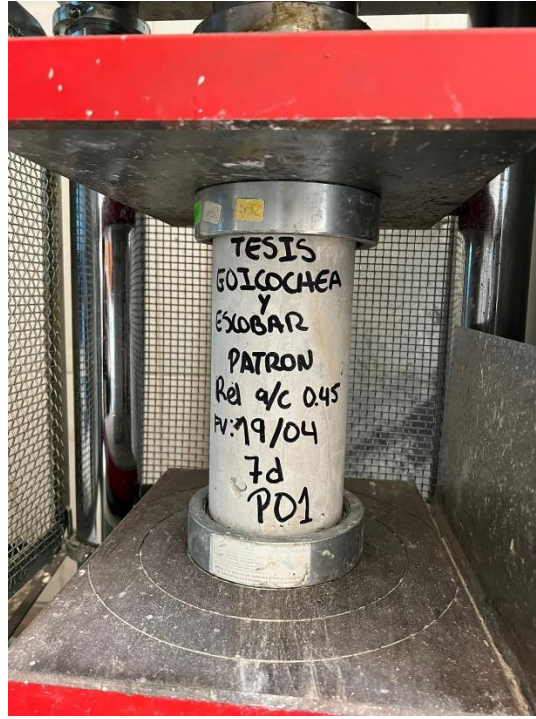
*Nota.* Grupo de probetas confeccionadas para ensayos de resistencia a compresión, se elaboraron 3 probetas de cada diseño de mezcla y otras 3 usadas para el ensayo de absorción *Fuente: Propia*

**Proceso de codificación de probetas cilíndricas de concreto 4"x8"**



*Fuente: Propia*

***Resistencia a compresión del concreto Patrón a edad de 07 días***



*Fuente: Propia*

***Proceso de preparación de probeta con 28 días de edad para ensayo de absortividad***



*Fuente: Propia*

***Ensayos de absortividad en muestras con incorporador de aire y plastificante***



*Fuente: Propia*