

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

*Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%)  
en los parámetros de resistencia para un concreto  $F'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$ .*

---

**Área de Investigación:**

Construcción y Materiales

**Autores:**

Cundía Turpo, María Cristina

Prado Paredes, Brayan Keyshi

**Jurado Evaluador**

**Presidente:** Luján Silva, Enrique Francisco

**Secretario:** Galicia Guarniz, William Conrad

**Vocal:** Vertiz Malabrigo, Manuel Aalberto

**Asesor:**

Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>

**TRUJILLO –PERÚ**

**2022**

**Fecha de sustentación: 2022/12/16**

## **Dedicatoria**

A Dios, por darme salud, vida y por haberme puesto en el camino gente buena que me ha ayudado de manera directa e indirecta a cumplir mi sueño.

A mis padres, Ermelinda y Orlando por ser mi mayor referente de aprendizaje, por enseñarme a nunca rendirme y que todo se logra con esfuerzo y dedicación.

A mi hermana Yajayra que con sus consejos de vida, apoyo y guía me impulso a cumplir mis metas.

Y a mi compañero de Brayan Prado al cual conozco desde el colegio y con quien tengo la bendición de poder lograr esta meta juntos.

**Br. Cundía Turpo, María Cristina**

## **Dedicatoria**

Esta tesis está dedicada:

A Dios, por darme la vida y salud.

A mis padres Jhon y Grace, por su amor, paciencia y apoyo incondicional. Muchos de mis logros se los debo a ustedes. Gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mis hermanos Hanns, Ariana, Jhon y Briana por todo su apoyo y palabras de aliento en todo este proceso. A mi sobrino Anthuan y a toda mi familia porque con sus oraciones y consejos me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mi esposa Rosalinda Valenzuela, por su paciencia y compañía.

A mi hijo John Casey, por ser el mayor motivo en mi vida.

A mi compañera Maria Cundia con quien estudiamos juntos desde la primaria, y actualmente con casi 17 años de amistad, logramos culminar satisfactoriamente esta tesis.

**Br. Prado Paredes, Brayan Keyshi**

## **Agradecimiento**

A Dios por su presencia en mi vida y en esta meta alcanzada.

Quiero agradecer a nuestras familias y especialmente a mis padres que con su apoyo fueron el pilar fundamental en nuestra formación como profesionales, brindándonos confianza, consejos y recursos para lograrlo.

A nuestro tutor de tesis el ingeniero JUAN PAUL EDWARD HENRÍQUEZ ULLOA, quien, con su dedicación y colaboración, motivó la culminación de nuestros estudios profesionales y la elaboración de este trabajo de investigación.

A todas las personas que de alguna manera u otra fueron partícipes para que este proyecto de investigación se materializara.

**Br. Cundía Turpo, María Cristina**

## **Agradecimiento**

Mi profundo agradecimiento a la Universidad Privada Antenor Orrego, a toda la facultad de Ingeniería, a mis profesores, en especial al Dr. Lujan y al Dr. Galicia quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron posible este acontecimiento, gracias por su dedicación, apoyo y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al ing. Paul Henrique, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

**Br. Prado Paredes, Brayan Keyshi**

## Resumen

La presente tesis trata del análisis en los parámetros de resistencia a la compresión, flexión y tracción simple, para un concreto  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  aplicando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8% para reforzar el concreto.

La metodología empleada es cuantitativa, con un tipo de investigación aplicada y diseño de investigación descriptiva, porque se va a recopilar información e investigar normas para realizar los ensayos y diseños, con el fin de obtener mejores resultados de la resistencia a la compresión, flexión y tracción simple.

En el procedimiento realizamos el análisis de las características de los agregados fino y grueso mediante la Norma Técnica Peruana NTP 400.012, luego elaboramos el diseño de mezcla de concreto bajo los lineamientos de American Concrete Institute (ACI 211.1) empleando cemento Pacasmayo Ico con adición de aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%. Seleccionamos especímenes cilíndricos de 10 cm x 20 cm (10 cm de diámetro y 20 cm de altura) para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto de acuerdo a las Normas NTP 339.034 y ASTM C39, para la resistencia a la tracción simple se utilizaron testigos con las mismas medidas ya mencionadas, de acuerdo a los criterios de las Normas NTP 339.084 y ASTM C496 - 96; determinamos el ensayo de la resistencia a flexión seleccionando testigos prismáticos de 15 cm x 15 cm x 50 cm (15 cm de ancho, 15 cm de altura y 50 cm de largo) según las Normas NTP 339.078 y ASTM C78.

Por último, evaluamos los resultados mediante tablas y gráficos comparativos del valor a compresión, flexión y tracción simple de los testigos (patrón, patrón + 4%, patrón + 6% y patrón + 8% de vidrio en polvo) ensayados a los 7, 14 y 28 días

**Palabras clave:** resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción, vidrio en polvo y aditivo.

## Abstract

This thesis deals with the analysis of the parameters of resistance to compression, bending and simple traction, for a concrete  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  applying Sika® CEM Plasticizer additive and glass powder at 4%, 6% and 8% to reinforce the concrete.

The methodology used is quantitative, with a type of applied research and descriptive research design, because information will be collected and standards will be investigated to carry out tests and designs, in order to obtain better results of resistance to compression, bending and simple traction.

In the procedure we carry out the analysis of the characteristics of the fine and coarse aggregates through the Peruvian Technical Standard NTP 400.012, then we elaborate the concrete mix design under the guidelines of the American Concrete Institute (ACI 211.1) using Pacasmayo Ico cement with the addition of additive Sika® CEM Plasticizer and glass powder at 4%, 6% and 8%. We selected cylindrical specimens of 10 cm x 20 cm (10 cm in diameter and 20 cm in height) for the compressive strength test of the concrete according to the NTP 339.034 and ASTM C39 Standards, for the simple tensile strength were used witnesses with the same measurements already mentioned, according to the criteria of the NTP 339.084 and ASTM C496 - 96 Standards; We determined the flexural strength test by selecting prismatic cores of 15 cm x 15 cm x 50 cm (15 cm wide, 15 cm high and 50 cm long) according to NTP 339.078 and ASTM C78 standards.

Finally, we evaluated the results through comparative tables and graphs of the compression, bending and simple tensile values of the witnesses (standard, standard + 4%, standard + 6% and standard + 8% of glass powder) tested at 7, 14 and 28 days.

**Keywords:** compressive strength, flexural strength, tensile strength, glass powder and additive.

## Índice

RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de Investigación.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3 Justificación del estudio: .....	3
II. MARCO DE REFERENCIA .....	4
2.1. Antecedentes del estudio.....	4
2.2. Marco Teórico .....	7
2.3. Marco Conceptual.....	31
2.4. Sistema de Hipótesis, Variables e Indicadores .....	34
III. METODOLOGÍA EMPLEADA .....	36
3.1. Tipo y Nivel de Investigación .....	36
3.2. Población y Muestra de estudio.....	36
3.3. Diseño de Investigación.....	37
3.4. Técnicas e instrumentos de Investigación .....	37
3.5. Procesamiento y análisis de Datos .....	38
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	40
4.1. Propuesta de investigación.....	40
4.2. Análisis e interpretación de resultados .....	41
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	128
CONCLUSIONES.....	130
RECOMENDACIONES .....	132
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	133
ANEXOS .....	135

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Tipos de Cemento.....	8
<b>Tabla 2.</b> Análisis granulométrico.....	10
<b>Tabla 3.</b> Agregado Fino NTP 400.012. ....	11
<b>Tabla 4.</b> Agregado Grueso NTP 400.0012.....	11
<b>Tabla 5.</b> Diámetro de bloque y probeta.....	14
<b>Tabla 6.</b> Edad y tolerancia de ensayo.....	15
<b>Tabla 7.</b> Edad y tolerancia de tiempo de los testigos cilíndricos.....	15
<b>Tabla 8.</b> Tipo de fractura.....	17
<b>Tabla 9.</b> Procedimiento de Probetas.....	19
<b>Tabla 10.</b> Procedimiento de flexión de vigas.....	21
<b>Tabla 11.</b> Fórmula del módulo de rotura.....	22
<b>Tabla 12.</b> Porcentaje de Resistencia a Compresión.....	22
<b>Tabla 13.</b> $F'c$ = resistencia a la compresión ( $kg/cm^2$ ).....	27
<b>Tabla 14.</b> Slump Diseño de mezcla.....	28
<b>Tabla 15.</b> Agua de mezcla y % de aire (ACI 211.1).....	28
<b>Tabla 16.</b> Relación agua/cemento ACI 211.1.....	29
<b>Tabla 17.</b> Coeficiente $b/bo$ (ACI 211.1).....	30
<b>Tabla 18.</b> Cantidad total de Testigos a usar en ensayos.....	37
<b>Tabla 19.</b> Granulometría del Agregado Fino.....	41
<b>Tabla 20.</b> Granulometría del Agregado Grueso.....	43
<b>Tabla 21.</b> Contenido de humedad del Agregado Fino.....	45
<b>Tabla 22.</b> Contenido de humedad del Agregado Grueso.....	45
<b>Tabla 23.</b> Peso unitario suelto del Agregado Fino.....	46
<b>Tabla 24.</b> Peso unitario suelto del Agregado Grueso.....	46
<b>Tabla 25.</b> Peso unitario compactado del Agregado Fino.....	47
<b>Tabla 26.</b> Peso unitario compactado del Agregado Grueso.....	47
<b>Tabla 27.</b> Peso específico y absorción del Agregado Fino.....	48
<b>Tabla 28.</b> Peso específico del Agregado Grueso.....	48
<b>Tabla 29.</b> Datos de la muestra – PATRÓN.....	50
<b>Tabla 30.</b> Corrección de materiales peso húmedo – PATRÓN.....	51
<b>Tabla 31.</b> Peso de materiales por tanda – PATRÓN.....	51
<b>Tabla 32.</b> Datos de la muestra – PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO.....	53
<b>Tabla 33.</b> Corrección de humedad – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.....	54
<b>Tabla 34.</b> Peso por tanda – PATRÓN +4%VIDRIO EN POLVO.....	54
<b>Tabla 35.</b> Datos de la muestra – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.....	55
<b>Tabla 36.</b> Corrección Peso Húmedo – PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO.....	57
<b>Tabla 37.</b> Peso por tanda – PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO.....	57
<b>Tabla 38.</b> Datos de la muestra – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.....	58
<b>Tabla 39.</b> Corrección Peso Húmedo – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.....	60
<b>Tabla 40.</b> <i>Peso por tanda – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO</i> .....	60
<b>Tabla 41.</b> Compresión a los 7 días – PATRÓN.....	62
<b>Tabla 42.</b> <i>Compresión a los 14 días – PATRÓN</i> .....	63
<b>Tabla 43.</b> Compresión a los 28 días – PATRÓN.....	64
<b>Tabla 44.</b> <i>Promedio a 7, 14 y 28 días – PATRÓN</i> .....	65
<b>Tabla 45.</b> Compresión a los 7 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.....	67
<b>Tabla 46.</b> Compresión a los 14 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.....	68
<b>Tabla 47.</b> Compresión a los 28 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.....	69
<b>Tabla 48.</b> <i>Promedio a 7, 14 y 28 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO</i> ...	70
<b>Tabla 49.</b> Compresión a los 7 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.....	72

<b>Tabla 50.</b> Compresión a los 14 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO....	73
<b>Tabla 51.</b> Compresión a los 28 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO....	74
<b>Tabla 52.</b> Promedio a 7, 14 y 28 días – PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO...	75
<b>Tabla 53.</b> Compresión a los 7 días – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.....	77
<b>Tabla 54.</b> Compresión a los 14 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.....	78
<b>Tabla 55.</b> Compresión a los 28 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.....	79
<b>Tabla 56.</b> Promedio a 7, 14 y 28 días–PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO....	80
<b>Tabla 57.</b> Promedio general de Ensayos a los 7, 14 y 28 días. ....	82
<b>Tabla 58.</b> Flexión a los 7 días – PATRÓN. ....	84
<b>Tabla 59.</b> Flexión a los 14 días – PATRÓN. ....	85
<b>Tabla 60.</b> Flexión a los 28 días – PATRÓN. ....	86
<b>Tabla 61.</b> Promedio general de flexión 7, 14 y 28 días – PATRÓN. ....	87
<b>Tabla 62.</b> Flexión a los 7 días – PATRÓN. +4% VIDRIO EN POLVO.....	89
<b>Tabla 63.</b> Flexión a los 14 días – PATRÓN. +4% VIDRIO EN POLVO.....	90
<b>Tabla 64.</b> Flexión a los 28 días – PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO.....	91
<b>Tabla 65.</b> Promedio a 7, 14 y 28 días–PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO....	92
<b>Tabla 66.</b> Flexión a los 7 días – PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO.....	94
<b>Tabla 67.</b> Flexión a los 14 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.....	95
<b>Tabla 68.</b> Flexión a los 28 días – PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO.....	96
<b>Tabla 69.</b> Promedio a 7, 14 y 28 días–PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO....	97
<b>Tabla 70.</b> Flexión a los 7 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.....	99
<b>Tabla 71.</b> Flexión a los 14 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.....	100
<b>Tabla 72.</b> Flexión a los 28 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.....	101
<b>Tabla 73.</b> Promedio a 7, 14 y 28 días–PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO...	102
<b>Tabla 74.</b> Promedio general de flexión a los 7, 14 y 28 días.....	104
<b>Tabla 75.</b> Tracción S. a 7 días – PATRÓN. ....	106
<b>Tabla 76.</b> Tracción S. a 14 días – PATRÓN. ....	107
<b>Tabla 77.</b> Tracción S. a 28 días – PATRÓN. ....	108
<b>Tabla 78.</b> Tracción S. a 7, 14 y 28 días – PATRÓN.....	109
<b>Tabla 79.</b> Tracción S. a 7 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.....	111
<b>Tabla 80.</b> Tracción S. a 14 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.....	112
<b>Tabla 81.</b> Tracción S. a los 28 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO ....	113
<b>Tabla 82.</b> Promedio a 7, 14 y 28 días–PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO...	114
<b>Tabla 83.</b> Tracción S. a 7 días – PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO.....	116
<b>Tabla 84.</b> Tracción S. a 14 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.....	117
<b>Tabla 85.</b> Tracción S. a 28 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.....	118
<b>Tabla 86.</b> Promedio a 7, 14 y 28 días–PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO...	119
<b>Tabla 87.</b> Tracción S. a 7 días – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.....	121
<b>Tabla 88.</b> Tracción S. a 14 días – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.....	122
<b>Tabla 89.</b> Tracción S. a 28 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.....	123
<b>Tabla 90.</b> Promedio a 7, 14 y 28 días–PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO...	124
<b>Tabla 91.</b> Promedio general Tracción S. a 7, 14 y 28 días. ....	126
<b>Tabla 92.</b> Resultado del análisis de los agregados en el laboratorio. ....	128

**Índice de figuras**

<b>Figura 1.</b> Imagen de ensayos de Flexión y Compresión.....	23
<b>Figura 2.</b> Curva Granulométrica. ....	42
<b>Figura 3.</b> Curva granulométrica de agregado grueso. ....	44
<b>Figura 4.</b> Esfuerzo vs Tiempo para una muestra patrón.....	66
<b>Figura 5.</b> Esfuerzo vs tiempo, patrón +4% de vidrio molido.....	71
<b>Figura 6.</b> Esfuerzo vs tiempo, patrón +6% de vidrio molido.....	76
<b>Figura 7.</b> Esfuerzo vs tiempo, patrón +8% de vidrio molido.....	81
<b>Figura 8.</b> Esfuerzo vs tiempo de patrón y 4%,6%,8% de vidrio molido.....	83
<b>Figura 9.</b> Esfuerzo vs tiempo en una muestra patrón. ....	88
<b>Figura 10.</b> Esfuerzo vs tiempo, patrón +4% de vidrio molido.....	93
<b>Figura 11.</b> Esfuerzo vs tiempo, patrón +6% de vidrio molido.....	98
<b>Figura 12.</b> Esfuerzo vs tiempo, patrón +8% de vidrio molido.....	103
<b>Figura 13.</b> Esfuerzo vs tiempo, patrón y 4%,6%,8% de vidrio molido.....	105
<b>Figura 14.</b> Esfuerzo vs tiempo en una muestra patrón. ....	110
<b>Figura 15.</b> Esfuerzo vs tiempo, patrón +4% de vidrio molido.....	115
<b>Figura 16.</b> Esfuerzo vs tiempo, patrón +6% de vidrio molido.....	120
<b>Figura 17.</b> Esfuerzo vs tiempo, patrón +6% de vidrio molido.....	125
<b>Figura 18.</b> Esfuerzo vs tiempo, patrón y 4%,6%,8% de vidrio molido.....	127

## I. Introducción

### 1.1. Problema de Investigación

#### ***Descripción de la realidad problemática:***

En el mundo las personas buscan mejoras técnicas en los materiales de construcción, es por esto que, estos han ido desarrollándose tecnológicamente en beneficio de sus diversos usos y aplicaciones, optimizando la productividad y reduciendo costos en futuros proyectos. Podemos identificar al concreto como uno de los principales materiales utilizados en la mayoría de las construcciones, es una mezcla de aglutinantes (piedra, arena, agua, cemento) que añadiendo aditivos mejora sus propiedades físicas, mecánicas (resistencia a la compresión, a la flexión, tracción simple, etc.) y químicas.

En América Latina también están innovando las técnicas tradicionales de elaboración del concreto, agregando diferentes tipos de fibras y aditivos. En esta búsqueda, se ha encontrado en el vidrio un material que puede ser usado en diversidad de actividades ya que éste es un producto industrializable a gran escala, debido a la posibilidad de reutilizarse. Por otro lado, no se sabía mucho sobre el uso del aditivo y se creía que su alto costo no justificaba su uso en el concreto; sin embargo, varios estudios demostraron que su uso optimiza los diversos factores de la construcción como el precio, mano de obra, tiempo de operación, disminución del tiempo de ejecución de la obra y sobre todo brinda mayor vida útil a la estructura.

En el Perú y sus principales zonas urbanas, las construcciones de distintos tipos de estructuras requieren del uso fundamental del concreto, debido a esto se vienen implementado el uso de elementos químicos (aditivos) para mejorar sus características y propiedades físico – mecánicas, teniendo así la necesidad de realizar ensayos destructivos (resistencia la compresión, flexión y tracción) y no destructivos (módulo de elasticidad), las cuales son guiadas y reguladas por las Normas ASTM (American Society for Testing and Materials), NTP (Norma Técnica Peruana) y ACI (American Concrete Institute), que nos brindan una serie de información y tablas, para la aplicación y el uso del concreto en las construcciones.

**Formulación del Problema:**

¿De qué forma la aplicación de aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8% mejorará los parámetros de resistencia para un concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ ?

**1.2. Objetivos****Objetivo General**

Analizar la aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%; 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto  $F'C=350 \text{ kg/cm}^2$ .

**Objetivos Específicos**

- Realizar el análisis de los agregados fino y grueso, según la Norma NTP 400.012.
- Determinar el diseño de mezcla del Concreto  $F'c=350 \text{ kg/cm}^2$ , para adicionar el aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo, muestra patrón y con distintos porcentajes (4%; 6% y 8%), bajo los lineamientos del ACI – 211.1.
- Elaborar testigos cilíndricos de concreto de 10 cm x 20 cm adicionando aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%, para determinar la resistencia a compresión, según las normativas NTP 339.034 y ASTM-C39.
- Elaborar testigos cilíndricos de concreto 10 cm x 20 cm adicionando aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%, para determinar la resistencia a la tracción simple, según las normas NTP 339.084 y ASTM C-496-96.
- Elaborar testigos prismáticos de concreto de 15 cm x 15 cm x 50 cm adicionando aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%, para determinar la resistencia a la flexión, de acuerdo con las Normas NTP339.078 y ASTM C78.
- Evaluar los resultados obtenidos de los ensayos con distintas dosificaciones mediante gráficos comparativos.

### **1.3 Justificación del Estudio:**

El presente proyecto de investigación es justificable de la siguiente manera:

**Académicamente:** Es justificable académicamente, porque permite la investigación y análisis detallado de las propiedades físico - mecánicas del concreto con adiciones de aditivos como el Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo al 4%; 6% y 8%. Nuestros resultados servirían de guía para futuros antecedentes y para enriquecer su marco teórico.

**Económica:** Nuestra investigación se justifica económicamente, porque pretendemos estudiar una opción nueva de construcción y mejorar las propiedades físico – mecánicas del concreto, al utilizar aditivo y vidrio en polvo, la cual nos conlleva a un menor costo de producción, aparte de obtener un producto reforzado a un bajo costo.

**Social:** Justificamos socialmente porque al tener la oportunidad de evaluar y analizar técnicamente estos materiales, nuestros resultados podrían usarse para futuras construcciones manteniendo todos los factores de seguridad de los habitantes de nuestra ciudad, principalmente en personas que no cuentan con suficientes recursos o la posibilidad de contratar a un especialista en construcción, además con la presente incentivamos a que la población practique el reciclaje, beneficiando no solo nuestra sociedad, sino el mundo.

## II. Marco de Referencia

### 2.1. Antecedentes del estudio

#### ***Antecedentes Internacionales:***

Palacios, L. (2019) en su tesis para optar el grado de Título en Ingeniería Civil titulada “**Determinación Del Comportamiento Del Concreto En Estado Fresco Y Endurecido, Utilizando Vidrio Molido Como Sustituto Parcial Del Agregado Fino**” de la Universidad de El Salvador de Centroamérica – El Salvador, tuvo como principal objetivo determinar el comportamiento del hormigón fresco y endurecido, utilizando vidrio esmerilado como sustituto parcial del agregado fino y su efecto sobre el comportamiento del concreto fresco y endurecido. Se concluyó que, el vidrio es un material que se puede utilizar para preparar mezclas de concreto porque no cambiará significativamente las propiedades del concreto en estado recién mezclado y endurecido. El principal aporte de la siguiente investigación es el de analizar las características de un tipo de concreto más sencillo, que cuenta con vidrio molido como parte de su estructura.

Cano, J. (2019) en su tesis para optar el grado de Título en Ingeniería Civil titulada “**Análisis De Mezclas De Concreto Con Proporciones De Vidrio Molido, Tamizado Y Granular Como Aditivo, A Fin De Aumentar La Resistencia A La Compresión Del Hormigón**” de la Universidad Libre Seccional Pereira – Colombia, tuvo como principal objetivo analizar mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia a la compresión. Con base en los resultados obtenidos en esta tesis, se concluye que, en cualquier exhibición y porcentaje de investigación, el tubo de ensayo que contiene vidrio logra una resistencia mayor que el tubo de ensayo de control de mezcla ordinario. El principal aporte de esta investigación es el de analizar la resistencia del hormigón, que cuenta con vidrio molido, tamizado y granular.

Velasquez, E y Zakhia, Y (2021) en su tesis para optar el grado de Título en Ingeniería Civil titulada “**Determinación de las propiedades del concreto a partir de la sustitución parcial de agregado fino por vidrio molido**” de la Universidad Católica Andrés Bello – Venezuela, tuvo como principal objetivo determinar las

propiedades de resistencia a compresión del concreto, a partir de la sustitución de cierta cantidad de agregado fino por vidrio molido. En esta investigación, se concluyó que, al realizar un análisis de las mezclas con adiciones de vidrio con respecto al concreto convencional, se obtiene en su mayoría resistencias a compresión por debajo de este último, por lo tanto, los probables usos que se le pueden impartir al concreto con adición de vidrio desde este punto de vista son: la fabricación de morteros, adoquines, pisos, cunetas, alcantarillas. El principal aporte de la siguiente tesis es brindar el uso recomendado del concreto sustituyendo el agregado fino por vidrio molido.

Amaya, C y Araque, M (2020) en su tesis para optar el título de Ingeniería Civil titulada **“Estudio De Las Propiedades Físico – Mecánicas Del Concreto Con Incorporación Del Vidrio Molido Y Análisis Comparativo A Partir De Concreto Con Fibra De Acero Y Concreto Convencional”** de la Universidad Santo Tomás – Colombia; tuvo como principal objetivo analizar el módulo de elasticidad y resistencia a la compresión según las diferentes cantidades de vidrio molido. En esta tesis se concluyó que, el vidrio molido demostró ser un material de fácil manejabilidad y al ser añadida al concreto alcanzan una mayor resistencia a la compresión. El principal aporte de la siguiente tesis es el de analizar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto con vidrio molido, y compararlo con las propiedades de un concreto con fibra de acero y un concreto tradicional.

#### ***Antecedentes Nacionales:***

Huapaya, D. (2019) en su tesis para optar el grado de Título en Ingeniería Civil titulada **“Uso De Vidrio Reciclado Como Adición En La Elaboración De Concreto  $f'c=315 \text{ Kg/cm}^2$  Para Obras Portuarias”** de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicada - Lima, tuvo como principal objetivo desarrollar un concreto HS con escoria de alto horno  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  con vidrio reciclado como adición en el concreto para obras portuarias para reducir el impacto ambiental generado por los residuos sólidos de vidrio. Se concluyó que, cuando se utiliza vidrio pulverizado para las mezclas de concreto se favorece al incremento del  $f'c$ , valor que está relacionado directamente con la cantidad de cemento utilizado, por consecuencia, se daría una reducción de las cantidades de cemento y de las emisiones de  $\text{CO}_2$  que se producen. El principal aporte de la siguiente tesis es el de desarrollar un tipo

de concreto especial, adicionando vidrio reciclado, para analizar sus propiedades mecánicas y compararlas con un concreto HS tradicional.

Poma, J. (2019) en su tesis para optar el grado de Título en Ingeniería Civil titulada **“Análisis Y Diseño Para La Elaboración De Concreto  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  Adicionando Vidrio Reciclado Molido Como Agregado Fino Según La Norma ACI 211 Lima 2019”** de la Universidad Privada del Norte de Lima, tuvo como principal objetivo determinar el porcentaje óptimo de análisis y diseño del concreto adicionando vidrio molido como agregado fino en el diseño de mezcla. En esta investigación, se concluyó que, el vidrio no es un agregado al cual se le tenga que adicionar más cemento para que alcance su resistencia según diseño, por el contrario, se observó que su cantidad de agua disminuye, pero sin perder en absoluto los requerimientos del diseño ni la resistencia requerida. El principal aporte de la siguiente investigación es el de realizar un concreto de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , reemplazando el agregado fino tradicional por vidrio molido.

Tello, J. (2019) en su tesis para optar el grado de Título en Ingeniería Civil titulada **“Estudio De La Eficiencia Del Aditivo Sika® Cem Plastificante En El Diseño De Mezclas De Concreto De Alta Resistencia Utilizando Concreto Reciclado En Chiclayo – 2017”** de la Universidad Señor de Sipán - Lambayeque, tuvo como principal objetivo evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto incorporando proporciones de concreto reciclado, además de la adición del aditivo Sika® Cem Plastificante, para su alta resistencia. En esta investigación, se concluyó que, el aditivo Sika® Cem Plastificante mejoró el comportamiento de concreto de alta resistencia, dando mayor trabajabilidad, mejores acabados y un incremento de los esfuerzos mecánicos hasta 30% sobre la resistencia de diseño; además, influyó en mayores tiempos de fraguado. El principal aporte de la siguiente tesis es de analizar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto reciclado, adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante.

Quispe, N y Zarate, F (2020) en sus tesis para optar el grado de Título de Ingeniería Civil titulada **“Análisis De La Variación En El Comportamiento Del Concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  Con La Adición De Vidrio Molido”** de la Universidad de Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco – Cusco, tuvo como principal objetivo analizar la variación en el comportamiento del concreto al adicionar vidrio

molido. Se concluyó que, la adición del 20% y 30% de vidrio molido en reemplazo del agregado fino fueron los que mejores resultados ofrecieron sobrepasando la resistencia del concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El principal aporte de la tesis siguiente es el de adicionar porcentajes de vidrio molido como reemplazo del agregado fino, para analizar la variación que habría en un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

## 2.2. Marco Teórico

Fundamentación teórica y científica del problema:

### ***El Concreto***

Es el material de construcción más utilizado en el mundo, resulta de la mezcla de piedras y mortero (mezcla de arena, agua y cemento) que al solidificarse constituye uno de los materiales más resistentes capaz de soportar grandes esfuerzos a compresión, pero no resiste mucho a esfuerzos de flexión y tracción. El concreto al ser compactada y combinada con el acero recibe el nombre de hormigón armado.

### ***Componentes del concreto***

**El Cemento.** Es un material de construcción compuesto de polvo fino que se obtiene de la mezcla de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro que al ser calcinadas a  $1450^\circ\text{C}$  da como producto el Clinker, y este se muele finamente con yeso y otros aditivos químicos para producir cemento. Este material forma una pasta blanda que se endurece al ser mezclada con agua u otra sustancia y se emplea como componente aglutinante en bloques de hormigón. Está compuesta por:

***Silicato Tricálcico.*** Influye directamente en el calor de hidratación y confiere su resistencia inicial.

***Silicato Dicálcico.*** Define la resistencia a largo plazo y no tiene incidencia el calor de hidratación.

***Aluminato Tricálcico.*** Catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento.

**Aluminato – Férrico Tetracálcico.** Influye en la velocidad de hidratación y un poco en el calor de hidratación.

**Otros Compuestos.** Óxidos de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

**Tabla 1.**  
*Tipos de Cemento.*

TIPO DE CEMENTO	CARACTERÍSTICAS
TIPO I	De uso general y sin propiedades especiales.
TIPO IA	Incorporador de aire y de uso igual al TIPO I.
TIPO II	De moderado resistencia al ataque de los sulfatos.
TIPO IIA	Incorporador de aire y de uso igual al TIPO II.
TIPO II (MH)	De moderado calor de hidratación y resistencia al ataque de los sulfatos.
TIPO II (MH)A	Incorporador de aire y de uso igual al TIPO II (MH).
TIPO III	Alta resistencia temprana y elevado calor de hidratación.
TIPO IIIA	Incorporador de aire y de uso igual al TIPO II (MH)A.
TIPO IV	De bajo calor de hidratación.
TIPO V	Alta resistencia al ataque de sulfatos.

Nota. Adaptado de Especificaciones para el Cemento Portland, Norma ASTM C-150 - 07.

**Agua.** El agua que se emplea en la mezcla debe estar limpia (libre de aceites, ácidos, sales y materias orgánicas), generalmente el agua recomendada para el concreto es el agua potable, que tiene como función principal hidratar el cemento y mejora la trabajabilidad de la mezcla.

En algunos casos se podrá utilizar agua no potable en la elaboración del concreto, para demostrar su capacidad se realizarán cubos de mortero y se harán los ensayos de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días de acuerdo a la Norma ASTM C – 109, este líquido será aceptado si es que la resistencia tiene por lo menos el 90% de los ensayos realizados con agua potable.

**Los Agregados.** “Se define como agregado al conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP. Se les llama también áridos” (NTP 400.011, 2008, p.02).

**Agregado Fino.** “Agregado artificial de rocas o piedras proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa por el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8 pulg) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037” (Norma NTP 400.011, 2008, p.04).

**Agregado Grueso.** “Agregado retenido en el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 4) que cumple los límites establecidos en la NTP 400.037, proveniente de la disgregación natural o artificial de la roca” (Norma NTP 400.011, 2008, p.04).

Análisis de los Agregados.

**Análisis granulométrico.** De acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 400.012 (2013), se tendrá en cuenta los siguientes pasos para el ensayo granulométrico de los agregados:

- El análisis granulométrico se hace con la cuarta parte del cuarteo de la muestra militar.
- Se procede a secar la muestra en el horno con temperatura de 110 °C ± 5 °C.
- Se selecciona los tamices adecuados para la colocación del material.
- Luego del retiro del horno, la medida del agregado fino será de 300 gr mínimo y para el agregado grueso será de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 2.***Análisis granulométrico.*

<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>		<b>CANTIDAD DE LA MUESTRA DE ENSAYO</b>	
<b>Abertura del tamiz</b>		<b>Mínimo</b>	
mm	pulg.	kg	lb
9.5	3/8"	1	2
12.5	1/2"	2	4
19	3/4"	5	11
25	1"	10	22
37.5	1 1/2"	15	33
50	2"	20	44
63	2 1/2"	35	77
75	3"	60	130
90	3 1/2"	100	220
100	4"	150	330

Nota. Adaptado de AGREGADOS, Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global (2013), Norma Técnica Peruana NTP 400.012.

- Se agita los tamices manualmente por un determinado tiempo, de tal manera que todas partículas puedan alcanzar la abertura del tamiz.
- Se determina el peso de la muestra de cada incremento de tamiz sobre una balanza.
- Luego del tamizado el peso total del material deberá ser verificada con el peso de la muestra al ser colocada inicialmente en el tamiz.
- Estos pasos ayudan a determinar los módulos de fineza del agregado fino y grueso.

Requerimientos para la granulometría del agregado fino:

**Tabla 3.**  
*Agregado Fino NTP 400.012.*

<b>AGREGADO FINO NTP 400.012</b>		
<b>ABERTURA</b>	<b>DESIGNACIÓN</b>	<b>LÍMITES ASTM C 33 - 84</b>
9.5 mm	3 /4	100
4.75 mm	N° 4	95 - 100
2.36 mm	N° 8	80 - 100
1.18 mm	N° 16	50 - 85
600 µm	N° 30	25 - 60
300 µm	N° 50	5 - 30
150 µm	N° 100	0 - 10

Nota. Adaptado de AGREGADOS, Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global (2013), Norma Técnica Peruana NTP 400.012.

Requerimiento para la granulometría del agregado grueso:

**Tabla 4.**  
*Agregado Grueso NTP 400.0012.*

<b>AGREGADO GRUESO NTP 400.012</b>		
<b>ABERTURA</b>	<b>DESIGNACIÓN</b>	<b>LIMITES ASTM C 33 - 84</b>
37.5 mm	1 1/2"	100
25 mm	1"	90 - 100
19 mm	3/4"	40 - 85
12.5 mm	1/2"	10 - 40
9.5 mm	3/8"	0 - 15
4.75 mm	N° 4	0 - 5

Nota. Adaptado de AGREGADOS, Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global (2013), Norma Técnica Peruana NTP 400.012.

**Tamaño Máximo.** Menor tamiz por donde pasa toda la muestra del agregado.

**Tamaño Máximo Nominal.** Menor tamiz que produce el primer retenido.

**Módulo de Fineza.** Establecido por Duff, A (1925), después del ensayo de granulometría, se utiliza la siguiente fórmula para hallar el módulo de finura:

$$M.F. = \frac{\Sigma\% \text{ Acumulado}(1\ 1/2\ 3/4\ 3/8''\ N^{\circ}4\ N^{\circ}16\ N^{\circ}30\ N^{\circ}50\ N^{\circ}100)}{100}$$

**Contenido de Humedad del Agregado.** Cantidad de agua que posee un agregado en estado natural, se determina con la siguiente fórmula tanto para el agregado fino y grueso:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{(\text{Peso Humedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

**Peso Unitario del Agregado.** Existen dos tipos:

- **Peso Unitario Suelto (P. U. S.):** es el peso del agregado que llenaría un recipiente de VOLUMEN unitario, se utiliza la siguiente fórmula tanto para el agregado fino y grueso:

$$P.U.S. = \frac{\text{Peso del agregado}}{\text{Volúmen del recipiente}}$$

- **Peso Unitario Compactado (P. U. C.):** determina el grado de compactación que presentan los agregados en su estado natural, se utiliza la siguiente fórmula para el agregado fino y grueso:

$$P.U.C. = \frac{\text{Peso de agregado compactado}}{\text{Volúmen del recipiente}}$$

**Peso Específico y Grado de Absorción del Agregado Fino.** Se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$\text{Peso Específico} = \frac{A}{(B + S - C)}$$

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

Donde:

A = Masa de la muestra seca al horno (gr)

B = Masa del picnómetro llenado de agua (gr)

C = Masa del picnómetro lleno de la muestra y agua (gr)

S = Masa de la muestra saturado superficialmente seca (gr)

**Peso Específico y Grado de Absorción del Agregado Grueso.** Se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$\text{Peso Específico} = \frac{A}{A - C}$$

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

Donde:

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

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

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

### **Curado del concreto**

Tiene por finalidad impedir la pérdida de agua y controlar su temperatura en el proceso inicial de hidratación. después de ponerlo en obra y al menos durante los primeros días de su vida hay que curarlo en un ambiente adecuado, para conseguir las propiedades deseadas (resistencia, estabilidad de volumen y durabilidad).

### **Propiedades del concreto**

**Concreto fresco.** El concreto en estado fresco, presenta las propiedades siguientes:

**Trabajabilidad.** Se define por la facilidad que tiene el concreto de ser mezclada, transportada, manejada y compactada sin alterar su homogeneidad. Estas cualidades se relacionan directamente con la relación agua/cemento, el método para medir la trabajabilidad es el asentamiento o cono de Abrams.

**Movilidad.** Es la facilidad a ser desplazado mediante la aplicación del trabajo externo que está en función de la viscosidad (es la fricción entre las capas de la pasta de cemento), la cohesión (es la fuerza de adherencia entre la pasta de

cemento y los agregados) y la resistencia interna de corte (es la habilidad de las partículas de agregados a rotar y desplazarse dentro de la pasta).

**Asentamiento.** Propiedad más importante del concreto, es referido como la consistencia o fluidez de la mezcla y se mide utilizando el cono de Abrams, según los resultados se puede clasificar en categorías (seca, plástica y fluida).

**Concreto Endurecido.** El concreto endurecido presenta las siguientes propiedades:

**Resistencia a la Compresión.** Consiste en aplicar una carga de compresión axial a los testigos cilíndricos moldeados a una velocidad normalizada de acuerdo al rango mientras ocurre la falla. Los resultados de este ensayo son usados como una referencia para el control de calidad del concreto, proporciones, mezclado, operaciones de colocación, cumplimiento con las especificaciones y control de la efectividad de los aditivos.

- **Máquina de ensayo:** Tendrá una capacidad adecuada, apta y capaz de proveer una velocidad de carga continua y sin detenimiento. El máximo diámetro del bloque y la probeta no excederán de:

**Tabla 5.**

*Diámetro de bloque y probeta.*

DIÁMETRO DE PROBETA DE ENSAYO	MÁXIMO DIAMETRO DEL BLOQUE
50 mm	105 mm
75 mm	130 mm
100 mm	165 mm
150 mm	255 mm
200 mm	280 mm

Nota. Adaptado de CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (2015), Norma Técnica Peruana NTP 339.034.

- **Probetas:** Si cualquier diámetro de un cilindro difiere de otro por más de 2%, las probetas no serán ensayadas. El número de testigos cilíndricos individuales medidos por el diámetro promedio será uno de cada diez probetas o tres probetas por día.

Los ensayos a compresión de probetas serán hechos tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje de humedad, es decir los cilindros serán ensayadas en condición húmeda y también serán fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancia en una determinada edad, como se indica en el siguiente cuadro:

**Tabla 6.**  
*Edad y tolerancia de ensayo.*

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 horas	± 0.5 h ó 2.1%
3 Dias	± 2 h ó 2.8%
7 Dias	± 6 h ó 3.6%
28 Dias	± 20 h ó 3.0%
90 Dias	± 48 h ó 2.2%

Nota. Adaptado de CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (2015), Norma Técnica Peruana NTP 339.034.

De acuerdo a la edad que los testigos cilíndricos tengan deberán alcanzar un porcentaje de resistencia en comparación a la resistencia del concreto de diseño, así como se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla 7.**  
*Edad y tolerancia de tiempo de los testigos cilíndricos.*

EDAD	TOLERANCIA DE TIEMPO
7 Días	70%
14 Días	80%
28 Días	100% o más

- **Cálculo:** Se divide la carga máxima alcanzada por el espécimen entre el área promedio de la sección recta de los testigos cilíndricos y se expresa el resultado con aproximación a 0.1 MPa. Los valores obtenidos dependen del tamaño, forma, tanda, proceso de mezclado, método de muestreo, moldeo, elaboración, edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado. Se tomará en cuenta la siguiente fórmula:

$$A = \frac{(\pi \times \text{diámetro}^2)}{4}$$

Donde:

A= área de la sección.

$$\sigma = \frac{P_{\text{máx}}}{A}$$

Donde:

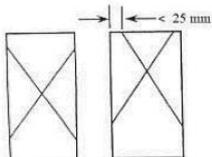
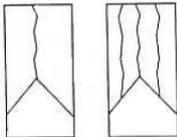
$\sigma$  = Resistencia a la compresión.

P<sub>máx</sub>= Carga última de rotura.

A= área de la sección.

- **Tipo de fractura:** La probeta mostrará un patrón de fractura al aplicar la carga de compresión, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 8.**  
*Tipo de fractura.*

TIPO DE FRACTURA	DESCRIPCIÓN	
Tipo 1	Cono razonablemente bien definido en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.	
Tipo 2	Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien formado en la otra base.	
Tipo 3	Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.	
Tipo 4	Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferencia del Tipo 1.	
Tipo 5	Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.	
Tipo 6	Similar al Tipo 5, pero el terminal del cilindro es acentrado.	

Nota. Adaptado de CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (2015), Norma Técnica Peruana NTP 339.034.

**Resistencia a la Tracción.** “La resistencia a la tracción indirecta se utiliza en el diseño de elementos estructurales de concreto ligero, para evaluar su resistencia al esfuerzo cortante y determinar la longitud de desarrollo del esfuerzo” (NTP 339.084, 2017, p.02).

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga linealmente distribuida a la probeta cilíndrica, esta carga aplicada provoca la aparición de la resistencia a la tracción del concreto. Aunque este posee una muy baja resistencia a la tracción; sin embargo, tiene importancia en el agrietamiento del concreto.

“Generalmente, existe una relación directa entre la resistencia a la tracción y la compresión. Si la resistencia a la compresión disminuye, la resistencia a la tracción también disminuirá” (San Bartolomé, 2014, p.88).

- **Máquina de ensayo:** “Cumplirá con los requerimientos de la NTP 339.034, puede ser de cualquier tipo con capacidad que permita aplicar la carga a una velocidad constante entre 0.7 MPa/min y 1.4 MPa/min hasta que ocurra la falla por compresión diametral” (NTP 339.034, 2017, p.03 y 06).

Al realizar en ensayo se tendrá en cuenta los siguientes componentes de la máquina:

- **Platina de apoyo suplementaria:** Cuando las dimensiones sean menores que la longitud de los testigos cilíndricos, se utilizarán en ambos cabezales de la máquina de tal manera que la carga sea aplicada en toda la longitud del espécimen.

- **Listones de apoyo:** Según la NTP 339.034 (2017), se utilizarán dos listones de madera contrachapada de 3.0 mm de espesor, 25 mm de ancho y con una longitud igual o levemente mayor que el espécimen. Los listones son colocados entre el testigo y las platinas de apoyo superior e inferior o sobre los cabezales de la máquina; y no serán reutilizados.

- **Probetas:** Deben ser cilíndricos, vaciados y fraguados en posición vertical, y deben ser de 150 mm x 300 mm o 100 mm x 200 mm. Los especímenes en condiciones de curado serán mantenidos húmedos entre el período de su remoción del ambiente y ensayo, serán ensayadas en condiciones de humedad. En la siguiente tabla se describe el procedimiento para llevar a cabo el ensayo de la resistencia a la tracción de los testigos cilíndricos:

**Tabla 9.**  
*Procedimiento de Probetas.*

PROCEDIMIENTO	CARACTERÍSTICAS
Marcado	Dibujar líneas diametrales en cada extremo del espécimen utilizando un dispositivo adecuado que nos aseguren que ambas líneas pertenecen al mismo plano axial.
Mediciones	<p>Determinar el diámetro del espécimen con una aproximación de 0.25 mm como el promedio de tres medidas de diámetro tomadas a los extremos.</p> <p>Determinar la longitud del espécimen con una aproximación de 2.0 mm como el promedio de al menos 2 medidas de la longitud tomadas en los planos.</p>
Ubicación del espécimen utilizando las líneas diametrales marcadas	<p>Centrar uno de los listones en la barra de soporte inferior.</p> <p>Colocar la probeta sobre el listón, de tal modo que la línea marcada en el extremo quede vertical y centrada.</p> <p>Colocar el segundo listón sobre la probeta y centrar con las líneas marcadas.</p>
Ubicación del espécimen utilizando la guía de alineación	<p>Colocar los listones de apoyo, el cilindro de ensayo y la platina suplementaria por medio de la guía de alineación.</p> <p>Centrar la guía de tal manera que la platina suplementaria y el centro de la probeta estén directamente debajo del centro del plato esférico del cabezal.</p>

Nota. Adaptado de CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto por compresión diametral de una probeta cilíndrica (2017), Norma Técnica Peruana NTP 339.084.

- **Cálculo:** La carga se aplica hasta que se rompa la probeta tomándose como carga de rotura la carga máxima alcanzada, se utiliza la siguiente fórmula:

$$T = \frac{2P}{\pi LD}$$

Donde:

T= Resistencia a la tracción (MPa).

P= Carga máxima aplicada (N).

L= Longitud (mm).

D= Diámetro (mm).

**Resistencia a flexión.** Este método se usa para determinar la resistencia a la flexión de especímenes prismáticos preparados y curados, aplicando cargas a los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. Los resultados de ensayo se utilizan para determinar el cumplimiento con las especificaciones o como base para operaciones de dosificación, mezcla y colocación del concreto en losas y pavimentos.

- **Máquina de ensayo:** Debe cumplir los requisitos de las secciones sobre la base de la verificación, corrección e intervalo de tiempo, se tiene las siguientes consideraciones:

- No se permite el uso de máquinas de ensayo manuales que no aplican una carga continua en una sola carrera de pistón.
- Están permitidas las motobombas con volumen suficiente para completar el ensayo en una sola carrea del pistón sin necesidad de reabastecimientos.
- Se deberá aplicar cargas a una sola velocidad gradual y sin impacto.

- **Vigas:** Los especímenes prismáticos tendrán una luz libre con apoyos equivalentes a tres veces su altura con una tolerancia del 2% y las caras laterales con las caras superior e inferior formarán ángulos rectos, todas las superficies tendrán que ser lisas y libres de asperezas, porosidad o marcas de identificación inapropiadas.

En la siguiente tabla se describe el procedimiento para realizar el ensayo de resistencia a la flexión:

**Tabla 10.***Procedimiento de flexión de vigas.*

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Prueba de flexion.	Luego de retirar la viga de la cámara de curado, se realizará tan pronto sea posible. Las vigas con superficie seca arrojan resultados menores en mediciones de módulo de rotura.
Uso de las vigas moldeadas.	Se gira uno de los lados con respecto a la posición del moldeado y se centra sobre las placas de apoyo.
Centrado del sistema de aplicación de carga en relación con la fuerza aplicada.	Se colocan los bloques a los cuales se aplicará la carga en contacto con la superficie de la muestra en los tercios de la luz de la viga y aplicar una carga entre 3% y 6% de la carga de rotura estimada.

Nota. Adaptado de CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (2012), Norma Técnica Peruana NTP 339.078.

- **Cálculo:** El módulo de rotura se calculará según la ubicación de la falla dentro del tercio medio o a una distancia de este no mayor al 5% de la luz libre. Los resultados se reportan como el módulo de rotura y varían si existen diferencias en el tamaño, preparación y condiciones de humedad de la viga.

**Tabla 11.**  
*Fórmula del módulo de rotura.*

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	DONDE
Si la falla ocurre dentro del tercio medio de la luz.	$M_r = \frac{PL}{bh^2}$	Mr==Módulo de rotura (Mpa). P=Carga máxima de rotura (N). L= Luz libre entre apoyos (mm). b= Ancho promedio de la viga (mm).
Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de éste no mayor del 5% de la luz libre.	$M_r = \frac{3Pa}{bh^2}$	h= Altura promedio de la viga (mm). a= Distancia promedio entre la línea de ella y el apoyo más cercano de la viga (mm).
Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de este mayor del 5% de luz libre.	Se rechaza el ensayo.	-

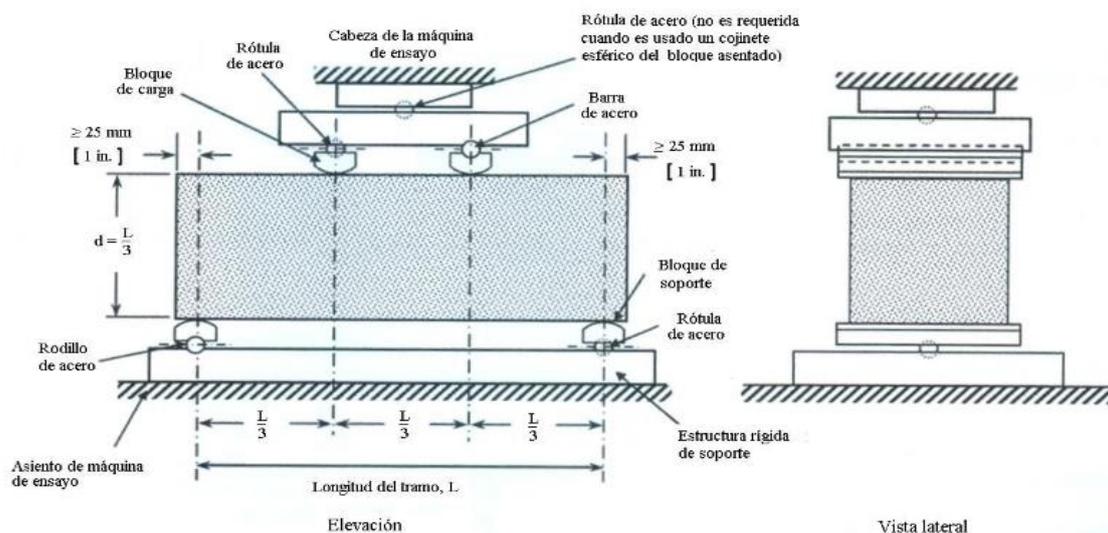
Nota. Adaptado de CONCRETO. Método de ensayo norma para la determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (2012), Norma Técnica Peruana NTP 339.078.

De acuerdo a los valores en porcentaje con respecto a la resistencia de compresión del concreto, los valores del rango de la resistencia a la flexión se expresan en la siguiente tabla:

**Tabla 12.**  
*Porcentaje de Resistencia a Compresión.*

MÉTODO DE ENSAYO	PORCENTAJES REFERIDOS DEL MÓDULO DE ROTURA
Flexión en un punto	15% al 25%
Flexión en dos puntos	12% al 20%

**Figura 1.**  
 Imagen de ensayos de Flexión y Compresión.



Nota: adaptado de Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas (2012), Norma NTP 339.078.

## Los Aditivos

Es definido, según la Norma ASTM C-125 (2020), como un material que no es agua, agregado, cemento hidráulico o fibra reforzada, es una sustancia que puede ser utilizada como componente de mortero o concreto que se agrega a la tanda antes o durante la mezcla para modificar sus propiedades físicas.

La Norma Técnica Peruana (NTP 339.001), define al aditivo como un material que se incorpora al cemento durante su fabricación en conjunto con ciertas rocas naturales (puzolana, caliza, humo de sílice) y es llamada “aditivo de proceso”. El aditivo que se utiliza en la manipulación del cemento es llamado “aditivo funcional” y mejora las propiedades hidráulicas del cemento debido a una adecuada granulometría (aumento de la trabajabilidad y retención de agua, disminución de la porosidad y capilaridad, reducción de la figuración, etc.).

## Usos de los Aditivos

### En el Concreto Fresco

- Incrementar la trabajabilidad sin incrementar el contenido de agua
- Reducir el contenido de agua sin cambiar su trabajabilidad.
- Reducir o prevenir la sedimentación de la mezcla.
- Crea una pequeña extensión.

- Modificar la velocidad y el volumen de exudación.
- Reducir la segregación.
- Promover el bombeo.
- Reducir la velocidad de pérdida de asentamiento.

**Modos de Usos.** Según Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates (ASTM C-125, 2020), se usan de las siguientes formas:

- La cantidad máxima de aditivo es el 5% del peso de la mezcla y la cantidad habitual es del 0,1% al 0,5% del peso del cemento.
- Hablando objetivamente, el uso de aditivos no debe subestimarse ni menospreciarse.
- El uso de aditivos debe incluirse en el diseño de la mezcla de hormigón.

**Clasificación.** Según la Norma Técnica American Society for Testing and Materials, (ASTM C1017, 2013), distingue dos tipos:

**TIPO I – Superplastificante.** “Son un reductor plastificante de agua especial, en el que el efecto aniónico aumenta significativamente. La dosis habitual es del 0,2% al 2% del peso del cemento.” (ASTM C1017, 2013, p.24).

**TIPO II - Superplastificante y Retardante.** “Es un aditivo químico que cuando se agrega al concreto, puede producir concreto fluido sin agregar agua y retrasar el fraguado del concreto” (ASTM C1017, 2013, p.24).

Según la Norma Técnica American Society for Testing and Materials (ASTM C494) existen 7 tipos de aditivos:

**TIPO A:** Reductores de agua.

**TIPO B:** Retardantes.

**TIPO C:** Aceleradores.

**TIPO D:** Reductor de agua y retardador.

**TIPO E:** Reductor de agua y acelerador.

**TIPO F:** Reductor de agua, rango alto.

**TIPO G:** Reductor de agua, de alto rango y retardante.

**Aditivo Sika® CEM Plastificante.**

**Generalidades.** “Es un aditivo superplastificante para mezclas de concreto, dependiendo de la dosis utilizada puede reducir el agua hasta en un 20%, no contiene cloruros y no causa efectos corrosivos sobre los materiales de refuerzo” (Sika® CEM Plastificante, 2021, p.1).

**Uso.** “Sika® CEM Plastificante está particularmente indicado para todo tipo de mezclas de concreto o mortero que requiera reducir agua, mejorar la trabajabilidad, la fluidez del concreto o ambos casos, para reducir costos de mano de obra, materiales (cemento) y tiempo.” (Sika® CEM Plastificante, 2021, p.8).

**Características.** Según, Guía de Sika® CEM Plastificante (2021):

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Mejores acabados.
- Mayor adherencia al acero.
- Mejor trabajabilidad y fluidez en el tiempo.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Ayuda a reducir la formación de cangrejas.

**Dosificación.** “Como agente reductor de agua, cada saco de cemento tiene un máximo de 500 ml y un mínimo de 250 ml; es la mejor dosis determinada mediante experimentos preliminares” (Sika® CEM Plastificante, 2021, p.12).

**Aplicación.** “Agregue la cantidad seleccionada de plastificante Sika® Cem a la última parte del agua mezclada. Reduzca la cantidad de agua y trabaje solo con la maquinabilidad requerida. Al reducir el agua, la mezcla perderá rápidamente su trabajabilidad” (Sika® CEM Plastificante, 2021, p.12-13).

**Empaque.**

- Envase PET x 4 L.
- Balde x 20 L.

## Vidrio

Según la American Society for Testing and Materials, conocida por sus siglas en inglés ASTM C-338-93 (2019), el vidrio es un producto inorgánico de fusión que ha sido enfriado hasta un estado rígido, sin sufrir cristalización. Posee propiedades importantes que resultan beneficiosas al ser utilizadas en el concreto y mortero, ya que posee una alta resistencia a la compresión.

**Fabricación del vidrio.** Según la American Society for Testing and Materials (ASTM C-338-93, 2019), “Para la fabricación de vidrio se usa como materia prima arena silíceo (arcillas) y una mezcla de óxidos metálicos secos pulverizados o granulados. Las arcillas son productos geológicos de la corteza terrestre, es un material muy abundante en la naturaleza” (p. 14).

**Reciclaje y Reutilización de Vidrio.** Según, Tecnología de los Materiales (FIC – UNI, 2012) “En el proceso de fabricación del vidrio se utiliza más cantidad de material del necesario, para dotarles de mayor resistencia y poder hacer más rotaciones, antes de que finalice su ciclo de vida y puedan ser reciclados” (p.25).

**Ventajas del Reciclado del Vidrio.** Según, ASTM C-338-93, son las siguientes:

- La fusión de los materiales se consigue a temperaturas más bajas, lo que se traduce en un ahorro de energía con respecto a la fabricación de vidrio nuevo.
- Se ahorran alrededor de 1 200 kg de materias primas por cada tonelada de vidrio usado.
  - Ahorro de energía al no tener que extraer materias primas.
  - Reducción de la erosión producida al extraer las materias primas necesarias para su fabricación.
- Disminuye el número de residuos urbanos que van a vertedero y por tanto costos asociados de recolección, disposición y tratamiento.

**Diseño de Mezclas.** El estudio de las propiedades de los agregados tiene como finalidad determinar una selección acorde de componentes y sus cantidades para cumplir con el diseño del concreto respecto a resistencia y durabilidad. Además, debe considerar el costo de dichos materiales, los equipos a utilizar y el

personal requerido, ya que, al utilizarse grandes volúmenes de concreto en obra, esta se convertiría en una de las mayores incidencias del presupuesto. Para un adecuado diseño de mezcla se seguirán los siguientes pasos de acuerdo a la Norma de American Concrete Institute (ACI 211.1):

**Determinar la resistencia requerida:**

**Tabla 13.**

*F'c = resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)*

<b>f'c especificado</b>	<b>F'cr (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
< 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
> 350	f'c + 98

*Nota. Adaptado de Diseño de mezcla de concreto, ACI 211.1.*

Nota: los valores de esta tabla se emplean cuando no existe información.

**Seleccionar el Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso.** Son las características geométricas y condiciones de esfuerzo de la estructura que limitan el tamaño máximo del agregado que pueden utilizarse y de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E 0.60 el agregado grueso no deberá ser mayor a los siguientes puntos:

- 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrado.
- 3/4 del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo.
- 1/3 de peralte de las losas

La selección del tamaño máximo nominal del agregado está en función de la disponibilidad del material y por su costo.

**Selección del Asentamiento.** Si las especificaciones no indican la consistencia ni asentamiento requerido para el diseño de mezcla, utilizando la tabla se puede seleccionar un valor adecuado para un determinado trabajo que se va a realizar.

**Tabla 14.**  
*Slump Diseño de mezcla.*

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento</b>
Seca	0" (0 mm) a 2" (50 mm)
Plástica	3" (75 mm) a 4" (100 mm)
Fluida	> 5" (125 mm)

*Nota. Adaptado de Diseño de mezcla de concreto, ACI 211.1.*

Nota: se deberá usar las mezclas de la consistencia más densa que puedan ser colocadas eficientemente.

**Estimación del Agua de Mezcla y Contenido de Aire.** Tomando en cuenta la Norma ACI 211.1, se tendrá en cuenta la tabla para los valores del agua de mezclado para concreto con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

**Tabla 15.**  
*Agua de mezcla y % de aire ACI 211.1.*

<b>Slump</b>	<b>Tamaño Máximo del Agregado</b>							
	<b>3/8"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>3"</b>	<b>4"</b>
<b>Concreto sin Aire Incorporado</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
% Aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>Concreto con Aire Incorporado</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-
<b>% de Aire Incorporado en Función del grado de Exposición</b>								
Normal	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Moderada	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Extrema	7.5	7	6	5.5	5.5	5	4.5	4

*Nota. Adaptado de Diseño de mezcla de concreto, ACI 211.1.*

**Selección de la Relación agua/cemento.** Se elegirá el valor con el cual el concreto logre un estado plástico para una mejor resistencia garantizando que las especificaciones se cumplan, se toma como base la resistencia con los requerimientos de durabilidad:

**Tabla 16.**

*Relación agua/cemento ACI 211.1.*

Resistencia a la compresión a los 28 días $f'_{cr}$ (kg/cm <sup>2</sup> ).	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

*Nota. Adaptado de Diseño de mezcla de concreto, ACI 211.1.*

**Cálculo del Contenido de Cemento.** Se determina dividiendo la cantidad de agua de diseño y la relación agua/cemento.

$$\text{Cantidad de cemento} = \frac{\text{contenido de agua de mezclado}}{\text{relación agua/cemento}}$$

**Cálculo del Volumen de Concreto.** Está dada por la división de la cantidad de cemento y el peso específico del cemento.

$$\text{Volumen de concreto} = \frac{\text{cantidad de cemento}}{\text{peso específico del cemento}}$$

**Estimación del contenido del agregado grueso:**

Coeficiente b/bo: para determinar el coeficiente se tendrá en cuenta el valor del tamaño máximo nominal de agregado grueso y el Módulo de finura del agregado Fino, indicada en la siguiente tabla:

**Tabla 17.**  
*Coeficiente b/bo (ACI 211.1).*

TAMAÑO MÁXIMO NOMIAL DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de Volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
mm	pulg.	2.4	2.6	2.8	3
10	3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Nota. Adaptado de Diseño de mezcla de concreto, ACI 211.1.*

**Peso seco del Agregado Grueso:** Al obtener el valor del coeficiente b/bo, se calcula la cantidad del agregado grueso con la siguiente fórmula:

$$\text{Peso Seco A. G.} = \frac{b}{bo} \times (\text{Peso Unitario Compactado A. G.})$$

**Volumen del agregado grueso:** Para calcular el valor del volumen se divide el peso seco del agregado grueso entre su peso específico, de la siguiente manera:

$$\text{Volúmen A. G.} = \frac{\text{Peso Seco A. G.}}{\text{Peso Específico A. G.}}$$

**Estimación del contenido del Agregado Fino:**

**Volumen del Agregado Fino:** Es la diferencia entre la unidad y la sumatoria del VOLUMEN del agua, cemento, aire, agregado grueso.

$$\text{Volúmen A. F} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento} + \text{Vol. A. G.})$$

**Peso Seco del Agregado Fino:** Es el producto del volumen del agregado fino por su peso específico.

$$Peso\ Seco\ A.F. = Volúmen\ A.F. \times Peso\ específico\ A.F.$$

**Corrección por Humedad de Diseño de Mezcla en Estado Seco.** Se tiene en cuenta la humedad de los agregados para que sean pesados correctamente, debe sumarse el peso de agua que contiene (absorbida y superficial), se utilizará la siguiente fórmula:

$$Peso\ Húmedo\ del\ agregado = Peso\ Seco\ A. (1 + cont.\ de\ humedad\ \%)$$

Corrección del diseño por aporte de humedad de los agregados

**Cálculo del Agua Efectiva.** En el agua de mezcla de la prueba se debe incrementar o reducir en una cantidad igual a la humedad natural que contiene el agregado.

- Para los agregados fino y grueso, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Aporte\ humedad = P.S.A \times (\% \text{ Cont. humedad} - \% \text{ absorción})$$

- Para el agua efectiva, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Agua\ Efectiva = Agua\ de\ diseño - Aporte\ de\ humedad\ del\ A.$$

### 2.3. Marco Conceptual

#### **Concreto:**

Es el material de construcción más usado en el mundo, ya que es ideal en el ámbito de la construcción por su fácil y rápida preparación, alta moldeabilidad y eficacia.

#### **Cemento:**

Es un material inorgánico finamente molido que se produce por la pulverización del Clinker, compuesto por silicatos y sulfatos de calcio, caliza y arcilla.

**Arena:**

“Este es el nombre de la arena gruesa, que tiene partículas duras, fuertes, resistentes al desgaste y brillantes. Además, el agregado fino debe pasar por un tamiz de 3/8 y ser retenido en malla 200. El producto más común es el producto de arena descomposición” (ASTM C109/ C109M, 2016, p.35).

**Agua:**

El agua de mezcla en el concreto tiene como función, reaccionar con el cemento para hidratarlo, actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad y procurar la estructura de vacíos necesario en la pasta.

**Agregado:**

Llamados también áridos, son aquellos materiales inertes cuya forma puede ser granular, natural o artificial.

**Propiedades Mecánicas:**

“Las propiedades mecánicas de un material son características propias de su composición, que permiten diferenciar uno del otro. También hay que tener en cuenta el comportamiento que puede tener un material en los diferentes procesos de mecanización” (ASTM C109/ C109M, 2016, p. 40).

**Resistencia a la compresión:**

Es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto antes de romperse y se utiliza como índice de calidad de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar estructuras.

**Resistencia a la tracción:**

Ensayo que se emplea a una probeta de concreto para determinar su comportamiento al ser sometido a una carga por tracción triaxial.

**Resistencia a la flexión:**

“La resistencia a la flexión es una medida de diferentes tipos de materiales, en este caso el mortero. Es una medida de la resistencia destructiva de cada momento de la viga” (ASTM C-595, 2009, p. 45).

**Probetas:**

Material de concreto endurecido de dimensiones determinadas y conserva en condiciones preestablecidas, para luego ser sometida a ensayos.

**Moldes Cilíndricos:**

Moldes cilíndricos para ensaya la resistencia del concreto y mortero, fabricado en acero de 1/8” de espesor.

**Moldes Cúbicos:**

“Estarán hechos de metal que no se corroerá con el mortero de cemento y serán lo suficientemente gruesos como para no deformarse al llenar la muestra” (ASTM C109/ C109M, 2016, p. 47).

**Aditivo:**

Son adiciones de naturaleza orgánico o inorgánica, modifica y potencializa las propiedades físicas de los materiales en estado fresco o endurecido para darle al concreto la propiedad deseada.

**Sika® CEM Plastificante:**

“Es un aditivo superplastificante para mezclas de concreto, dependiendo de la dosis utilizada puede reducir el agua hasta en un 20%, no contiene cloruros y no causa efectos corrosivos sobre los materiales de refuerzo” (SikaCemPlastificante, 2021, p.1).

**Vidrio:**

“El vidrio es un material inorgánico duro, duro, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza, aunque también puede ser producido por humanos. El

vidrio artificial se utiliza para fabricar ventanas, lentes, botellas y diversos productos" (catalán, 2013, p.88).

## **2.4. Sistema de Hipótesis, Variables e Indicadores**

### ***Hipótesis***

Con un adecuado análisis de agregados y diseño de mezcla del concreto incorporando el aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%; que mejorará los parámetros de resistencia para un concreto  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ .

### ***Variables dependientes e independientes***

#### **Variable dependiente**

$x_1$  = Parámetros de resistencia de un Concreto  $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **Variable Independiente**

$y_1$  = Muestra patrón con aditivo Sika® CEM Plastificante, adicionando Vidrio en Polvo al 4%, 6% y 8%.

**Operacionalización de Variable.**

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de investigación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia de un Concreto <math>F'c = 350 \text{ kg/cm}^2</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La propiedad mecánica que hace posible que el concreto endurecido soporte cargas. Está relacionada directamente con la edad y desarrollo de su temperatura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la compresión.</li> <li>Resistencia a la flexión.</li> <li>Resistencia a la tracción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\sigma = F/A</math></li> <li><math>f'c =</math> (carga de rotura a la compresión)/ (área de la sección)</li> <li><math>Mr = \frac{PL}{Bh^2}</math></li> <li><math>Fr = \frac{2P}{\pi .L.D}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\text{kg/cm}^2</math>.</li> <li>MPa.</li> <li>mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prensa Hidráulica.</li> <li>Compresora.</li> <li>Deformímetro.</li> <li>Testigos de Concreto.</li> <li>Hoja de registro en Excel y Word.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestra patrón con aditivo Sika® CEM Plastificante, adicionando Vidrio en Polvo al 4%, 6% y 8%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aditivo Sika® Cem Plastificante está indicado para todo tipo de mezclas de concreto o mortero que requiera reducir agua.</li> <li>El vidrio en polvo es una material no cristalino, típicamente transparente y amorfo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Patrón con aditivo</li> <li>Patrón con aditivo + 4 % V.M</li> <li>Patrón con aditivo + 6 % V.M</li> <li>Patrón con aditivo + 8 % V.M</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\%V = \frac{\text{Peso de vidrio}}{\text{peso del cemento}} \times 100</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje (%).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ficha Técnica Cemento Pacasmayo Tipo I.</li> <li>Normas: ASTM C150 / NTP 334.009. ASTM C595 / NTP 334.090.</li> <li>Cámara y equipos de cómputo.</li> </ul>

### III. Metodología Empleada

#### 3.1. Tipo y Nivel de Investigación

##### *Tipo de Investigación*

**De Acuerdo a la Orientación y Finalidad.** Aplicada y Básica.

**De Acuerdo a la Técnica de Contrastación.** Experimental.

##### *Nivel de Investigación*

Construcción y Materiales.

#### 3.2. Población y Muestra de estudio

##### *Población*

La población estará integrada por el Concreto  $F'c= 350 \text{ kg/cm}^2$ , elaborado con Cemento Pacasmayo Extra Forte (Ico), los agregados, el aditivo Sika® Cem Plastificante y con la adición del vidrio en polvo al 4%, 6% y 8% en la ciudad de Trujillo, Perú.

##### *Muestra*

Las muestras usadas son un total de 84 testigos de concreto, según las normativas de American Society for Testing and Materials (ASTM C-39) y Norma Técnica Peruana (NTP 339.034), para el ensayo de resistencia a la compresión se realizó 3 testigos cilíndricos para la muestra patrón, patrón + 4%, 6% y 8% de vidrio en polvo que han sido ensayadas a las 7, 14 y días; según la Norma ASTM C – 78 y NTP 339.078, para el ensayo de resistencia la flexión se realizó 2 testigos prismáticos teniendo en cuenta las consideraciones de las muestras y el tiempo de curado a los 7, 14 y 28 días; y según la Norma ASTM C – 496 Y NTP 3390.84, para el ensayo a la tracción simple se realizó 2 especímenes cilindros con las mismas consideraciones de la resistencia a la compresión y flexión.

Tabla 18.

*Cantidad total de Testigos a usar en ensayos.*

<b>RESUMEN GENERAL DE TESTIGOS USADOS EN ENSAYOS DE CONCRETO</b>														
<b>EN ESTADO ENDURECIDOS - F'C= 350 kg/cm<sup>2</sup></b>														
<b>ENSAYO</b>	<b>PATRÓN</b>			<b>4.0%</b>			<b>6.0%</b>			<b>8.0%</b>			<b>TOTAL</b>	
				<b>VIDRIO</b>			<b>VIDRIO</b>			<b>VIDRIO</b>				
				<b>EN</b>			<b>EN</b>			<b>EN</b>				
				<b>POLVO</b>			<b>POLVO</b>			<b>POLVO</b>				
	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>											
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 10cmx20cm.</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
<b>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN NTP 339.084</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
<b>VIGAS DE FLEXIÓN DE 150mm x 150mm x 500mm</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
<b>TOTAL</b>													<b>84</b>	

### 3.3. Diseño de Investigación

#### *Diseño de Contrastación*

Cuantitativa

### 3.4. Técnicas e instrumentos de Investigación

#### *Técnicas*

- Análisis de los agregados.
- Diseño de mezcla.

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la tracción.
- Resistencia a la flexión.

### ***Instrumentos de Recolección de Datos***

Se adjuntará la información mediante los siguientes instrumentos:

- Ficha Técnica del Cemento Pacasmayo Extra Forte (Ico).
- Ficha Técnica del Aditivo Sika® Cem Plastificante.
- Un laboratorio especializado en ensayos de materiales.
- Los registros fotográficos se guardarán con cámaras profesionales.
- Todos los resultados obtenidos se almacenarán en el disco duro externo para proteger la información.

### **3.5. Procesamiento y análisis de Datos**

#### ***Procesamiento de Datos.***

- **Análisis previo:**
  1. Determinar la granulometría, módulo de finura y tamaño máximo nominal de los agregados.
  2. Determinar la densidad del agregado grueso y del agregado fino para probar si el material es adecuado para la operación de acuerdo con la cantera propuesta.
  3. Explicar los resultados de las pruebas de laboratorio sobre agregados finos y gruesos.
- **Ensayos:**
  4. Ensayo de diseño de mezcla, según normativa ACI 211.1.
  5. Determinación de la resistencia a la compresión, según las Normas NTP 339.034 Y ASTM C - 39.
  6. Determinación de la resistencia a la tracción simple, basado en las normas de NTP 339.084 y ASTM C-496-96.
  7. Determinación de la resistencia a la flexión, de acuerdo a las Normas NTP 339.078 y ASTM C - 78.

***Análisis de Datos.***

- Utilizaremos los registros obtenidos por nuestro equipo de laboratorio, como equipos de compresión, galgas extensométricas, máquinas universales, tamices, etc.
- Realizamos tablas y gráficos a partir de los datos de nuestros registros en nuestro reporte fotográfico, cámaras, plantillas de Excel y gráficos.
- Comparar y evaluar las propiedades mecánicas del concreto con aditivos plastificantes Sika® Cem y polvo de vidrio (estándar, 4% y 6% y 8%).
- Procesar la información registrada en nuestro reporte fotográfico y del filmador en el ensayo de resistencia a la tracción simple donde se aplicó una carga de compresión a lo largo del diámetro de la probeta hasta fallar, en cada testigo de concreto para corroborar que cumpla con los requisitos establecidos.
- Análisis de nuestra relación del esfuerzo a la deformación para el concreto endurecido a 7, 14 y 28 días realizando su curado respectivo.

## IV. Presentación de Resultados

### 4.1. Propuesta de investigación

Se realizó una investigación respecto a la resistencia de compresión, flexión y tracción simple de un concreto  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%. Este estudio tiene como objetivo analizar la resistencia del concreto adicionando un aditivo y vidrio en polvo mencionado anteriormente, para luego llevar a cabo una comparativa de los ensayos que se realizarán en el laboratorio utilizando el compresómetro.

Para poder hallar la resistencia de compresión, flexión y tracción simple, primero se realizará el análisis de las características de los agregados finos y gruesos extraídos de la cantera “El Milagro” ubicado en la ciudad de Trujillo, para ello hicimos uso de la Norma Técnica Peruana NTP 400.012. Luego de obtener los resultados requeridos del análisis de los agregados (granulometría, contenido de humedad, peso unitario suelto y compactado, peso específico y grado de absorción) se procedió a realizar el diseño de mezcla óptimo para el concreto, de acuerdo a los lineamientos de American Concrete Institute (ACI 211.1), adicionando Aditivo Sika® Cem Plastificante al diseño patrón, para luego añadir vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%. Posteriormente, se seleccionó el total de especímenes de concreto necesarias, encontramos la resistencia a la compresión, flexión y tracción simple empleando cemento PACASMAYO ICo adicionando aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%. Con el ensayo destructivo mediante el uso del compresómetro se obtuvo el valor del esfuerzo a la compresión de acuerdo con las Normas NTP 339.034 y ASTM C39/C39M, esfuerzo a la flexión de acuerdo a las Normas NTP 339.078 y ASTM C78; y del esfuerzo a la tracción simple de acuerdo a los lineamientos de las normas NTP 339.084 y ASTM C496 – 96.

Finalmente evaluamos los resultados mediante tablas y gráficos comparativos de los testigos cilíndricos y prismáticos a compresión, flexión y tracción simple.

## 4.2. Análisis e interpretación de resultados

### Resultado de las Propiedades físicas del agregado fino y grueso.

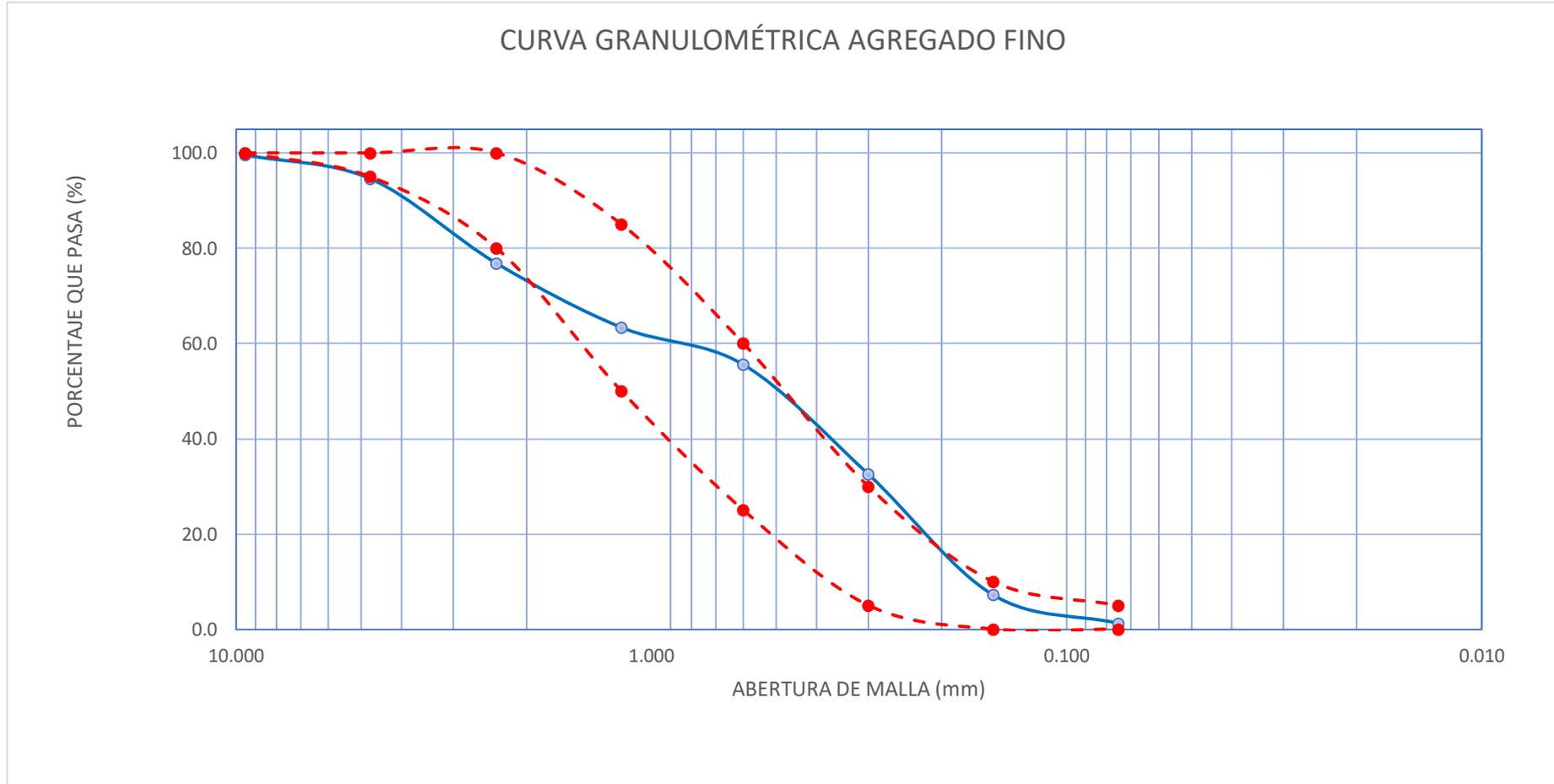
#### Análisis Granulométrico.

**Tabla 19.**

*Granulometría del Agregado Fino.*

<b>ANÁLISIS GRANULOMTRICO POR TAMIZADO NTP 400.012</b>							
Proyecto:	"Aplicación de aditivo SIKA® CEM PLASTIFICANTE y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto f'c= 350 kg/cm <sup>2</sup> "						
Solicitante:	Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi						
Atención:	Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi						
Ubicación del Proyecto:	TRUJILLO - LA LIBERTAD						
Material:	AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA						
Código de Muestra:	--						
Procedencia:	CANTERA EL MILAGRO – TRUJILLO						
Número de Muestra:	'--						
<b>AGREGADO FINO NTP 400.012 - ARENA GRUESA ZARANDEADA</b>							
MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO PARCIAL RETENIDO (%)	PESO ACUMULADO RETENIDO (%)	PESO ACUMULADO QUE PASA (%)	NTP 400.037	
						LÍMITE MÍNIMO	LÍMITE MÁXIMO
3/8"	9.500	4.4	0.4	0.4	99.6	100	100
N° 4	4.750	49.8	5.0	5.4	94.6	95	100
N° 8	2.360	177.5	17.8	23.2	76.8	80	100
N° 16	1.180	134.6	13.5	36.6	63.4	50	85
N° 30	0.600	78	7.8	44.4	55.6	25	60
N°50	0.300	230	23	67.4	32.6	5	30
N° 100	0.150	253.6	25.4	92.8	7.2	0	10
N° 200	0.075	59.4	5.9	98.7	1.3	0	5
Fondo		12.7	1.3	100.0			
						<b>MF</b>	2.7
						<b>TMN</b>	--

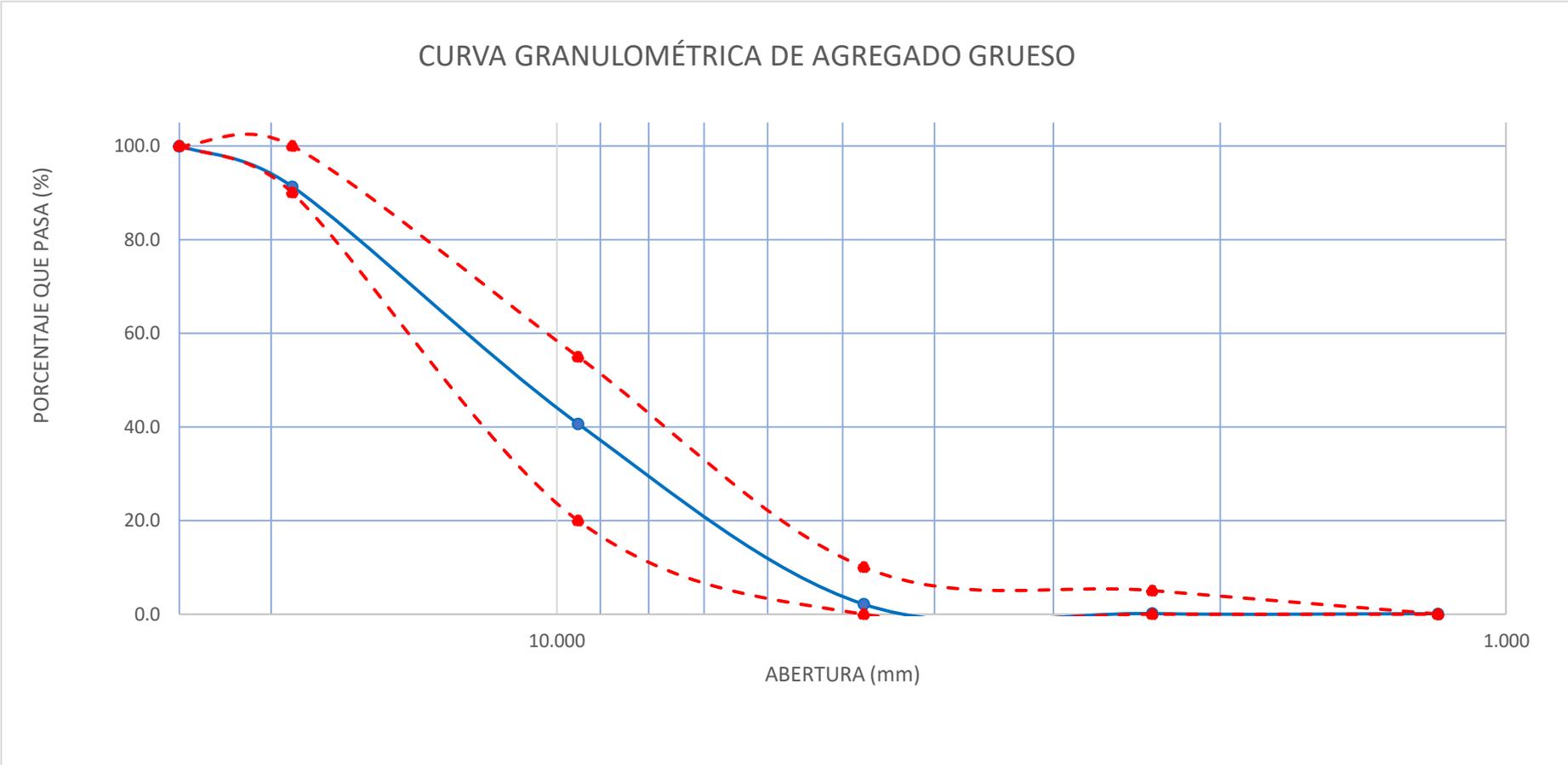
**Figura 2.**  
*Curva Granulométrica del agregado fino.*



**Tabla 20.**  
*Granulometría del Agregado Grueso.*

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 400.012</b>							
Proyecto:	"Aplicación de aditivo SIKA® CEM PLASTIFICANTE y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto f'c= 350 kg/cm <sup>2</sup> "						
Solicitante:	Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi						
Atención:	Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi						
Ubicación del Proyecto:	TRUJILLO - LA LIBERTAD						
Material:	AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"						
Código de Muestra:	--						
Procedencia:	CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO						
Número de Muestra:	^--						
<b>AGREGADO GRUESO NTP 400.012 - PIEDRA CHANCADA 3/4" HUSO 67</b>							
MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO PARCIAL RETENIDO (%)	PESO ACUMULADO RETENIDO (%)	PESO ACUMULADO QUE PASA (%)	NTP 400.037 (HUSO 67)	
						LÍMITE MÍNIMO	LÍMITE MÁXIMO
1 1/2"	37.500	0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.000	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.000	434.9	8.7	8.7	91.3	90	100
1/2"	12.500	1625	32.5	41.2	58.8		
3/8"	9.500	905.4	18.1	59.3	40.7	20	55
Nº 4	4.750	1 927.3	38.5	97.9	2.1	0	10
Nº 8	2.360	100.1	2.0	99.9	0.1	0	5
Nº 16	1.180	1.6	0.0	99.9	0.1	0	0
Fondo		5.7	0.1	100.0			
						<b>MF</b>	<b>6.66</b>
						<b>TMN</b>	<b>3/4"</b>

**Figura 3.**  
*Curva granulométrica de agregado grueso.*



### Contenido De Humedad Evaporable De Los Agregados

**Tabla 21.**

*Contenido de humedad del Agregado Fino.*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>Descripción</b>	<b>U. M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>
Peso recipiente	gr	78.8	81.4
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	678.8	681.4
Peso recipiente + muestra seca	gr	669.5	672.2
Peso de muestra húmeda	gr	600	600
Peso de muestra seca	gr	590.7	590.8
peso de agua	gr	9	9
Contenido de humedad	gr	0.016	0.016
Promedio	%	1.6	

**Tabla 22.**

*Contenido de humedad del Agregado Grueso.*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>			
<b>Descripción</b>	<b>U. M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>
Peso recipiente	gr	283	283
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	2 283	2 283
Peso recipiente + muestra seca	gr	2 269	2 267
Peso de muestra húmeda	gr	2 000	2 000
Peso de muestra seca	gr	1 987	1 985
Peso de agua	gr	14	15
Contenido de humedad	gr	0.007	0.008
Promedio	%	0.8	

### Determinación Del Peso Unitario Suelto De Los Agregados

**Tabla 23.**

*Peso unitario suelto del Agregado Fino.*

<b>PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO FINO</b>				
<b>Descripción</b>	<b>U. M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>
Peso recipiente + muestra suelta	kg	21.92	21.98	21.88
Peso de recipiente	kg	6.38	6.38	6.38
Peso de muestra en estado suelto	kg	15.54	15.6	15.5
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0091	0.0091	0.0091
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	1 708	1 714	1 703
Promedio	kg/m <sup>3</sup>		1 708	

**Tabla 24.**

*Peso unitario suelto del Agregado Grueso.*

<b>PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO GRUESO</b>				
<b>Descripción</b>	<b>U. M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>
Peso recipiente + muestra suelta	kg	21.22	21.08	21.1
Peso de recipiente	kg	6.38	6.38	6.38
Peso de muestra en estado suelto	kg	14.84	14.7	14.72
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0091	0.0091	0.0091
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	1 631	1 615	1 618
Promedio	kg/m <sup>3</sup>		1 621	

### Determinación Del Peso Unitario Compactado De Los Agregados.

**Tabla 25.**

*Peso unitario compactado del Agregado Fino.*

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO - AGREGADO FINO</b>				
<b>Descripción</b>	<b>U. M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	23.34	23.4	23.28
Peso de recipiente	kg	6.38	6.38	6.38
Peso de muestra estado compactado	kg	16.96	17.02	16.9
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0091	0.0091	0.0091
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1 864	1 870	1 857
Promedio	kg/m <sup>3</sup>		1 864	

**Tabla 26.**

*Peso unitario compactado del Agregado Grueso.*

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO - AGREGADO GRUESO</b>				
<b>Descripción</b>	<b>U. M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	22.94	23.06	23.24
Peso de recipiente	kg	6.38	6.38	6.38
Peso de muestra estado compactado	kg	16.56	16.68	16.86
VOLUMEN del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0091	0.0091	0.0091
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1 820	1 833	1 853
Promedio	kg/m <sup>3</sup>		1 835	

### Determinación Del Peso Específico Y Absorción De Los Agregados.

**Tabla 27.**

*Peso específico y absorción del Agregado Fino.*

<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN NTP 400.022 - AGREGADO FINO</b>			
<b>Descripción</b>	<b>U. M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	430.1	434.9
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	1 443.7	1 443.7
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1 700.6	1 702.3
Peso de la muestra en estado SSS	gr	437.6	441.8
Peso específico base seca	gr/cm <sup>3</sup>	2.38	2.37
Promedio	gr/cm <sup>3</sup>	2.38	
Peso específico base SSS	gr/cm <sup>3</sup>	2.42	2.41
Promedio	gr/cm <sup>3</sup>	2.42	
Absorción	%	1.7	1.6
Promedio	%	1.7	

**Tabla 28.**

*Peso específico del Agregado Grueso.*

<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN NTP 400.022 - AGREGADO FINO</b>			
<b>Descripción</b>	<b>U. M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2 456	2 462
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	2 500	2 500
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1 515	1 510
Peso específico base seca	gr/cm <sup>3</sup>	2.49	2.49
Promedio	gr/cm <sup>3</sup>	2.49	
Peso específico base SSS	gr/cm <sup>3</sup>	2.54	2.53
Promedio	gr/cm <sup>3</sup>	2.53	
Absorción	%	1.8	1.5
Promedio	%	1.7	

## Diseño de mezcla de concreto según Método del ACI 211.1

### A) Dosificación y diseño de mezcla de concreto - PATRÓN

#### Determinación de la resistencia requerida.

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= 350 \\
 f'_{cr} &= 350 + 84 \\
 f'_{cr} &= 434 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

#### Asentamiento.

Consistencia plástica 3" a 4"

#### Agua de mezclado y contenido de aire.

	U. M.		VOLUMEN	
AGUA DE DISEÑO=	L	205	0.20500	m <sup>3</sup>
AIRE ATRAPADO=	%	2	0.02000	m <sup>3</sup>

#### Relación a/c.

450	0.38	
434	x	0.40
400	0.43	

#### Cálculo de contenido de cemento.

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO} = \frac{\text{CONTENIDO DE AGUA DE MEZCLADO}}{\text{RELACIÓN } a/c}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CONT. CEMENTO} &= 518 \text{ KG} \\
 &12.18 \text{ BOLSAS}
 \end{aligned}$$

**Tabla 29.**  
*Datos de la muestra – PATRÓN.*

MATERIAL	MÓDULO		HUMEDAD (%)	P. U. SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	P. U. COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	PESO ESPECÍFICO (kg/m <sup>3</sup> )	ABSORCIÓN (%)
	DE FINURA	TMN					
AGUA	-	-	-	-	-	1 000	-
CEMENTO	-	-	-	-	-	2 940	-
A. FINO	2.7		1.6	1 708	1 864	2.38	1.7
A. GRUESO	6.66	3/4"	0.8	1 621	1 835	2.49	1.7

### Volumen de concreto

$$\text{VOLUMEN DE CONCRETO} = \frac{\text{CONTENIDO DE CEMENTO}}{\text{PESO ESPECÍFICO DE CEMENTO}}$$

$$\text{VOL. CONCRETO} = 0.17608 \text{ m}^3$$

### Coefficiente b/b<sub>0</sub>.

2.6	0.64	
2.7	x	0.63
2.8	0.62	

### Peso seco del Agregado Grueso.

$$\text{PESO SECO A. G.} = \frac{b}{b_0} * (\text{PUC A. G.})$$

$$\text{PESO SECO A. G.} = 1\ 156 \text{ kg/cm}^3$$

### Volumen del Agregado Grueso.

$$\text{VOLUMEN A. G.} = \frac{\text{PESO SECO DEL A. G.}}{\text{PESO ESPECÍFICO A. G.}}$$

$$\text{VOLUMEN A. G.} = 0.46429 \text{ m}^3$$

### Volumen del Agregado Fino.

$$\text{VOLUMEN A. F.} = (1 - (V_{\text{AGUA}} + V_{\text{CEMENTO}} + V_{\text{A. G.}} + V_{\text{AIRE}}))$$

$$\text{VOL. A. F.} = 0.13463 \text{ m}^3$$

### Peso seco del Agregado Fino.

$$\text{PESO SECO A. F.} = \text{COLUMEN A. F.} * \text{PESO ESPECÍFICO A. F.}$$

$$\text{PESO SECO A. F.} = 0.320 = 320 \text{ Kg/cm}^2$$

### Corrección de materiales - Peso Húmedo.

**Tabla 30.**

*Corrección de materiales peso húmedo – PATRÓN.*

<b>MATERIAL</b>	<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</b>	<b>PESO SECO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>PESO HÚMEDO (kg/m<sup>3</sup>)</b>
CEMENTO	0.17608	518	518
AGUA	0.20500	205	216
AGREGADO FINO	0.13463	320	325
AGREGADO GRUESO	0.46429	1 156	1 165
AIRE	0.02000	2%	2%
VIDRIO EN POLVO	0.00000	0.0	0.00
ADITIVO	0.00000	0.00	0.00
P. U. T.	1.00000	2 199	2 224

### Peso de materiales por tanda.

**Tabla 31.**

*Peso de materiales por tanda – PATRÓN.*

<b>MATERIAL</b>	<b>PESO HÚMEDO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>TANDA 0.035 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
CEMENTO	518	18.12	kg
AGUA	216	7.55	L
AGREGADO FINO	325	11.39	kg
AGREGADO GRUESO	1 165	40.79	kg
ADITIVO	-	-	
VIDRIO EN POLVO	-	-	
AIRE	-	-	

## B) Dosificación y diseño de mezcla de concreto - PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO.

### Determinación de la resistencia requerida.

$$\begin{aligned}
 f'c &= 350 \\
 f'cr &= 350 + 84 \\
 f'cr &= 434 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

### Asentamiento.

Consistencia plástica 3" a 4"

### Agua de mezclado y contenido de aire.

	U. M.		VOLUMEN	
AGUA DE DISEÑO=	L	205	0.20500	m <sup>3</sup>
AIRE ATRAPADO=	%	2	0.02000	m <sup>3</sup>

### Relación a/c.

450	0.38	
434	x	0.40
400	0.43	

### Cálculo de contenido de cemento.

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO} = \frac{\text{CONTENIDO DE AGUA DE MEZCLADO}}{\text{RELACIÓN } a/c}$$

CONT. CEMENTO= 518 KG  
 12.18 BOLSAS

**Tabla 32.**

Datos de la muestra – PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO.

MATERIAL	MÓDULO	TMN	HUMEDAD	P. U.		PESO	ABSORCIÓN
	DE			SUELTO	COMPACTADO		
	FINURA		(%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)
AGUA	-	-	-	-	-	1 000	-
CEMENTO	-	-	-	-	-	2 940	-
A. FINO	2.7		1.6	1 708	1 864	2.38	1.7
A. GRUESO	6.66	3/4"	0.8	1 621	1 835	2.49	1.7

#### Volumen de concreto.

$$VOLUMEN DE CONCRETO = \frac{CONTENIDO DE CEMENTO}{PESO ESPECÍFICO DE CEMENTO}$$

$$VOL. CONCRETO = 0.17608 \text{ m}^3$$

#### Coefficiente b/b0.

$$\begin{array}{ccc} 2.6 & 0.64 & \\ 2.7 & x & 0.63 \\ 2.8 & 0.62 & \end{array}$$

#### Peso seco del Agregado Grueso.

$$PESO SECO A. G. = \frac{b}{b_0} * (PUC A. G.)$$

$$PESO SECO A. G. = 1 156 \text{ kg/cm}^3$$

#### Volumen del Agregado Grueso.

$$VOLUMEN A. G. = \frac{PESO SECO DEL A. G.}{PESO ESPECÍFICO A. G.}$$

$$VOLUMEN A. G. = 0.46429 \text{ m}^3$$

#### Volumen del Agregado Fino.

$$VOLUMEN A. F. = (1 - (V_{AGUA} + V_{CEMENTO} + V_{A. G.} + V_{AIRE}))$$

$$VOL. A. F. = 0.13463 \text{ m}^3$$

### Peso seco del Agregado Fino.

$$\text{PESO SECO A. F.} = \text{VOLUMEN A. F.} * \text{PESO ESPECÍFICO A. F.}$$

$$\text{PESO SECO A. F.} = 0.320 = 320 \text{ kg/cm}^3$$

### Corrección de materiales – Peso Húmedo.

**Tabla 33.**

*Corrección de humedad – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.*

MATERIAL	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	PESO	PESO
		SECO (kg/m <sup>3</sup> )	HÚMEDO (kg/m <sup>3</sup> )
CEMENTO	0.17608	518	518
AGUA	0.20500	205	216
AGREGADO FINO	0.13463	320	325
AGREGADO GRUESO	0.46429	1 156	1 165
AIRE	0.02000	2%	2%
VIDRIO EN POLVO	0.00000	0.0	0.00
ADITIVO	0.00000	0.00	0.00
P. U. T.	1.00000	2 199	2 224

### Peso de materiales por tanda.

**Tabla 34.**

*Peso de materiales por tanda – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.*

MATERIAL	PESO	TANDA	UNIDAD
	HÚMEDO (kg/m <sup>3</sup> )	0.035 (m <sup>3</sup> )	DE MEDIDA
CEMENTO	518	18.12	kg
AGUA	216	7.55	L
AGREGADO FINO	325	11.39	kg
AGREGADO GRUESO	1 165	40.79	kg
ADITIVO	-	-	
VIDRIO EN POLVO	-	2.81	
AIRE	-	-	

### C) Dosificación y diseño de mezcla de concreto - PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.

#### Determinación de la resistencia requerida.

$$f'c = 350$$

$$f'cr = 350 + 84$$

$$f'cr = 434 \text{ kg/cm}^2$$

#### Asentamiento.

Consistencia plástica 3" a 4"

#### Agua de mezclado y contenido de aire.

	U. M.		VOLUMEN	
AGUA DE DISEÑO=	L	205	0.20500	m <sup>3</sup>
AIRE ATRAPADO=	%	2	0.02000	m <sup>3</sup>

#### Relación a/c.

450	0.38	
434	x	0.40
400	0.43	

#### Cálculo de contenido de cemento.

$$CONTENIDO DE CEMENTO = \frac{CONTENIDO DE AGUA DE MEZCLADO}{RELACIÓN a/c}$$

CONT. CEMENTO= 518 KG  
12.18 BOLSAS

**Tabla 35.**

*Datos de la muestra – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.*

MATERIAL	MÓDULO		HUMEDAD (%)	P. U.		PESO ESPECÍFICO (kg/m <sup>3</sup> )	ABSORCIÓN (%)
	DE FINURA	TMN		SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )		
AGUA	-	-	-	-	-	1 000	-
CEMENTO	-	-	-	-	-	2 940	-
A. FINO	2.7		1.6	1 708	1 864	2.38	1.7
A. GRUESO	6.66	3/4"	0.8	1 621	1 835	2.49	1.7

**Volumen del concreto.**

$$\text{VOLUMEN DE CONCRETO} = \frac{\text{CONTENIDO DE CEMENTO}}{\text{PESO ESPECÍFICO DE CEMENTO}}$$

$$\text{VOL. CONCRETO} = 0.17608 \text{ m}^3$$

**Coefficiente b/b0.**

2.6	0.64	
2.7	x	0.63
2.8	0.62	

**Peso seco del Agregado Grueso.**

$$\text{PESO SECO A. G.} = \frac{b}{b_0} * (\text{PUC A. G.})$$

$$\text{PESO SECO A. G.} = 1\ 156 \text{ kg/cm}^3$$

**Volumen del Agregado Grueso.**

$$\text{VOLUMEN A. G.} = \frac{\text{PESO SECO DEL A. G.}}{\text{PESO ESPECÍFICO A. G.}}$$

$$\text{VOLUMEN A. G.} = 464.2937 \text{ } 0.46429 \text{ m}^3$$

**Volumen del Agregado Fino.**

$$\text{VOLUMEN A. F.} = (1 - (V_{\text{AGUA}} + V_{\text{CEMENTO}} + V_{\text{A. G.}} + V_{\text{AIRE}}))$$

$$\text{VÓL. A. F.} = 0.13463 \text{ m}^3$$

**Peso seco del Agregado Fino.**

$$\text{PESO SECO A. F.} = \text{VOLÚMEN A. F.} * \text{PESO ESPECÍFICO A. F.}$$

$$\text{PESO SECO A. F.} = 0.320 = 320 \text{ kg/cm}^3$$

**Corrección de materiales – Peso Húmedo.**

**Tabla 36.**

*Corrección de Peso Húmedo – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.*

MATERIAL	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	PESO	PESO
		SECO (kg/m <sup>3</sup> )	HÚMEDO (kg/m <sup>3</sup> )
CEMENTO	0.17608	518	518
AGUA	0.20500	205	216
AGREGADO FINO	0.13463	320	325
AGREGADO GRUESO	0.46429	1156	1165
AIRE	0.02000	2%	2%
VIDRIO EN POLVO	0.00000	0.0	0.00
ADITIVO	0.00000	0.00	0.00
P. U. T.	1.00000	2 199	2 224

**Peso de materiales por tanda.**

**Tabla 37.**

*Peso por tanda – PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO.*

MATERIAL	PESO	TANDA	UNIDAD
	HÚMEDO (kg/m <sup>3</sup> )	0.035 (m <sup>3</sup> )	DE MEDIDA
CEMENTO	518	18.12	kg
AGUA	216	7.55	L
AGREGADO FINO	325	11.39	kg
AGREGADO GRUESO	1 165	40.79	kg
ADITIVO	-	-	
VIDRIO EN POLVO	-	4.22	
AIRE	-	-	

## D) Dosificación y diseño de mezcla de concreto - PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.

### Determinación de la resistencia requerida.

f'c=	350	
f'cr=	350 + 84	
f'cr=	434	kg/cm <sup>2</sup>

### Asentamiento.

Consistencia plástica 3" a 4"

### Agua de mezclado y contenido de aire.

	U. M.		VOLUMEN	
AGUA DE DISEÑO=	lt	205	0.20500	m <sup>3</sup>
AIRE ATRAPADO=	%	2	0.02000	m <sup>3</sup>

### Relación a/c.

450	0.38	
434	x	0.40
400	0.43	

### Cálculo de contenido de cemento.

$$CONTENIDO DE CEMENTO = \frac{CONTENIDO DE AGUA DE MEZCLADO}{RELACIÓN a/c}$$

cont. Cemento= 518 KG  
12.18 BOLSAS

**Tabla 38.**

*Datos de la muestra – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.*

MATERIAL	MÓDULO		HUMEDAD (%)	P. U. SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	P. U. COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	PESO ESPECÍFICO (kg/m <sup>3</sup> )	ABSORCIÓN (%)
	DE FINURA	TMN					
AGUA	-	-	-	-	-	1 000	-
CEMENTO	-	-	-	-	-	2 940	-
A. FINO	2.7		1.6	1 708	1 864	2.38	1.7
A. GRUESO	6.66	3/4"	0.8	1 621	1 835	2.49	1.7

**Volumen del concreto.**

$$\text{VOLUMEN DE CONCRETO} = \frac{\text{CONTENIDO DE CEMENTO}}{\text{PESO ESPECÍFICO DE CEMENTO}}$$

$$\text{VOL. CONCRETO} = 0.17608 \text{ m}^3$$

**Coefficiente b/b0.**

2.6	0.64	
2.7	x	0.63
2.8	0.62	

**Peso seco del Agregado Grueso.**

$$\text{PESO SECO A. G.} = \frac{b}{b_0} * (\text{PUC A. G.})$$

$$\text{PESO SECO A. G.} = 1.156 \text{ kg/cm}^3$$

**Volumen del Agregado Grueso.**

$$\text{VOLUMEN A. G.} = \frac{\text{PESO SECO DEL A. G.}}{\text{PESO ESPECÍFICO A. G.}}$$

$$\text{VOLUMEN A. G.} = 0.46429 \text{ m}^3$$

**Volumen del Agregado Fino.**

$$\text{VOLUMEN A. F.} = (1 - (V_{\text{AGUA}} + V_{\text{CEMENTO}} + V_{\text{A. G.}} + V_{\text{AIRE}}))$$

$$\text{VOL. A. F.} = 0.13463 \text{ m}^3$$

**Peso seco del Agregado Fino.**

$$\text{PESO SECO A. F.} = \text{VOLUMEN A. F.} * \text{PESO ESPECÍFICO A. F.}$$

$$\text{PESO SECO A. F.} = 0.320 = 320 \text{ kg/cm}^3$$

**Corrección del material – Peso Húmedo.**

**Tabla 39.**

*Corrección Peso Húmedo – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.*

<b>MATERIAL</b>	<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</b>	<b>PESO SECO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>PESO HÚMEDO (kg/m<sup>3</sup>)</b>
CEMENTO	0.17608	518	518
AGUA	0.20500	205	216
AGREGADO FINO	0.13463	320	325
AGREGADO GRUESO	0.46429	1 156	1 165
AIRE	0.02000	2%	2%
VIDRIO EN POLVO	0.00000	0.0	0.00
ADITIVO	0.00000	0.00	0.00
P. U. T.	1.00000	2 199	2 224

**Peso del material por tanda.**

**Tabla 40.**

*Peso por tanda – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.*

<b>MATERIAL</b>	<b>PESO HÚMEDO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>TANDA 0.035 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
CEMENTO	518	18.12	kg
AGUA	216	7.55	L
AGREGADO FINO	325	11.39	kg
AGREGADO GRUESO	1165	40.79	kg
ADITIVO	-	-	
VIDRIO EN POLVO	-	5.62	
AIRE	-	-	

Se obtuvo el diseño de mezcla final con los pesos corregidos, dando como resultado la cantidad de material por tanda que se utilizará, los cuáles son:

**Tabla 80.**

*Diseño de mezcla – peso por tanda de los materiales.*

<b>MATERIAL</b>	<b>PESO HÚMEDO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>TANDA 0.035 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
CEMENTO	518	18.12	kg
AGUA	216	7.55	L
AGREGADO FINO	325	11.39	kg
AGREGADO GRUESO	1165	40.79	kg
ADITIVO	-	-	`-
VIDRIO EN POLVO - PATRÒN	-	0.00	kg
4% DE VIDRIO EN POLVO - PATRÒN	-	2.81	kg
6% DE VIDRIO EN POLVO - PATRÒN	-	4.22	kg
8% DE VIDRIO EN POLVO - PATRÒN	-	5.62	kg
AIRE	-	-	`-

**Resultados de la Resistencia a la Compresión del Concreto.**

**A) Ensayo de Compresión Norma ASTM C39 F'c=350 kg/cm<sup>2</sup> – PATRÓN.**

**Tabla 41.**

*Compresión a los 7 días – PATRÓN.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto f'c=350 kg/ cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi  
ESFUERZO: 350 kg/ cm<sup>2</sup> - PATRÓN  
MUESTRAS: 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M-f'c=350 kg/ cm<sup>2</sup> EDAD 7 DÍAS**

**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	DIÁMETRO	ÁREA	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	F'C OBT.	TIPO DE FALLA
	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/ cm <sup>2</sup> )	(%)	
<b>P-01</b>	10.20	81.7	18 671.00	228	65%	2
<b>P-02</b>	10.25	82.5	18 028.58	218	62%	2
<b>P-03</b>	10.20	81.7	19 323.62	236	67%	2
<b>PROMEDIO</b>	10.22	82.0	18 674.40	227.3	65%	2

**Tabla 42.***Compresión a los 14 días – PATRÓN.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto  $f'c=350$  kg/ cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/ cm<sup>2</sup> - PATRÓN

MUESTRAS: 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M- $f'c=350$  kg/ cm<sup>2</sup> EDAD 14 DÍAS**  
**P. ENDURECIDA**

**PROBETA:**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'C OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>( cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/ cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
<b>P-13</b>	10.30	83.3	21 628.18	260	74%	2
<b>P-14</b>	10.20	81.7	21 730.15	266	76%	2
<b>P-15</b>	10.20	83.3	21 454.82	257	73%	2
<b>PROMEDIO</b>	10.23	82.8	21 604.38	261.0	75%	2

**Tabla 43.***Compresión a los 28 días – PATRÓN.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
 REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi  
 ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN  
 MUESTRAS: 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M- $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 28 DÍAS**

**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'C OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
<b>P-25</b>	10.25	82.5	30 254.97	367	105%	2
<b>P-26</b>	10.20	81.7	30 285.57	371	106%	2
<b>P-27</b>	10.25	82.5	28 929.34	351	100%	2
<b>PROMEDIO</b>	10.23	82.2	29 823.29	363.0	104%	2

**Tabla 44.***Promedio a los 7, 14 y 28 días – PATRÓN.*


---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto  $f'c=350$  kg/ cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
 REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi  
 ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN  
 MUESTRAS: 3

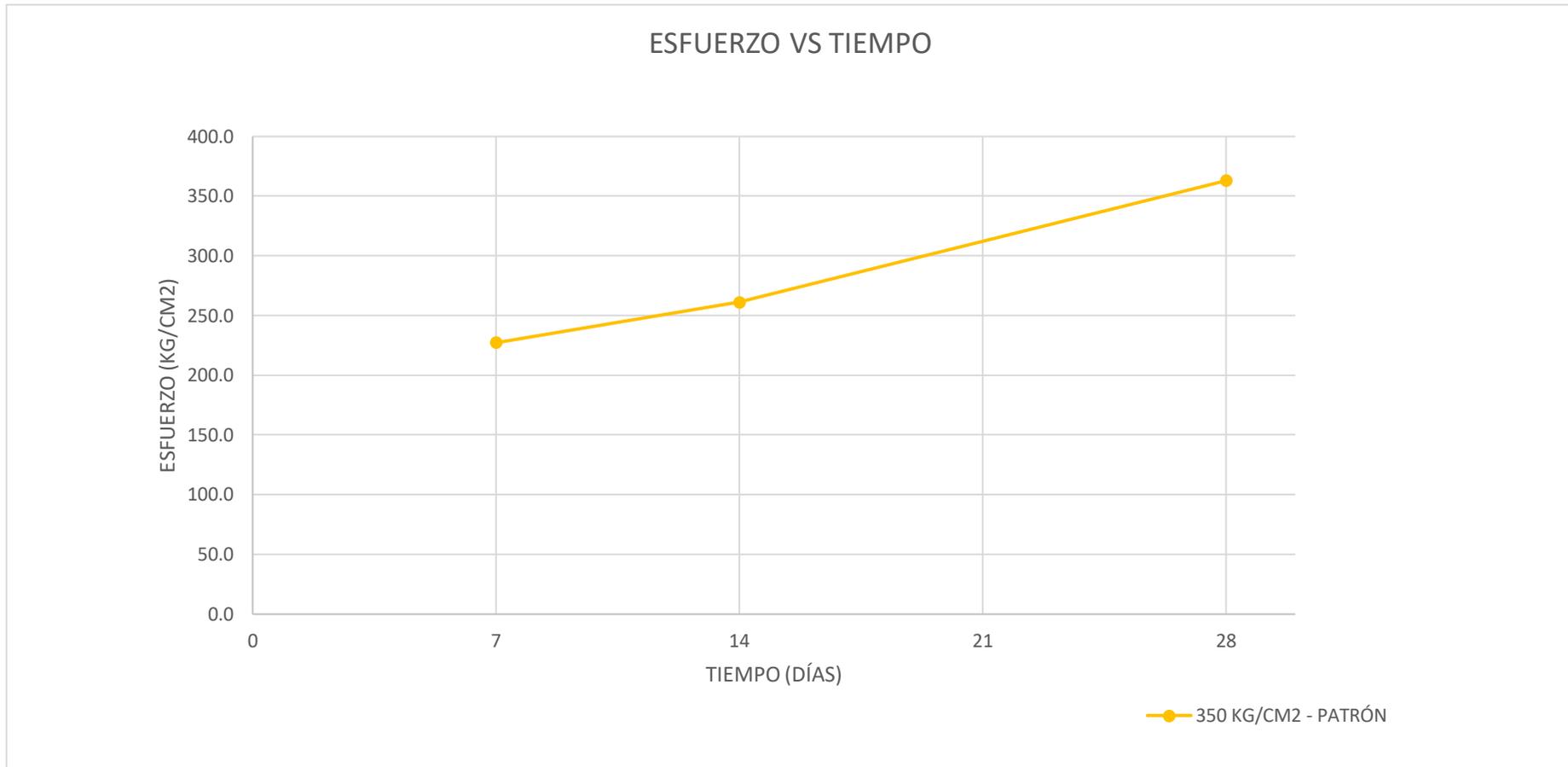
**RESUMEN EN PROMEDIO DE ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M- $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

**PROBETA:****P. ENDURECIDA**

<b>DÍAS DE ROTURA</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'C OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
7	10.22	82.0	18 674.40	227.3	65%	2
14	10.23	82.8	21 604.38	261.0	75%	2
28	10.23	82.2	29 823.29	363.0	104%	2

---

**Figura 4.**  
*Esfuerzo vs Tiempo para una muestra patrón.*



**B) Ensayo de Compresión Norma ASTM C39 F'c=350 kg/cm<sup>2</sup> – PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO.**

**Tabla 45.**

*Compresión a los 7 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto f'c=350 kg/ cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup>- PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M-f'c=350 kg/ cm<sup>2</sup> EDAD 7 DÍAS**

**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'C OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
<b>P-04</b>	10.30	83.3	17 110.83	205	59%	2
<b>P-05</b>	10.25	82.5	18 283.51	222	63%	2
<b>P-06</b>	10.20	81.7	17 447.34	214	61%	2
<b>PROMEDIO</b>	10.25	82.5	17 613.89	213.7	61%	2

---

**Tabla 46.**

*Compresión a los 14 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:  
ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO  
MUESTRAS: 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M- $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 14 DÍAS**

**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'C OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
<b>P-16</b>	10.25	82.5	19 955.84	242	69%	2
<b>P-17</b>	10.20	81.7	20 108.80	246	70%	2
<b>P-18</b>	10.25	82.5	20 577.87	249	71%	2
<b>PROMEDIO</b>	10.23	82.2	20 214.17	245.7	70%	2

**Tabla 47.**

*Compresión a los 28 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto  $f'c=350$  kg/ cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M- $f'c=350$  kg/ cm<sup>2</sup> EDAD 28 DÍAS**

**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'C OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
<b>P-28</b>	10.20	81.7	28 184.95	345	99%	2
<b>P-29</b>	10.20	81.7	29 388.22	360	103%	2
<b>P-30</b>	10.20	81.7	29 449.40	360	103%	2
<b>PROMEDIO</b>	10.20	81.7	29 007.52	355.0	101%	2

**Tabla 48.**

*Promedio a 7, 14 y 28 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto  $f'_c=350$  kg/ cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
 REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi  
 ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO  
 MUESTRAS: 3

**RESUMEN EN PROMEDIO DE ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M- $f'_c=350$  kg/ cm<sup>2</sup> EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

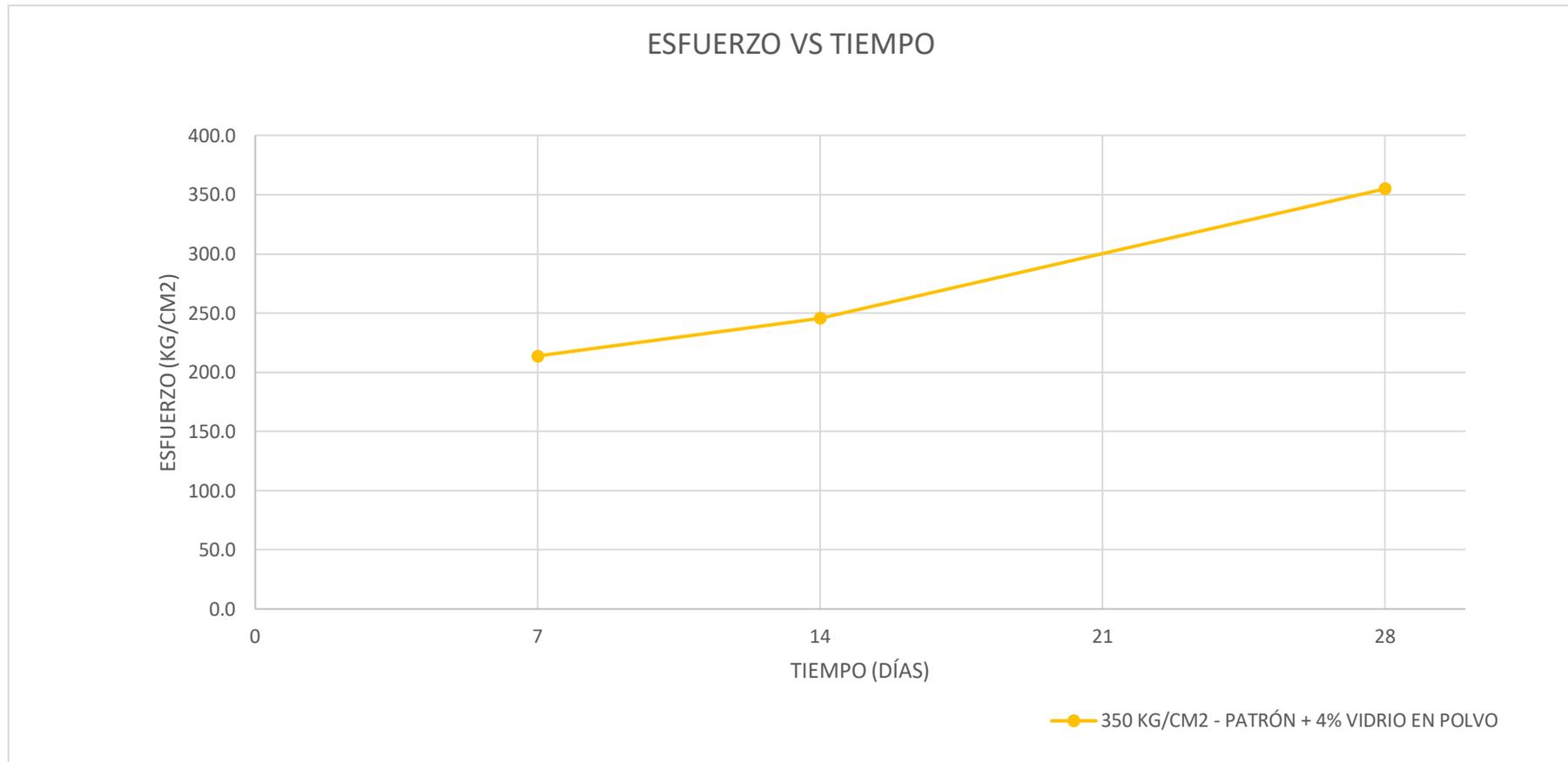
**PROBETA:**

**P. ENDURECIDA**

<b>DÍAS DE ROTURA</b>	<b>DIÁMETRO (cm)</b>	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>FUERZA MÁXIMA (kg)</b>	<b>ESFUERZO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>F'C OBT. (%)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
7	10.25	82.5	17 613.89	213.7	61%	2
14	10.23	82.2	20 214.17	245.7	70%	2
28	10.20	81.7	29 007.52	355.0	101%	2

**Figura 5.**

*Esfuerzo vs tiempo, patrón +4% de vidrio molido.*



**C) Ensayo de Compresión Norma ASTM C39 F'c=350 kg/cm<sup>2</sup> – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.**

**Tabla 49.**

*Compresión a los 7 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto f'c=350 kg/ cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M-f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7 DÍAS  
P. ENDURECIDA**

**PROBETA:**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'c OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
<b>P-07</b>	10.20	81.7	21 424.23	262	75%	2
<b>P-08</b>	10.20	81.7	20 057.81	245	70%	2
<b>P-09</b>	10.20	81.7	20 353.53	249	71%	2
<b>PROMEDIO</b>	10.20	81.7	20 611.86	252.0	72%	2

**Tabla 50.**

*Compresión a los 14 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto  $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M- $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 14 DÍAS**

**PROBETA:**

**P. ENDURECIDA**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'C OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
<b>P-19</b>	10.20	81.7	21 505.81	263	75%	2
<b>P-20</b>	10.20	81.7	22 984.40	281	80%	2
<b>P-21</b>	10.20	81.7	21 862.71	268	77%	2
<b>PROMEDIO</b>	10.20	81.7	22 117.64	270.7	77%	2

**Tabla 51.**

*Compresión a los 28 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto  $f'_c=350$  kg/ cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO: 350 kg/ cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M- $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 28 DÍAS**

**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'C OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
<b>P-31</b>	10.20	81.7	31 590.80	387	111%	2
<b>P-32</b>	10.20	81.7	30 356.95	372	106%	2
<b>P-33</b>	10.20	81.7	30 336.55	371	106%	2
<b>PROMEDIO</b>	10.20	81.7	30 761.43	376.7	108%	2

**Tabla 52.**

*Promedio a 7, 14 y 28 días – PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto  $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
 Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:  
 ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO  
 MUESTRAS: 3

**RESUMEN EN PROMEDIO DE ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M- $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

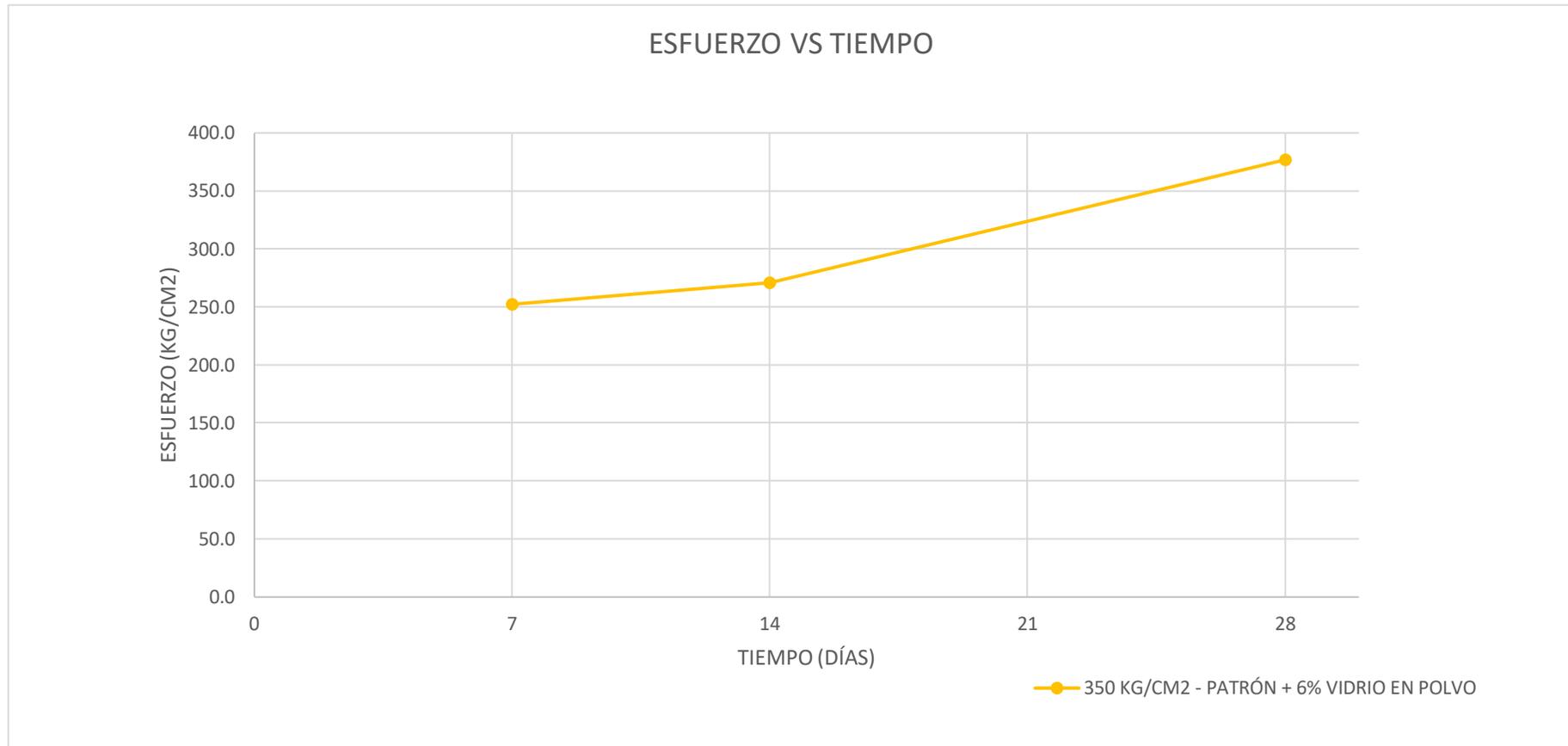
**PROBETA:**

**P. ENDURECIDA**

<b>DÍAS DE ROTURA</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'C OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
7	10.20	81.7	20 611.86	252.0	72%	2
14	10.20	81.7	22 117.64	270.7	77%	2
28	10.20	81.7	30 761.43	376.7	108%	2

**Figura 6.**

*Esfuerzo vs tiempo, patrón +6% de vidrio molido.*



**D) Ensayo de Compresión Norma ASTM C39 F'c=350 kg/cm<sup>2</sup> – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.**

**Tabla 53.**

*Compresión a los 7 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto f'c=350 kg/ cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M-f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7 DÍAS  
P. ENDURECIDA**

**PROBETA:**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'C OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
<b>P-10</b>	10.20	81.7	21 842.32	267	76%	2
<b>P-11</b>	10.25	82.5	21 210.09	257	73%	2
<b>P-12</b>	10.20	81.7	21 893.30	268	77%	2
<b>PROMEDIO</b>	10.22	82.0	21 648.57	264.0	75%	2

---

**Tabla 54.**

*Compresión a los 14 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto  $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M- $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 14 DÍAS**

**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'C OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
<b>P-22</b>	10.25	82.5	24 483.38	297	85%	2
<b>P-23</b>	10.20	81.7	24 697.52	302	86%	2
<b>P-24</b>	10.25	82.5	24 208.06	293	84%	2
<b>PROMEDIO</b>	10.23	82.2	24 462.99	297.3	85%	2

**Tabla 55.**

*Compresión a los 28 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 3

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M- $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 28 DÍAS**

**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>F'C OBT.</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	
<b>P-34</b>	10.20	81.7	31 917.11	391	112%	2
<b>P-35</b>	10.20	81.7	32 386.18	396	113%	2
<b>P-36</b>	10.15	80.9	31 101.34	384	110%	2
<b>PROMEDIO</b>	10.18	81.4	31 801.54	390.3	112%	2

**Tabla 56.**

*Promedio a 7, 14 y 28 días–PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto  $f'_c=350$  kg/ cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi  
ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO  
MUESTRAS: 3

**RESUMEN EN PROMEDIO DE ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M- $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

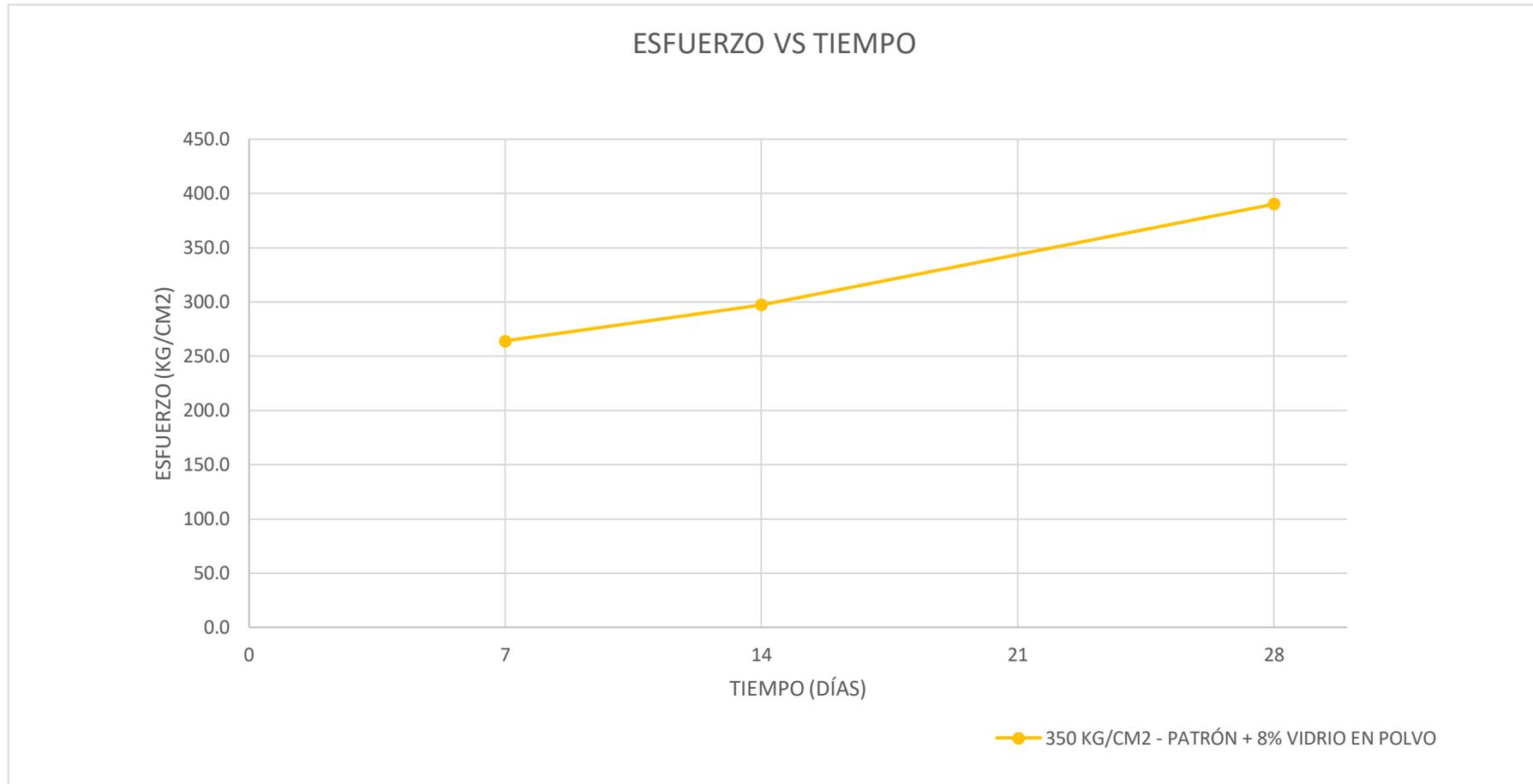
**PROBETA:**

**P. ENDURECIDA**

<b>DÍAS DE ROTURA</b>	<b>DIÁMETRO (cm)</b>	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>FUERZA MÁXIMA (kg)</b>	<b>ESFUERZO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>F'C OBT. (%)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
7	10.22	82.0	21 648.57	264.0	75%	2
14	10.23	82.2	24 462.99	297.3	85%	2
28	10.18	81.4	31 801.54	390.3	112%	2

**Figura 7.**

*Esfuerzo vs tiempo, patrón +8% de vidrio molido.*



**E) Resumen de Ensayo de Compresión Norma ASTM C39 F'c=350 kg/cm a los 7, 14 y 28 días.**

**Tabla 57**

*Promedio general de Ensayos a los 7, 14 y 28 días.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis de la resistencia a la compresión para concreto f'c=350 kg/ cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - RESUMEN GENERAL

MUESTRAS: 12

**RESUMEN GENERAL DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN NORMA ASTM C39/C39M-f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

**PROBETA:**

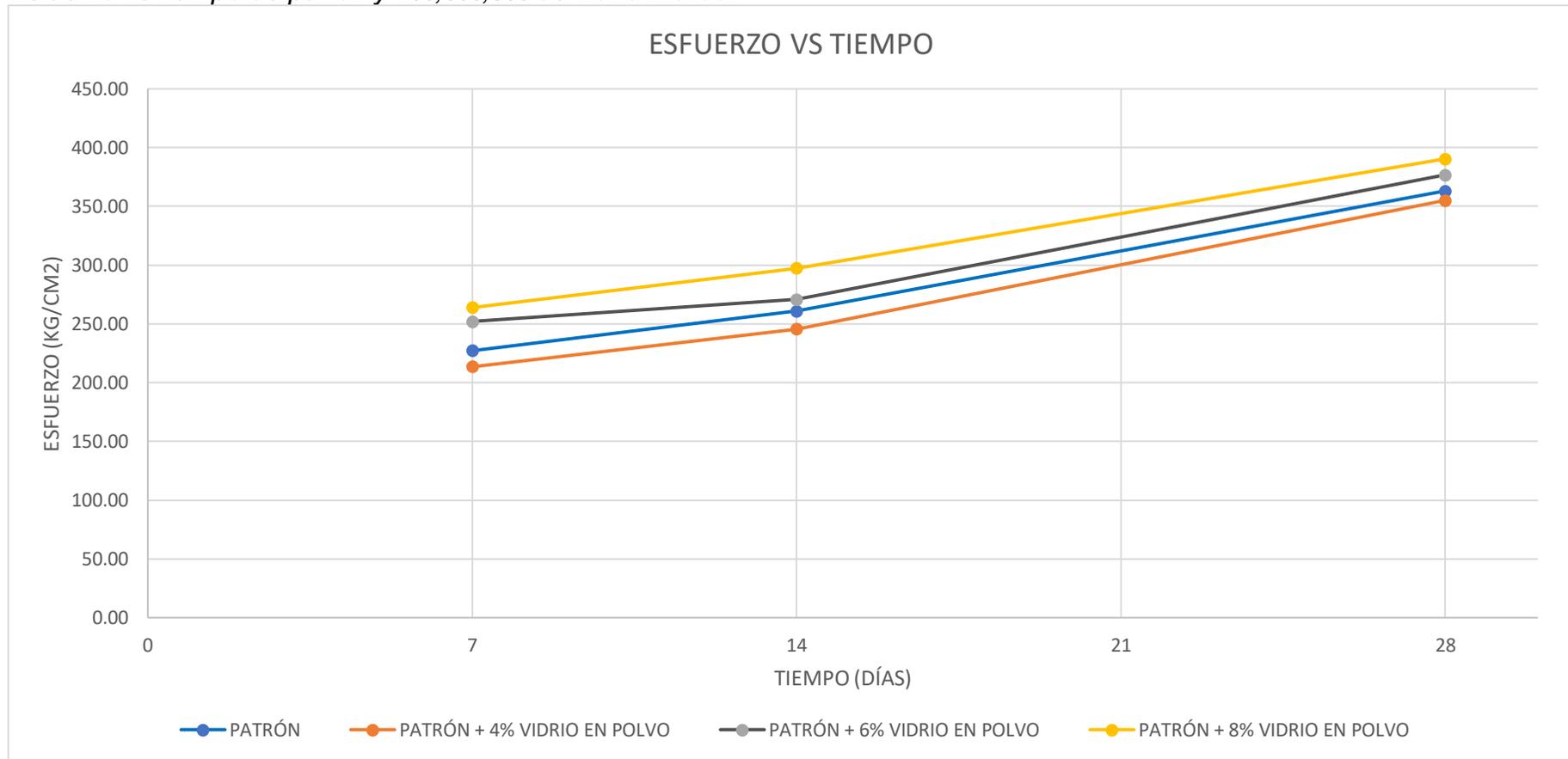
**P. ENDURECIDA**

DÍAS DE ROTURA	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	TIPO DE FALLA
	(kg/cm <sup>2</sup> )	+ 4% V. M (kg/cm <sup>2</sup> )	+ 6% V. M (kg/cm <sup>2</sup> )	+ 8% V. M (kg/cm <sup>2</sup> )	
7	227.33	213.7	252.00	264.0	2
14	261.00	245.7	270.67	297.3	2
28	363.00	355.0	376.67	390.3	2

---

**Figura 8.**

*Esfuerzo vs tiempo de patrón y 4%,6%,8% de vidrio molido.*



Nota: se muestra el gráfico del resumen general de los especímenes ensayados a compresión, donde se observa que la muestra patrón + 8% de vidrio en polvo es el que tiene mayor resistencia cuando se aplica una fuerza a compresión.

**Resultados de la Resistencia a la Flexión del Concreto.**

**A) Ensayo de Flexión Norma ASTM C78 F'c=350 kg/cm<sup>2</sup> – PATRÓN.**

**Tabla 58.**

*Flexión a los 7 días – PATRÓN.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:  
ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup>- PATRÓN  
MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 - f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7 DÍAS  
V. ENDURECIDA**

**VIGA:**

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>V-01</b>	15.00	15.3	49	2 804.22	39.1
<b>V-02</b>	15.00	15.1	49	2 865.40	41.1
<b>PROMEDIO</b>	15.00	15.2	49	2 834.81	40.1

---

**Tabla 59.***Ensayo de Flexión a los 14 días – PATRÓN.*


---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 14 DÍAS**

**VIGA: V. ENDURECIDA**

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>V-09</b>	15.00	15.4	49	3 681.17	50.7
<b>V-10</b>	15.00	15.3	49	3 263.09	45.5
<b>PROMEDIO</b>	15.00	15.4	49	3 472.13	48.1

---

**Tabla 60.***Flexión a los 28 días – PATRÓN.*


---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 28 DÍAS**

**VIGA: V. ENDURECIDA**

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>V-17</b>	15.00	15.2	49.1	4 201.23	59.5
<b>V-18</b>	15.00	15.2	49.2	4 282.81	60.8
<b>PROMEDIO</b>	15.00	15.2	49.15	4 242.02	60.2

---

**Tabla 61.***Promedio de flexión a los 7, 14 y 28 días – PATRÓN.*


---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN

MUESTRAS: 2

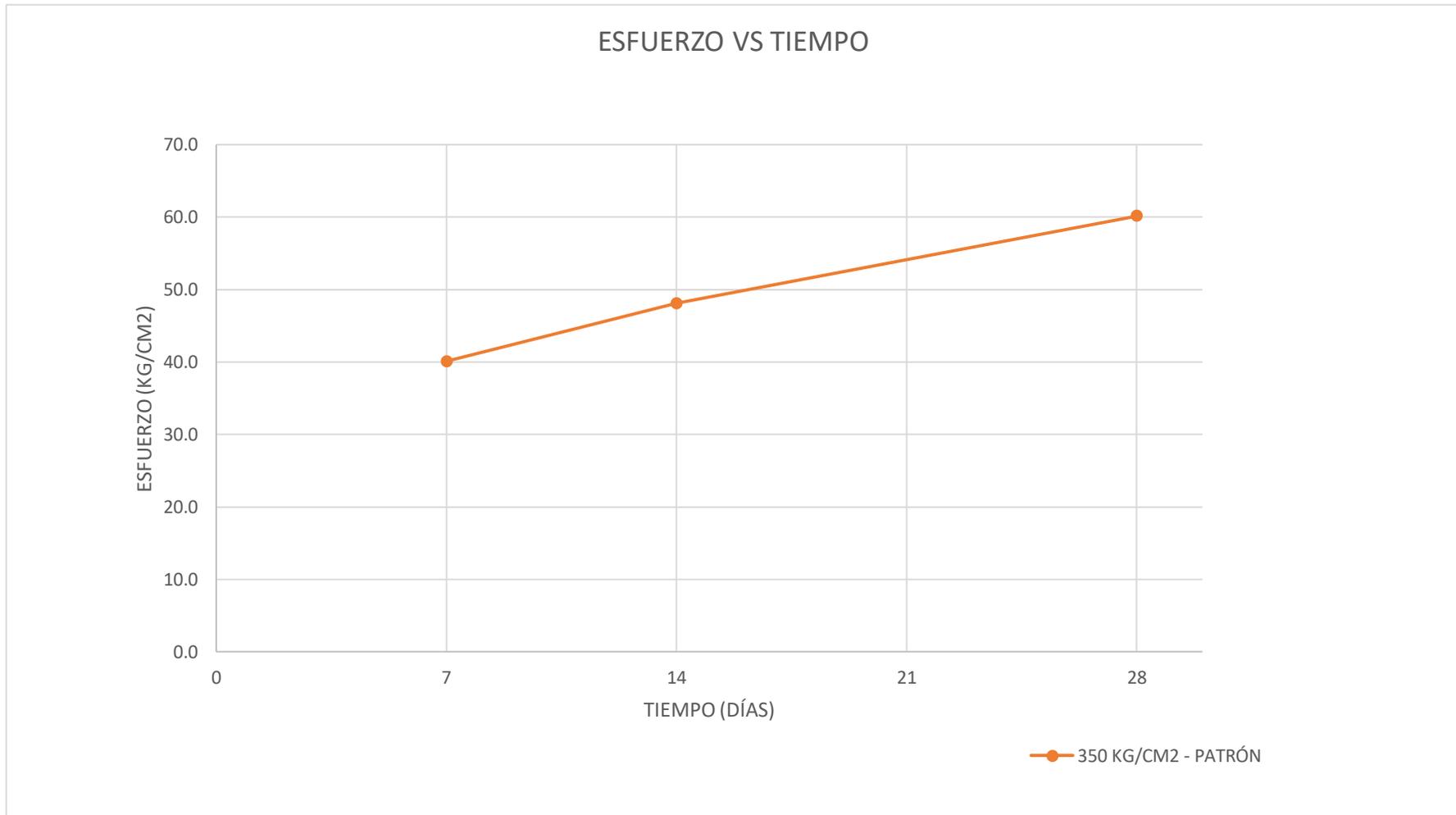
**RESUMEN EN PROMEDIO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

**VIGA: V. ENDURECIDA**

	ANCHO	ALTURA	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
7	15.00	15.2	49	2 834.81	40.1
14	15.00	15.4	49	3 472.13	48.1
28	15.00	15.2	49.15	4 242.02	60.2

---

**Figura 9.**  
*Esfuerzo vs tiempo de muestra patrón.*



**B) Ensayo de Flexión Norma ASTM C78  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> – PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO.**

**Tabla 62.**

*Flexión a los 7 días – PATRÓN. +4% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7 DÍAS**

**VIGA: V. ENDURECIDA**

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>V-03</b>	15.30	15.4	49.2	2 651.26	35.9
<b>V-04</b>	14.90	15.5	49	2 916.39	39.9
<b>PROMEDIO</b>	15.10	15.5	49.1	2 783.82	37.9

---

**Tabla 63.**

*Flexión a los 14 días – PATRÓN. +4% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 14 DÍAS**

**VIGA: V. ENDURECIDA**

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>V-11</b>	15.00	15.2	49	3 028.56	42.8
<b>V-12</b>	15.00	15.1	48.8	3 242.70	46.3
<b>PROMEDIO</b>	15.00	15.2	48.9	3 135.63	44.6

---

**Tabla 64.**

*Flexión a los 28 días – PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 28 DÍAS**

VIGA: V. ENDURECIDA

	ANCHO	ALTURA	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>V-19</b>	15.00	15	49.1	3 987.09	58
<b>V-20</b>	14.90	15.1	48.5	4 140.05	59.1
<b>PROMEDIO</b>	14.95	15.1	48.8	4 063.57	58.6

**Tabla 65.**

*Promedio a 7, 14 y 28 días–PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
 Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN

MUESTRAS: 2

**RESUMEN EN PROMEDIO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

**VIGA:**

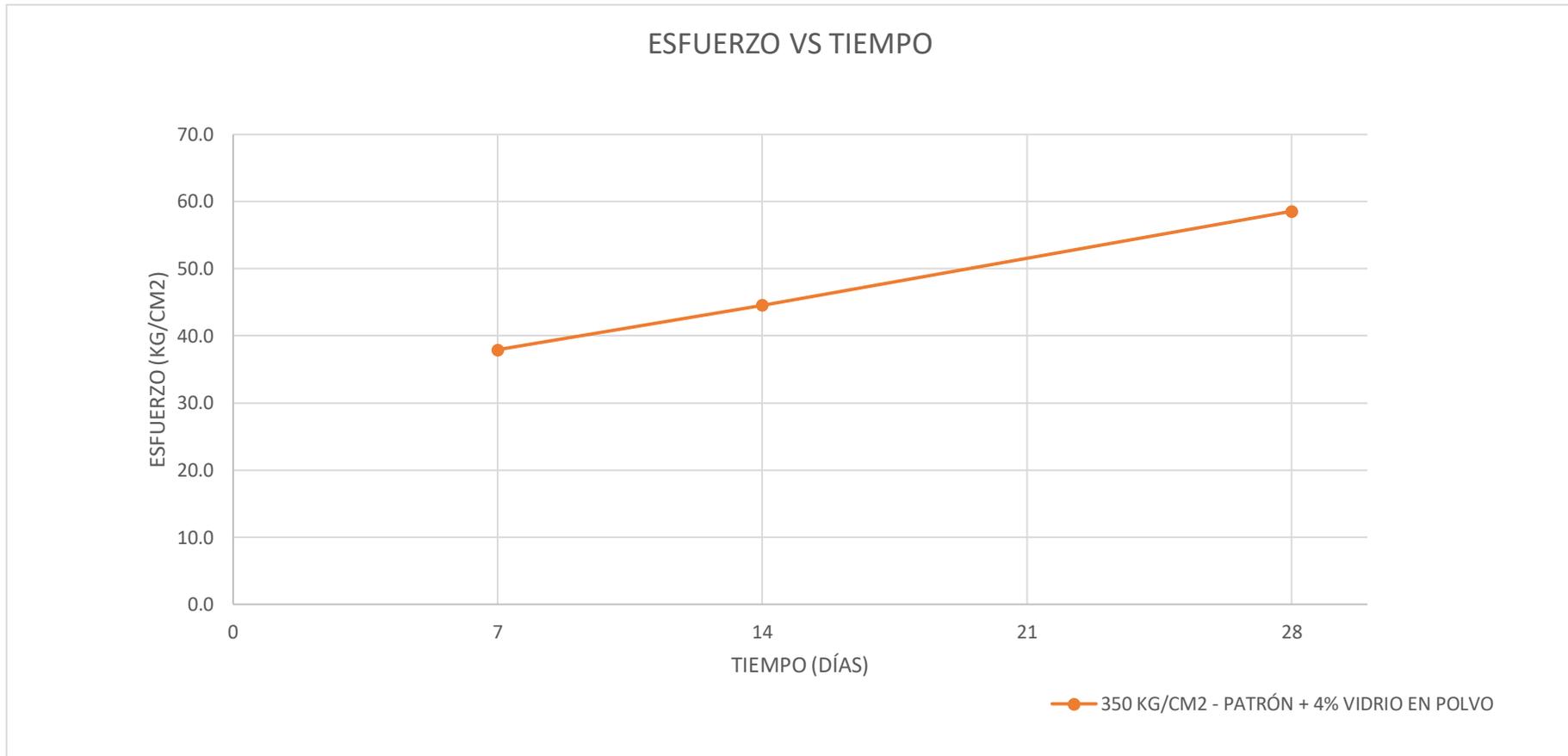
**V. ENDURECIDA**

	ANCHO	ALTURA	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
7	15.10	15.5	49.1	2 783.82	37.9
14	15.00	15.2	48.9	3 135.63	44.6
28	14.95	15.1	48.8	4 063.57	58.6

---

**Figura 10.**

*Esfuerzo vs tiempo, patrón +4% de vidrio molido.*



**C) Ensayo de Flexión Norma ASTM C78  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.**

**Tabla 66.**

*Flexión a los 7 días – PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup>- PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7 DÍAS**

**VIGA: V. ENDURECIDA**

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>V-03</b>	15.30	15.4	49	3 436.44	45.8
<b>V-04</b>	15.00	15.5	48.9	3 242.70	41.2
<b>PROMEDIO</b>	15.15	15.5	48.95	3 339.57	43.5

---

**Tabla 67.**

*Flexión a los 14 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 14 DÍAS**

**VIGA: V. ENDURECIDA**

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>V-13</b>	14.80	15.2	49.3	4 150.24	59.8
<b>V-14</b>	15.10	15.5	49.5	4 415.37	60.2
<b>PROMEDIO</b>	14.95	15.4	49.4	4 282.81	60.0

---

**Tabla 68.**

*Flexión a los 28 días – PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 28 DÍAS**

**VIGA: V. ENDURECIDA**

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>V-21</b>	14.90	15.2	49	5 006.81	71.3
<b>V-22</b>	14.90	15.3	49	4 507.14	63.3
<b>PROMEDIO</b>	14.90	15.3	49	4 756.98	67.3

**Tabla 69.**

*Promedio los 7, 14 y 28 días–PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
 Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN

MUESTRAS: 2

**RESUMEN EN PROMEDIO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

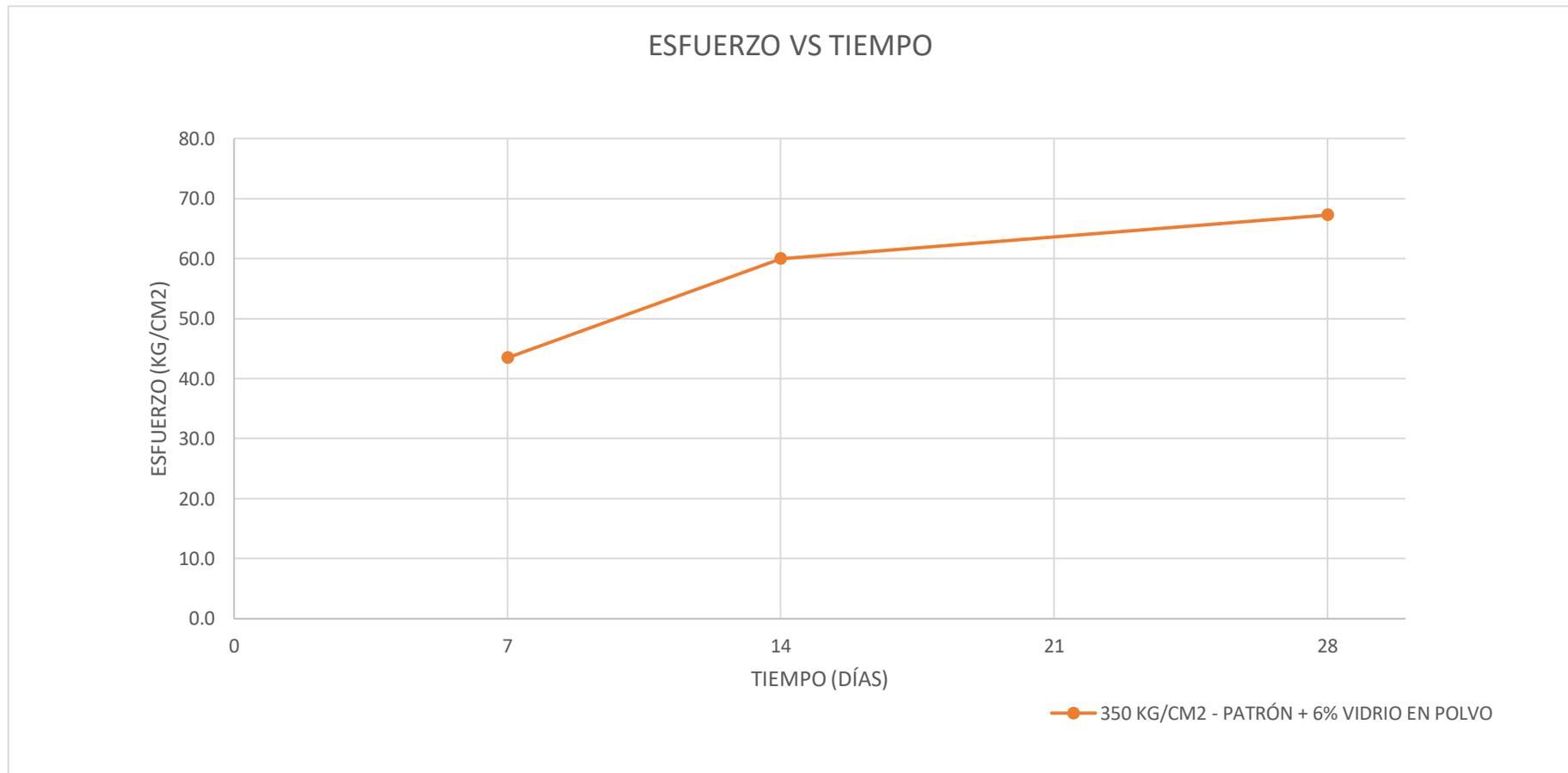
**VIGA: V. ENDURECIDA**

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
7	15.15	15.5	48.95	3 339.57	43.5
14	14.95	15.4	49.4	4 282.81	60.0
28	14.90	15.3	49	4 756.98	67.3

---

**Figura 11.**

*Esfuerzo vs tiempo, patrón +6% de vidrio molido.*



**D) Ensayo de Flexión Norma ASTM C78  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.**

**Tabla 70.**

*Flexión a los 7 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7 DÍAS**

**VIGA: V. ENDURECIDA**

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>V-05</b>	15.00	15	49	2 946.98	42.8
<b>V-06</b>	14.70	15.4	48.9	2 845.01	39.9
<b>PROMEDIO</b>	14.85	15.2	48.95	2 895.99	41.4

**Tabla 71.***Flexión a los 14 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.*


---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 14 DÍAS**

**VIGA: V. ENDURECIDA**

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>V-15</b>	15.00	15.0	49.2	3 344.67	48.8
<b>V-16</b>	15.20	15.2	49.2	3 783.15	53
<b>PROMEDIO</b>	15.10	15.1	49.2	3 563.91	50.9

---

**Tabla 72.**

*Flexión a los 28 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
 Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 28 DÍAS**

**VIGA: V. ENDURECIDA**

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>V-15</b>	15.00	15.2	49	4 191.03	59.3
<b>V-16</b>	15.00	15.1	49	4 711.09	67.5
<b>PROMEDIO</b>	15.00	15.2	49	4 451.06	63.4

**Tabla 73.**

*Promedio a 7, 14 y 28 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:  
ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN  
MUESTRAS: 2

**RESUMEN EN PROMEDIO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 -  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

**VIGA:**

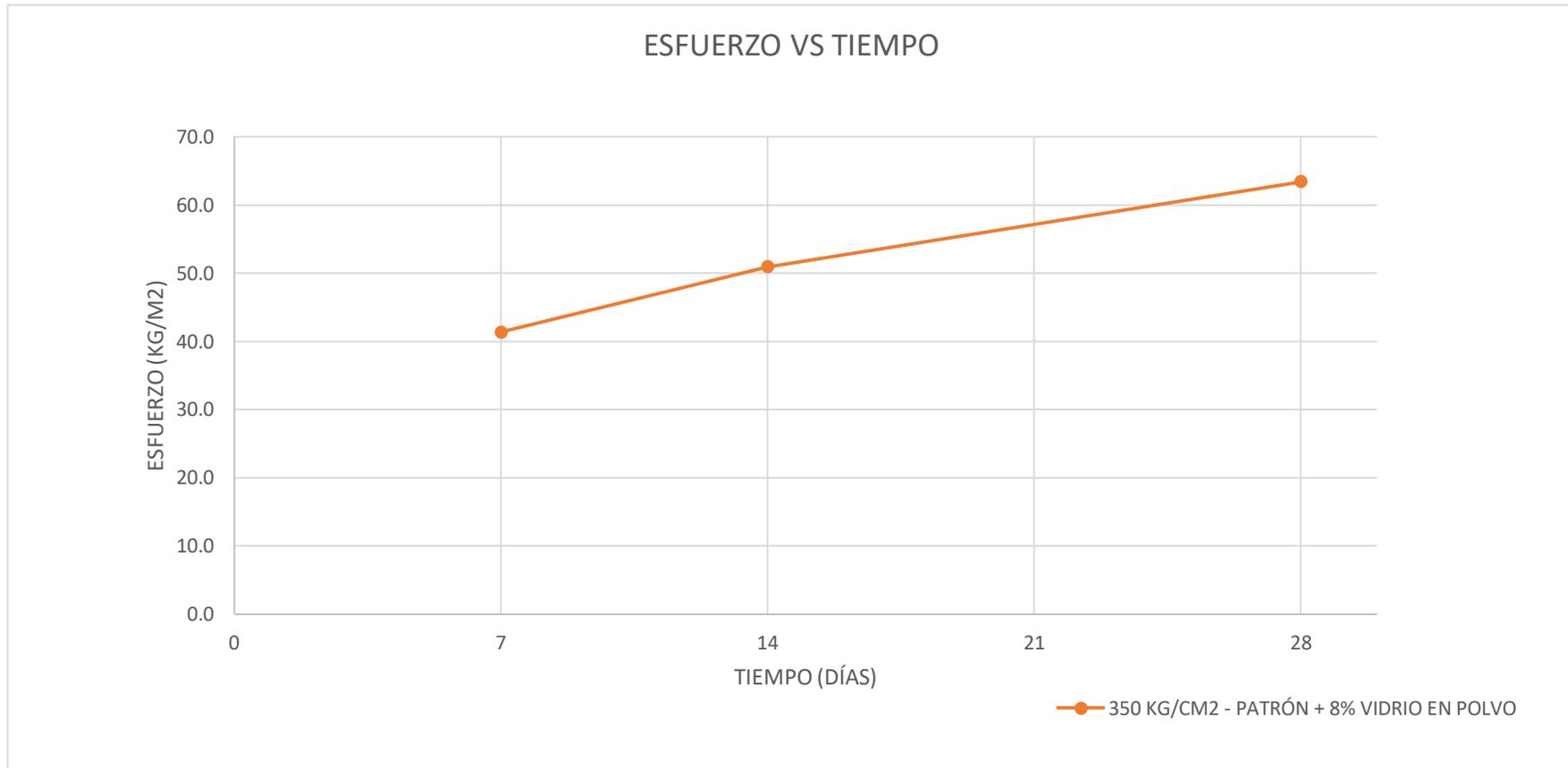
**V. ENDURECIDA**

	ANCHO	ALTURA	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
7	14.85	15.2	48.95	2 895.99	41.4
14	15.10	15.1	49.2	3 563.91	50.9
28	15.00	15.2	49	4 451.06	63.4

---

**Figura 12.**

*Esfuerzo vs tiempo, patrón +8% de vidrio molido.*



**E) Resumen de Ensayo de Flexión Norma ASTM C39 F'c=350 kg/cm a los 7, 14 y 28 días.**

**Tabla 74.**

*Promedio general de flexión a los 7, 14 y 28 días.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la flexión para concreto f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/ cm<sup>2</sup> - RESUMEN GENERAL

MUESTRAS: 8

**RESUMEN GENERAL DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA ASTM C78 - f'c=350 kg/cm<sup>2</sup>  
EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

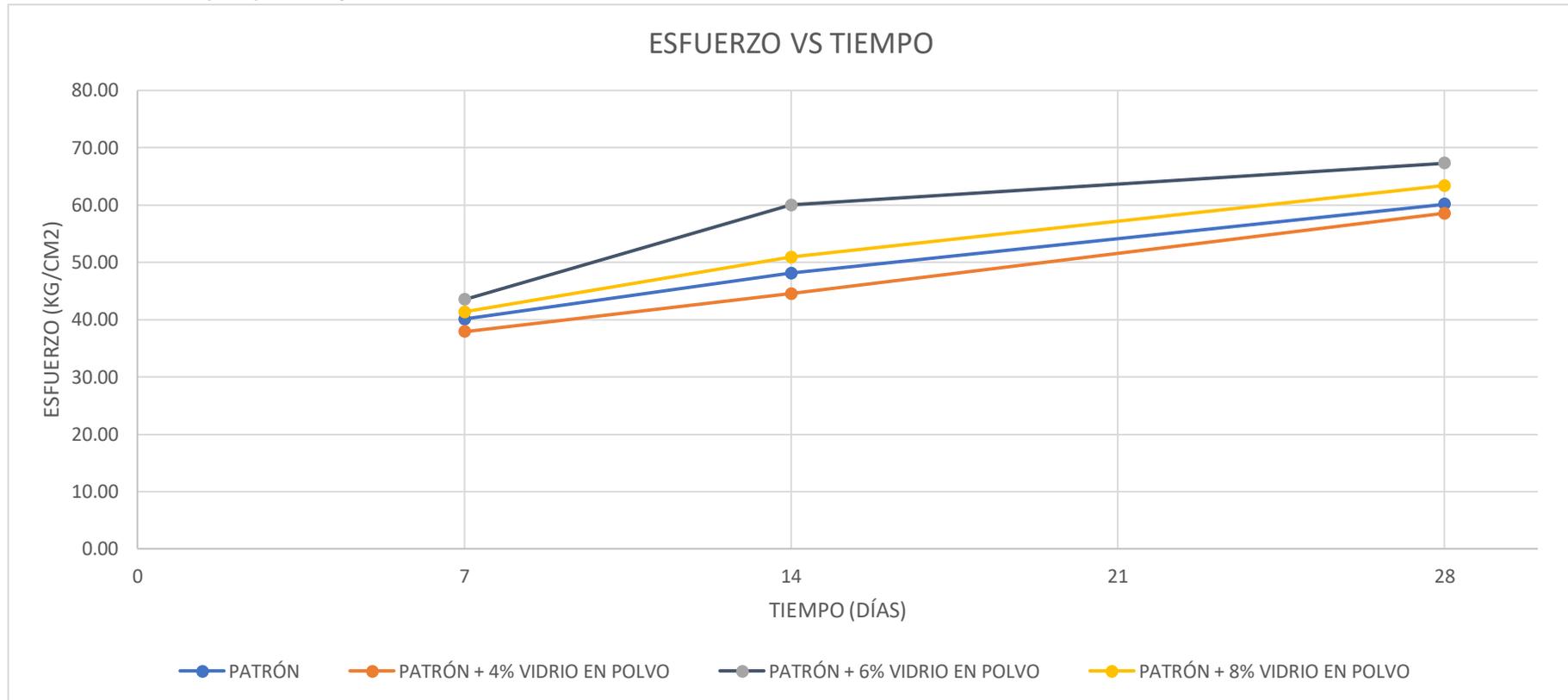
VIGA: V. ENDURECIDA

	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	UBICACIÓN DE FALLA
	(kg/cm <sup>2</sup> )	+ 4% V. M (kg/cm <sup>2</sup> )	+ 6% V. M (kg/cm <sup>2</sup> )	+ 8% V. M (kg/cm <sup>2</sup> )	
7	40.10	37.9	43.5	41.35	TERCIO CENTRAL
14	48.10	44.6	60.0	50.90	TERCIO CENTRAL
28	60.15	58.6	67.3	63.40	TERCIO CENTRAL

---

**Figura 13.**

*Esfuerzo vs tiempo, patrón y 4%,6%,8% de vidrio molido.*



Nota: se muestra el gráfico del resumen general de los especímenes ensayados a flexión, donde se observa que la muestra patrón + 6% de vidrio en polvo es el que tiene mayor resistencia cuando se aplica una fuerza a flexión.

**Resultados de la Resistencia a la Tracción Simple del Concreto.**

**A) Ensayo de Tracción Simple Norma ASTM C496  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> – PATRÓN.**

**Tabla 75.**

*Tracción S. a 7 días – PATRÓN.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi  
ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup>- PATRÓN  
MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 -  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>  
EDAD 7 DÍAS**

**PROBETA:**

**P. ENDURECIDA**

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>P-37</b>	10.25	20.1	6 138.69	19
<b>P-38</b>	10.20	20	5 934.75	18.5
<b>PROMEDIO</b>	10.23	20.05	6 036.72	18.8

---

**Tabla 76.***Tracción S. a 14 días – PATRÓN.*


---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 14 DÍAS**

**PROBETA:**

**P. ENDURECIDA**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>P-45</b>	10.30	20.6	7 586.69	22.8
<b>P-46</b>	10.20	20.5	6 964.66	21.2
<b>PROMEDIO</b>	10.25	20.55	7 275.67	22.0

---

**Tabla 77.***Tracción S. a 28 días – PATRÓN.*


---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 28 DÍAS**

**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>P-53</b>	10.20	20.5	8 779.75	26.7
<b>P-54</b>	10.20	20.5	8 351.47	25.4
<b>PROMEDIO</b>	10.20	20.5	8 565.61	26.1

---

**Tabla 78.***Tracción S. a 7, 14 y 28 días – PATRÓN.*


---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN

MUESTRAS: 2

**RESUMEN EN PROMEDIO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
7	10.23	20.05	6 036.72	18.8
14	10.25	20.55	7 275.67	22.0
28	10.20	20.5	8 565.61	26.1

---

**Figura 14.**

*Esfuerzo vs tiempo en una muestra patrón.*



**B) Ensayo de Tracción Simple Norma ASTM C496 F'c=350 kg/cm<sup>2</sup> – PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO.**

**Tabla 79.**

*Tracción S. a 7 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 - f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7 DÍAS**

**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>P-39</b>	10.25	20	6 934.07	21.7
<b>P-40</b>	10.25	20	6 373.23	19.8
<b>PROMEDIO</b>	10.25	20	6 653.65	20.8

---

**Tabla 80.**

*Tracción S. a 14 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 14 DÍAS**

**PROBETA:**

**P. ENDURECIDA**

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>P-47</b>	10.20	20.5	8 147.53	24.8
<b>P-48</b>	10.20	20.5	7 780.43	23.7
<b>PROMEDIO</b>	10.20	20.5	7 963.98	24.3

---

**Tabla 81.**

*Tracción S. a los 28 días – PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
 Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:

ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$ - PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 28 DÍAS**

PROBETA: P. ENDURECIDA

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>P-55</b>	10.20	20.5	9 983.02	30.4
<b>P-56</b>	10.20	20.5	9 942.23	30.3
<b>PROMEDIO</b>	10.20	20.5	9 962.63	30.4

---

**Tabla 82.**

Promedio a 7, 14 y 28 días–PATRÓN +4% VIDRIO EN POLVO.

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN + 4% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

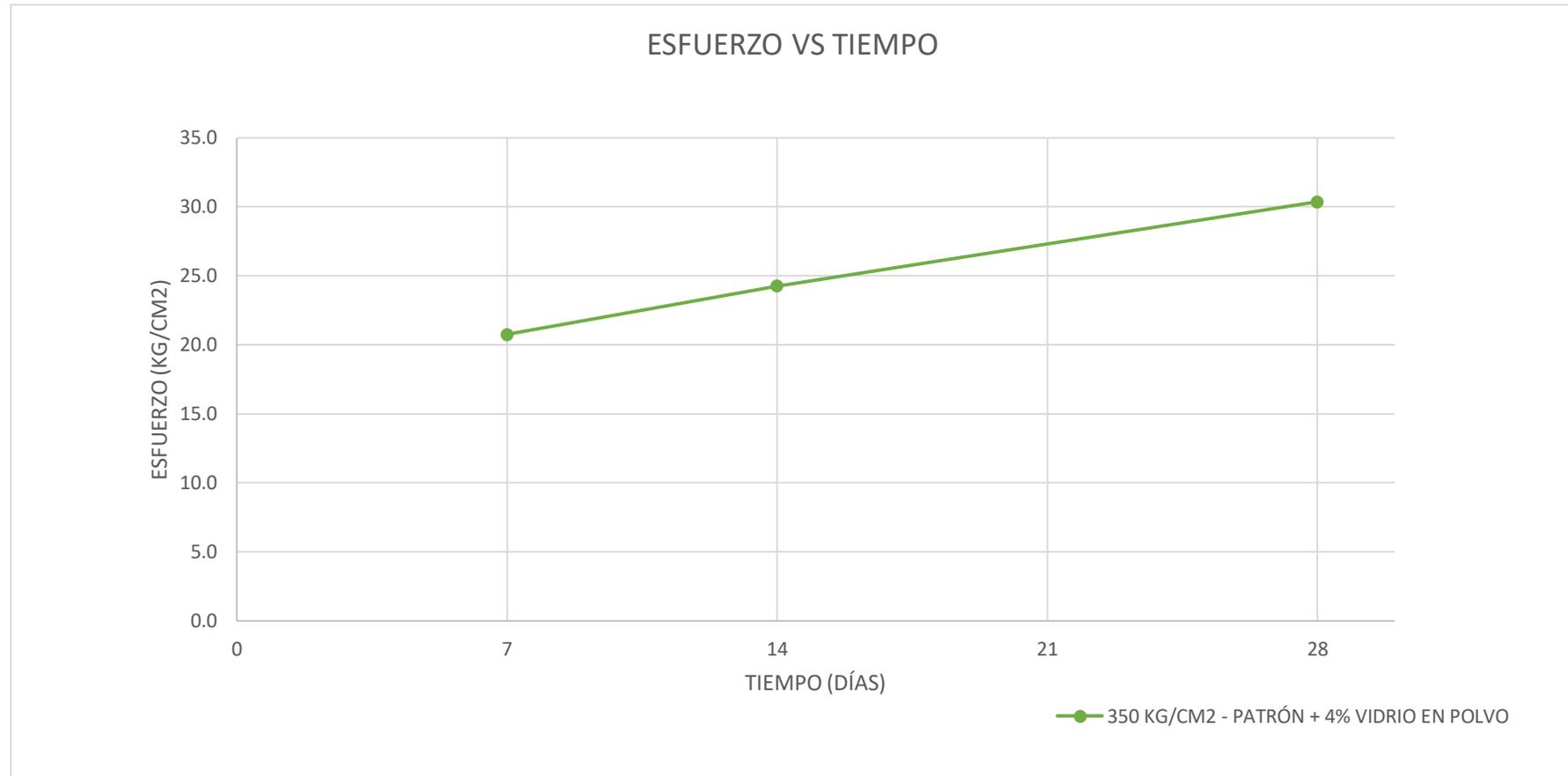
**RESUMEN EN PROMEDIO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM  
C496 -96 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

PROBETA: P. ENDURECIDA

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	( $\text{kg/cm}^2$ )
7	10.25	20	6 653.65	20.8
14	10.20	20.5	7 963.98	24.3
28	10.20	20.5	9 962.63	30.4

---

**Figura 15.**  
*Esfuerzo vs tiempo, patrón +4% de vidrio molido.*



**C) Ensayo de Tracción Simple Norma ASTM C496 F'c=350 kg/cm<sup>2</sup> – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.**

**Tabla 83.**

*Tracción S. a 7 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/ cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 - f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7 DÍAS**

**PROBETA:**

**P. ENDURECIDA**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>P-41</b>	10.25	20.5	7 005.45	21.2
<b>P-42</b>	10.30	20.5	6 913.67	20.8
<b>PROMEDIO</b>	10.28	20.5	6 959.56	21.0

**Tabla 84.***Tracción S. a 14 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.*


---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 14 DÍAS**

**PROBETA:**

**P. ENDURECIDA**

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>P-49</b>	10.20	20.5	7 709.05	23.5
<b>P-50</b>	10.20	20.5	8 433.05	25.7
<b>PROMEDIO</b>	10.20	20.5	8 071.05	24.6

---

**Tabla 85.**

*Tracción S. a 28 días – PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
 REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi  
 ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO  
 MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 28 DÍAS**

**PROBETA:**

**P. ENDURECIDA**

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>P-57</b>	10.20	20.6	9 881.05	29.9
<b>P-58</b>	10.20	20.5	10 350.12	31.5
<b>PROMEDIO</b>	10.20	20.55	10 115.58	30.7

---

**Tabla 86.**

Promedio a 7, 14 y 28 días–PATRÓN +6% VIDRIO EN POLVO.

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
 REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi  
 ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN + 6% VIDRIO EN POLVO  
 MUESTRAS: 2

**RESUMEN EN PROMEDIO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM  
 C496 -96 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

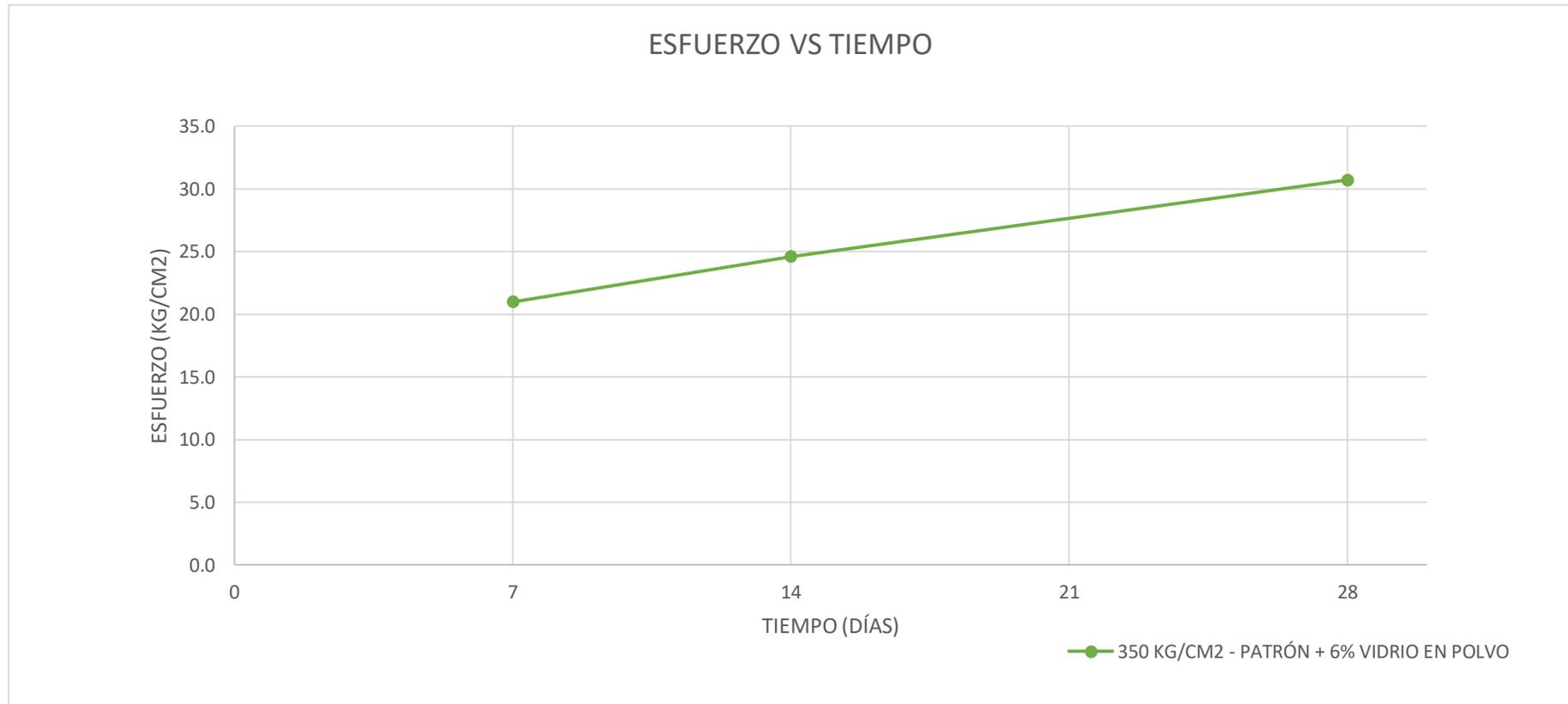
PROBETA: P. ENDURECIDA

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/ $\text{cm}^2$ )
7	10.28	20.5	6 959.56	21.0
14	10.20	20.5	8 071.05	24.6
28	10.20	20.55	10 115.58	30.7

---

**Figura 16.**

*Esfuerzo vs tiempo, patrón +6% de vidrio molido.*



**D) Ensayo de Tracción Simple Norma ASTM C496 F'c=350 kg/cm<sup>2</sup> – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.**

**Tabla 87.**

*Tracción S. a 7 días – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.*

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO

MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 - f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7 DÍAS**

**PROBETA:**

**P. ENDURECIDA**

	<b>DIÁMETRO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>FUERZA MÁXIMA</b>	<b>ESFUERZO</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>P-43</b>	10.30	20.5	7 933.39	23.9
<b>P-44</b>	10.20	20.5	7 403.14	22.5
<b>PROMEDIO</b>	10.25	20.5	7 668.26	23.2

**Tabla 88.**

*Tracción S. a 14 días – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
 REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi  
 ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO  
 MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 14 DÍAS**

**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>P-51</b>	10.25	20.5	8 361.67	25.3
<b>P-52</b>	10.20	20.5	8 677.78	26.4
<b>PROMEDIO</b>	10.23	20.5	8 519.73	25.9

---

**Tabla 89.**

*Tracción S. a 28 días – PATRÓN +8% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

REALIZADO POR:  
ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO  
MUESTRAS: 2

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 -96 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 28 DÍAS**

**PROBETA:**

**P. ENDURECIDA**

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>P-59</b>	10.20	20.40	10 819.19	33.1
<b>P-60</b>	10.20	20.30	10 717.22	33
<b>PROMEDIO</b>	10.20	20.35	10 768.20	33.1

---

**Tabla 90.**

*Promedio a 7, 14 y 28 días – PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
 REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi  
 ESFUERZO:  $350 \text{ kg/cm}^2$  - PATRÓN + 8% VIDRIO EN POLVO  
 MUESTRAS: 2

**RESUMEN EN PROMEDIO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM  
 C496 -96 -  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

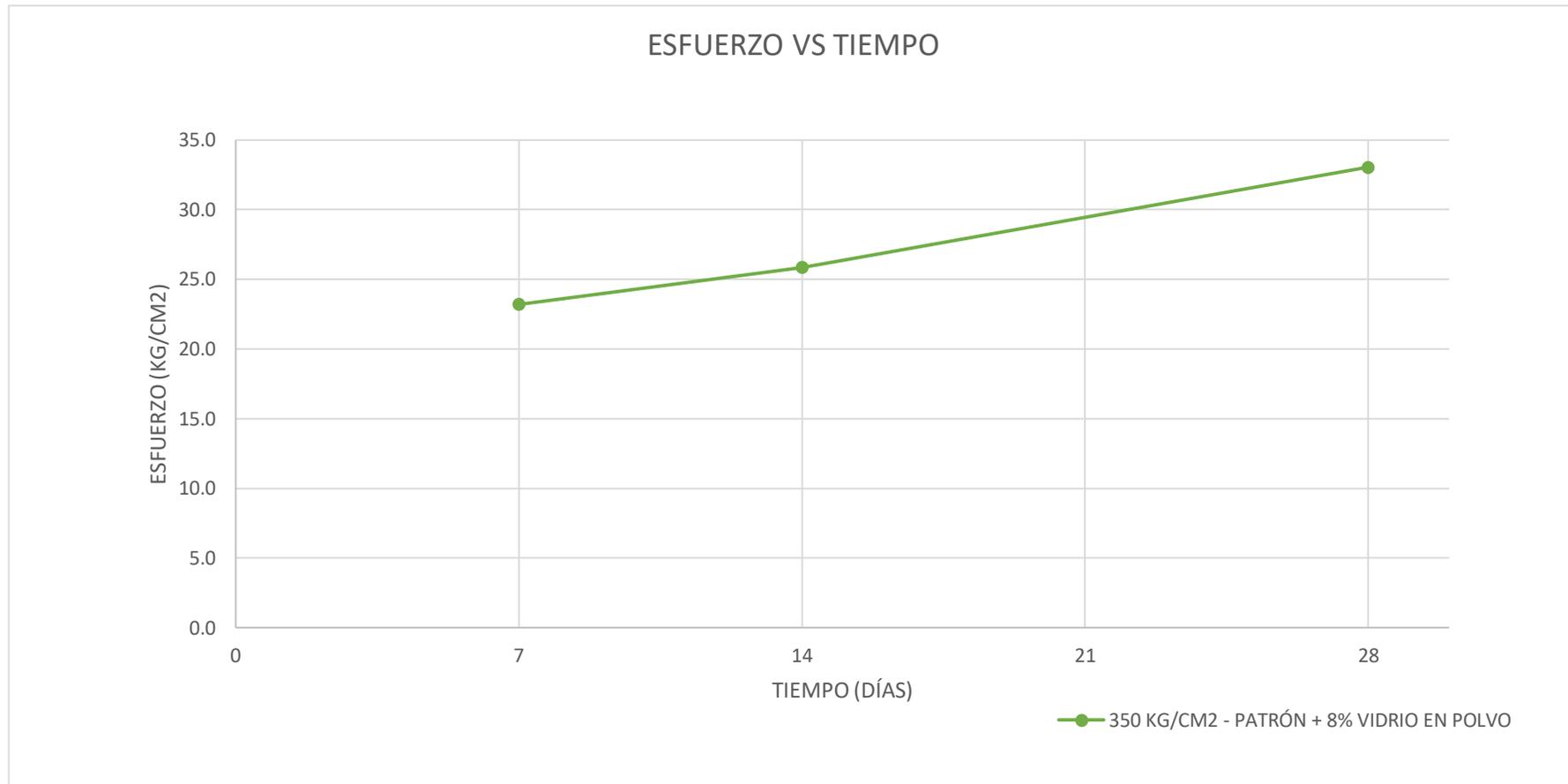
**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	DIÁMETRO	LONGITUD	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO
	(cm)	(cm)	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
7	10.25	20.50	7 668.26	23.2
14	10.23	20.50	8 519.73	25.9
28	10.20	20.35	10 768.20	33.1

---

**Figura 17.**

*Esfuerzo vs tiempo, patrón +6% de vidrio molido.*



**E) Resumen de Ensayo de Tracción Simple Norma ASTM C496 F'c=350 kg/cm a los 7, 14 y 28 días.**

**Tabla 91.**

*Promedio general Tracción S. a 7, 14 y 28 días.*

---

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

---

"Análisis para determinar la resistencia a la tracción simple para concreto f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Sika® CEM Plastificante y vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%"

ORIGEN: CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO

REALIZADO POR: Cundía Turpo, María Cristina / Prado Paredes, Brayan Keyshi

ESFUERZO: 350 kg/cm<sup>2</sup> - RESUMEN GENERAL

MUESTRAS: 2

**RESUMEN GENERAL DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN SIMPLE NORMA ASTM C496 - 96 - f'c=350 kg/cm<sup>2</sup> EDAD 7, 14 Y 28 DÍAS**

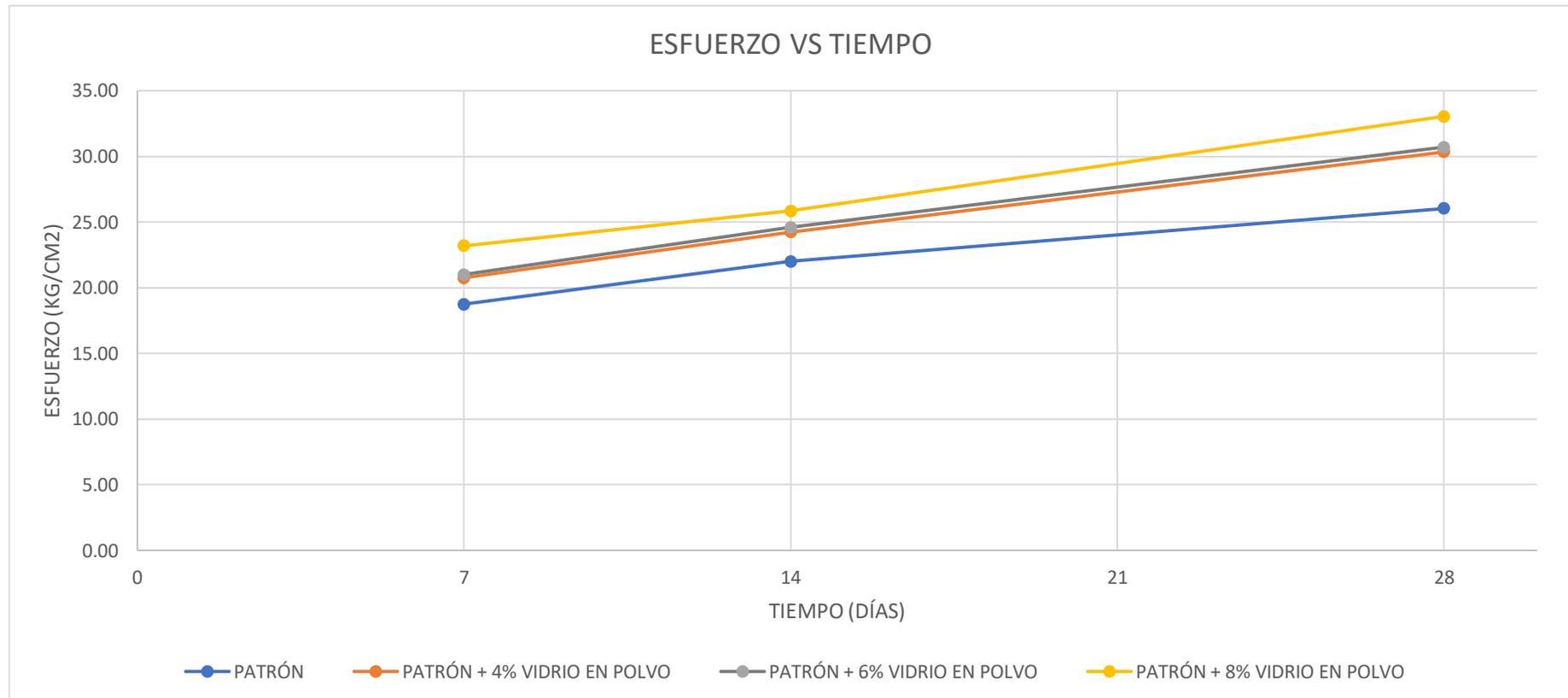
**PROBETA: P. ENDURECIDA**

	PATRÓN (kg/ cm <sup>2</sup> )	PATRÓN + 4% V. M (kg/ cm <sup>2</sup> )	PATRÓN + 6% V. M (kg/ cm <sup>2</sup> )	PATRÓN + 8% V. M (kg/cm <sup>2</sup> )
7	18.75	20.8	21.00	23.2
14	22.00	24.3	24.60	25.9
28	26.05	30.4	30.70	33.1

---

**Figura 18.**

*Esfuerzo vs tiempo, patrón y 4%,6%,8% de vidrio molido.*



Nota: se muestra el gráfico del resumen general de los especímenes ensayados a tracción, donde se observa que la muestra patrón + 8% de vidrio en polvo es el que tiene mayor resistencia cuando se aplica una fuerza a tracción.

## V. Discusión de los Resultados

Los agregados que se utilizaron en el presente Trabajo de Grado, proveniente de la cantera el Milagro en la ciudad de Trujillo brindan calidad y seguridad, estos cumplen con las especificaciones técnicas y los usos requeridos en la Norma Técnica Peruana NTP 400.012, de acuerdo a los ensayos en laboratorio para el análisis de agregados, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 92.**

*Resultado del análisis de los agregados en el laboratorio.*

CARACTERÍSTICAS	MATERIAL	
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Módulo de finura	2.7	-
TMN	-	3/4"
Contenido de Humedad	1.60%	0.80%
Peso Unitario Suelto	1 708 kg/cm <sup>3</sup>	1 621 kg/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1 864 kg/cm <sup>3</sup>	1 835 kg/cm <sup>3</sup>
Peso Específico	2.42 gr/cm <sup>3</sup>	2.53 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.70%	1.70%

Estos resultados nos permitirán realizar los ensayos de dosificación y así poder determinar la resistencia a la compresión, flexión y tracción simple, para nuestro concreto se seleccionó el diseño de mezcla  $F'c=350 \text{ Kg/cm}^2$  producido por el aditivo Sika® CEM Plastificante y con los porcentajes de vidrio en polvo propuestos (patrón, 4%, 6% y 8%). El método de diseño escogido es el ACI 211.1, el cual es conocido ampliamente y cuenta con un procedimiento estandarizado para alcanzar la proporción final de la muestra, se realizará una serie de pasos con la ayuda de gráficos y tablas nos permite dosificar los materiales de acuerdo con sus características, garantizando la resistencia requerida.

Luego se procedió a llenar los moldes con concreto, las cuales serán utilizadas para e resistencia a la compresión y tracción simple donde se utilizaron moldes de 10x20 (10 cm de diámetro y 20 cm de altura) obteniendo testigos

cilíndricos con diámetros que varían de 10.15 cm a 10.3 cm y área entre 80.9 cm<sup>2</sup> a 83.3 cm<sup>2</sup>. Por otra parte, se llenaron moldes de vigas de concreto que serán utilizadas para la resistencia a la flexión, los moldes utilizados tienen una medida de 15x15x50 (15 cm de ancho, 15 cm de altura y 50 cm de longitud) obteniendo testigos prismáticos con ancho, altura y longitud que varían de 14.7 cm a 15.3 cm, 15.0 cm a 15.5 cm y 48.5 cm a 49.5 cm respectivamente.

Todas las muestras y ensayos que se realizaron en esta investigación se prepararon, curaron y se determinó su resistencia a la compresión con las Normas NTP 339.034 y ASTM C39, resistencia a la flexión con las Normas NTP 339.078 y ASTM C78; y resistencia a la tracción simple con las Normas NTP 339.84 y ASTM C496 después de 7, 14 y 28 días para cada ensayo. Para cada periodo de prueba de la resistencia a la compresión se realizaron tres especímenes que fueron aplastados a la edad especificada y se calcula dividiendo la carga máxima obtenida entre el área de la sección transversal, así como para la resistencia a la flexión se realizaron 2 especímenes y se aplicaron cargas en el tercio central de manera gradual hasta la falla, luego se registra la carga máxima y junto a las dimensiones de cada uno se calcula el módulo de rotura; por último para la resistencia a la tracción simple también se realizaron 2 especímenes que se les aplica una carga compresiva diametral y ocurre la falla por tensión.

Finalmente teniendo el valor de los esfuerzos para cada uno de los especímenes (patrón, vidrio en polvo al 4%, 6% y 8%) se realizó un resumen general de acuerdo a los datos obtenidos a los 28 días de rotura de las probetas y vigas, en la resistencia a la compresión obtuvimos como resultado que al agregar el máximo porcentaje (8% de vidrio en polvo) aumenta su capacidad de resistencia a  $f'_c=390.3$  kg/cm<sup>2</sup>, para la resistencia a la flexión se obtuvo como resultado que añadiendo un 6% de vidrio en polvo se alcanza un máximo esfuerzo de 67.3 kg/cm<sup>2</sup> y por último en la resistencia a la tracción simple el máximo esfuerzo que es de 33.1 kg/cm<sup>2</sup> se obtiene al aumentar un 8% de vidrio en polvo.

## Conclusiones

Se concluye que, los análisis de los agregados según la norma NTP 400.012, cumple con las especificaciones técnicas brindadas en dicha norma. Se obtuvo que el módulo de finura del agregado fino es de 2.7, mientras que para el agregado grueso es de 6.66 y un Tamaño Máximo Nominal de 3/4", lo cual nos ayuda para la trabajabilidad del concreto. Estos resultados nos permitirán realizar los ensayos de dosificación para así lograr la resistencia del concreto.

Se concluye que al seleccionar las dimensiones y cantidades de probetas a estudiar nos basamos en la Norma Técnica Peruana (NTP 339.034), para el ensayo de resistencia a la compresión, se optó por utilizar moldes con dimensiones de 10 cm x 20 cm para que su nivel de confianza se mantenga requerimos de tres ensayos de resistencia. Por ello se realizó 4 tipos de muestras (patrón + 4%, 6% y 8%) seleccionando 3 testigos en cada una para una edad distinta (7, 14 y 28 días). Usando 36 testigos en compresión.

Respecto al ensayo de resistencia a la tracción simple, se siguió lo normado en la NTP 339.084 y ASTM C496-96. para este ensayo de resistencia a la tracción simple se optó por utilizar moldes con dimensiones de 10 cm x 20 cm para que su nivel de confianza se mantenga requerimos de dos ensayos de resistencia. Por ello se realizó 4 tipos de muestras (patrón + 4%, 6% y 8%) seleccionando 2 testigos en cada una para una edad distinta (7, 14 y 28 días). Usando 24 testigos en tracción.

Para el ensayo de resistencia la flexión se tomó encuentra la Norma ASTM C – 496 Y NTP 339.84, se optó por utilizar moldes con dimensiones de 15 cm x 15 cm x 50 cm para que su nivel de confianza se mantenga requerimos de dos ensayos. Por ello se realizó 4 tipos de muestras (patrón + 4%, 6% y 8%) seleccionando 2 testigos en cada una para una edad distinta (7, 14 y 28 días). Usando 24 testigos en flexión.

Se concluye que, para el diseño de la muestra patrón se considera una tanda de 0.035 m<sup>3</sup>, se iba a usar 18.12 kg de Cemento, 7.55 L de agua, 11.39 kg de agregado fino y 40.79 kg de agregado grueso.

Se concluye que, para una muestra patrón añadiendo un 4% de vidrio en polvo, a los pesos obtenidos en la muestra patrón, se le añadirá 2.81 kg de vidrio en polvo, con respecto a la muestra con 6% de vidrio en polvo, para cubrir este requerimiento se añadirá 4.22 kg de vidrio en polvo, y en el caso de la muestra con 8% de vidrio en polvo, se añadirá 5.62 kg de vidrio en polvo.

Se concluye que, de acuerdo a la norma NTP 339.034 y ASTM-C39, la muestra que llegó a la resistencia a la compresión más alta es la que contiene un 8% de vidrio en polvo, llegando a tener una resistencia de 390.3 kg/cm<sup>2</sup> siendo mayor aun 11.15% de la muestra de diseño patrón de 350 kg/cm<sup>2</sup>.

Con el ensayo de resistencia a la flexión, se siguió lo diseñado en la norma NTP 339.078 y ASTM C78. Se concluyó que la muestra que llegó a la resistencia más alta fue la muestra con un 6% adicional de vidrio en polvo, llegando a 60 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, y fallando en el tercio central.

Respecto al ensayo de resistencia a la tracción simple, se siguió lo normado en la Norma NTP 339.084 y ASTM C496-96. La muestra que llegó a la resistencia más alta fue la muestra con un 8% adicional de vidrio en polvo, llegando a tener una resistencia a la tracción a los 28 días de 33.1 kg/cm<sup>2</sup>.

Con estos resultados se concluye que, se puede comprobar que la compresión del concreto aumenta considerablemente con el uso de vidrio en polvo en su estructura, elevando un 12% su resistencia. Pero, hay que considerar que se ha añadido a las probetas un 8% de polvo de vidrio, por lo que, si lo que se busca es aumentar la resistencia del concreto notoriamente, se tendría que añadir una cantidad por encima de este porcentaje para que sea claro el aumento de la resistencia.

### Recomendaciones

- Se recomienda usar, si se quiere replicar la siguiente investigación en condiciones de obra, Cemento Pacasmayo Ico 42.5 kg. Esto debido a que este cemento fue el utilizado para realizar las probetas que fueron ensayadas.
- Se recomienda, además, si se desea reproducir el siguiente ensayo en condiciones reales de obra, que el polvo de vidrio a utilizar en el concreto pase al menos la malla N°40, aunque mientras más pequeño el espacio del tamiz mejor, sin pasar del tamiz N°200.
- La siguiente investigación se ha centrado específicamente en las propiedades más relevantes del concreto, que fueron la compresión, la tracción simple y la flexión. Pero, el concreto tiene otras propiedades, que sería recomendable ensayarlas para tener conocimiento, como el módulo de elasticidad estático o dinámico, por ejemplo.
- Con fines de ampliar ésta investigación, se recomienda aumentar las proporciones de vidrio en polvo y poder evaluar las propiedades mecánicas del concreto.
- Se recomienda, utilizar otro tipo de fibra, así como por ejemplo el acero trefilado u otro material y evaluar si los resultados de las propiedades mecánicas son favorables en el concreto.

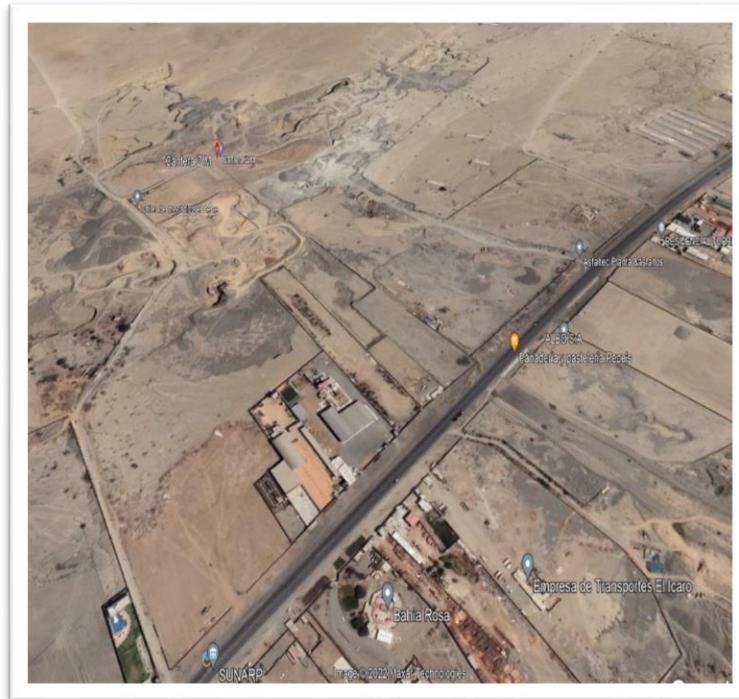
## Referencias Bibliográficas

- 1017, A. C. (2007). *Especificación normalizada para aditivos químicos para uso en la producción de concreto fluido*. ASTM International.
- 109, N. A. (2005). *Método normalizado de ensayo de resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico*. ASTM International.
- 211.1, A. (2017). *Diseño de mezcla de concreto patrón*. ASTM international.
- 339.034, N. (2015). *Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI.
- 339.078, N. (2012). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias – INDECOPI.
- 339.084, N. (2017). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica*. Dirección de normalización – INICAL. .
- 39, N. A. (2016). *Resistencia a la compresión de probetas de hormigón cilíndricos*. ASTM International.
- 400.011, N. (2008). *Agregados. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI.
- 400.012, N. (2013). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso global*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.
- Amaya, C. y. (2020). *Estudio de las propiedades físico – mecánicas del concreto con incorporación del vidrio molido y análisis comparativo a partir de concreto con fibra de acero y concreto convencional*. Colombia: Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://n9.cl/9wums>
- C-125, A. (2017). *Terminología referente al concreto y agregados para al concreto*. ASTM International.
- C-125, A. (2017). *Terminología referente al concreto y agregados para al concreto*. ASTM Internacional.
- C496-96, A. (1996). *Método de Ensayo Normalizado Para determinar la tracción Por Rendimiento de las Probetas cilíndricas de hormigón*. ASTM International.
- C-78, A. (2016). *Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la Flexión del Concreto*. ASTM International.

- Huapaya, D. (2019). *Uso de vidrio reciclado como adición en la elaboración de concreto  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> para obras portuarias*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicada de Lima. Obtenido de <https://n9.cl/hnep1>
- Palacios, L. (2019). *Determinación del comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido, utilizando vidrio molido como sustituto parcial del agregado fino*. El Salvador : Universidad del Salvador de Centro America.
- Perú, S. (2021). *GUIA SIKA CEM PLASTIFICANTE*. Sika.
- Poma, J. (2019). *Análisis y diseño para la elaboración de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando vidrio reciclado molido como agregado fino según la norma aci 211 lima 2019*. Lima: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23469>
- Quispe, N. y. (2020). *Análisis de la variación en el comportamiento del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de vidrio molido*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio. Obtenido de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5068>
- Tello, J. (2019). *Estudio de la eficiencia del aditivo sika® cem plastificante en el diseño de mezclas de concreto de alta resistencia utilizando concreto reciclado en chiclayo – 2017*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5876>
- Velasquez, E. y. (2021). *Determinación de las propiedades del concreto a partir de la sustitución parcial de agregado fino por vidrio molido*. Venezuela: Universidad Catolica Andre Bello. Obtenido de <https://n9.cl/rz8m4>

## Anexos

**Figura 1.**  
*Ubicación y localización de la cantera El Milagro – Trujillo.*



**Figura 2.**  
*Extracción de agregados desde Cantera El Milagro – Trujillo.*



**Figura 3.**

*Extracción de agregados desde Cantera El Milagro – Trujillo.*

**Figura 4.**

*Selección del aditivo Sika Cem® Plastificante.*



**Figura 5.**  
*Muestra de vidrio Triturado.*



**Figura 6.**  
*Muestra de Cemento Pacasmayo Extra Forte.*



**Figura 7.**  
*Muestra de vidrio molido.*



**Figura 8.**  
*Cuartero de agregado.*



**Figura 9.**  
*Pesaje de vidrio molido.*



**Figura 10.**  
*Secado de Material Fino.*



**Figura 11.**  
*Tamizado de Del agregado.*



**Figura 12.**  
*Preparación de Mezcla.*



**Figura 13.**

*Medición de temperatura de la Mezcla mediante un termómetro.*

**Figura 14.**

*Prueba del slump en la mezcla.*



**Figura 15.**  
Vaciado de mezcla en molde de 10x20(cm).



**Figura 16.**  
Vaciado de mezcla en molde de 15x15x50(cm).



**Figura 17.**

*Testigos cilíndricos de concreto para realizar ensayos.*

**Figura 18.**

*Testigos prismáticos de concreto para realizar ensayos.*



**Figura 19.**  
*Ensayo de Compresión.*



**Figura 20.**  
*Tesista validando datos del ensayo de Compresión.*



**Figura 21.**

*Testigo cilíndrico de concreto después del ensayo de Compresión.*

**Figura 22.**

*Ensayo de Flexión.*



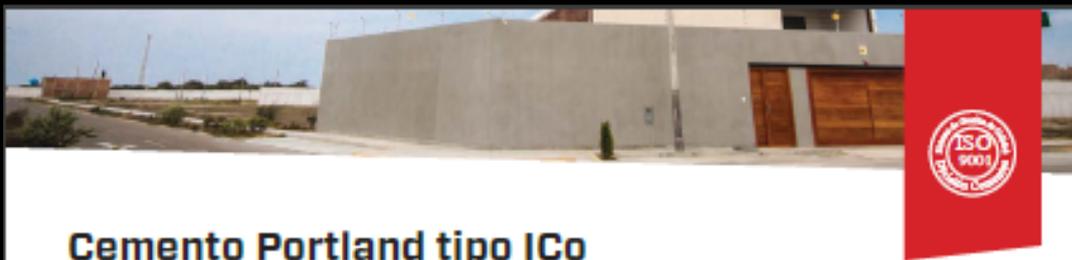
**Figura 23.**  
*Validando datos del Ensayo de Flexión.*



**Figura 24.**  
*Testigo prismático después del ensayo de Flexión.*



**Figura 25.**  
Ficha Técnica Cemento Pacasmayo Extra Forte.



## Cemento Portland tipo ICo

### Requisitos Normalizados

NTP 334.090

#### REQUERIMIENTOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADO
SO <sub>3</sub>	Máximo	4.0	%	NTP 334.086	1.2
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	2.5

#### REQUERIMIENTOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADO
Contenido de aire	Máximo	12.0	%	NTP 334.048	4
<b>Finura</b>					
Superficie específica	-	-	cm <sup>2</sup> /g	NTP 334.002	4350
Retenido M325	-	-	%	NTP 334.045	2.5
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.06
Contracción en autoclave	Máximo	0.20	%	NTP 334.004	-
<b>Resistencia a la compresión</b>					
3 días	Mínimo	13.0 (1890)	MPa (pa)	NTP 334.051	25.8 (3740)
7 días	Mínimo	20.0 (2900)	MPa (pa)	NTP 334.051	31.5 (4570)
28 días	Mínimo	25.0 (3630)	MPa (pa)	NTP 334.051	36.6 (5310)
<b>Tiempo de Fraguado Vicat</b>					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	255
Fraguado final	Máximo	420	Minutos	NTP 334.006	360

#### VENTAJAS

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

 Fecha y hora de envasado: para que utilices el cemento más fresco

 Fecha de vencimiento: para aprovechar de mejor manera sus propiedades

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090

**Pacasmayo**

Nota. Pacasmayo Perú, (2018).

Figura 26.  
Ficha Técnica Sika® Cem Plastificante.



CONSTRUYENDO CONFIANZA

## 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 Vaclado 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  
021.80201.1000000002

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  
02130201100000829

2 / 2

CONSTRUYENDO CONFIANZA



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

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

**Figura 27.**  
Análisis granulométrico de agregado fino.



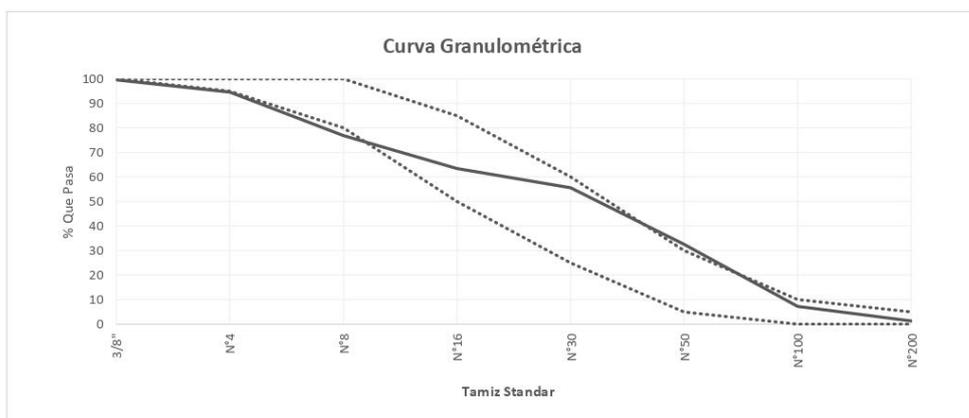
RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : CUNDÍA TURPO, MARIA CRISTINA / PRADO PAREDES, BRAYAN KEYSHI  
**FECHA DE ENSAYO** : 30/05/2022

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	4.4	0.4	0.4	99.6	100	100	<b>Características físicas:</b> Tamaño Max. Nom. : Cont. de Humedad: 1.6 % Modulo de Finura: 2.70
N°4	4.750	49.8	5.0	5.4	94.6	95	100	
N°8	2.360	177.5	17.8	23.1	76.9	80	100	
N°16	1.180	134.6	13.5	36.6	63.4	50	85	
N°30	0.600	78.0	7.8	44.4	55.6	25	60	
N°50	0.300	230.0	23.0	67.4	32.6	5	30	
N°100	0.150	253.6	25.4	92.8	7.3	0	10	
N°200	0.075	59.4	5.9	98.7	1.3	0	5	
Fondo	-	12.7	1.3	100.0	0.0			
		<b>1000.0</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 Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Figura 28.**  
Análisis granulométrico de agregado grueso.

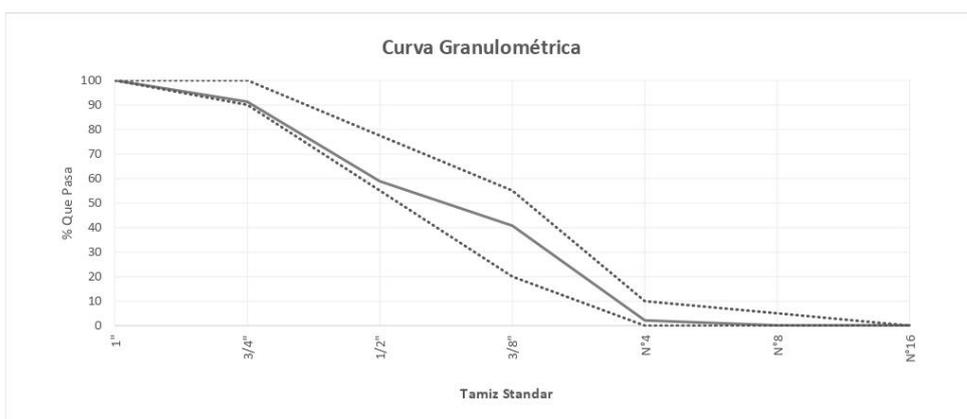


RUC: 20608132016  
Contacto: 936194709-989712719  
Email: ventas@tem-concrete.com

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

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : CUNDÍA TURPO, MARIA CRISTINA / PRADO PAREDES, BRAYAN KEYSHI  
**FECHA DE ENSAYO** : 31/05/2022

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			<b>Características físicas:</b> Tamaño Max. Nom.: 3/4" Cont. de Humedad: 0.8 % Modulo de Finura: 6.66
1"	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/4"	19.00	434.9	8.7	8.7	91.3	90	100	
1/2"	12.50	1625.0	32.5	41.2	58.8			
3/8"	9.50	905.4	18.1	59.3	40.7	20	55	
N°4	4.75	1927.3	38.5	97.9	2.1	0	10	
N°8	2.36	100.1	2.0	99.9	0.1	0	5	
N°16	1.18	1.6	0.0	99.9	0.1	0	0	
Fondo	-	5.7	0.1	100.0	0.0			
		<b>5000</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 Herculles 390 Urb. Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Figura 29.**  
 Contenido de humedad de agregado fino.



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** : CUNDÍA TURPO, MARIA CRISTINA / PRADO PAREDES, BRAYAN KEYSHI  
**FECHA DE ENSAYO** : 30/05/2022

#### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	78.8	81.4	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	678.8	681.4	
Peso recipiente + muestra seca	gr	669.5	672.2	
Peso de muestra húmeda	gr	600.0	600.0	
Peso de muestra seca	gr	590.7	590.8	
Peso de agua	gr	9	9	
<b>Contenido de humedad</b>	%	1.6	1.6	<b>1.6</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 Chimu - Trujillo

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

**Figura 30.**  
*Contenido de humedad de agregado grueso.*



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

## CONTENIDO DE HUMEDAD

### NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

#### 1. INFORMACION GENERAL

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : CUNDÍA TURPO, MARIA CRISTINA / PRADO PAREDES, BRAYAN KEYSHI  
**FECHA DE ENSAYO** : 31/05/2022

#### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	283	283	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	2,283	2,283	
Peso recipiente + muestra seca	gr	2,269	2,267	
Peso de muestra húmeda	gr	2,000	2,000	
Peso de muestra seca	gr	1,987	1,985	
Peso de agua	gr	14	15	
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.7	0.8	<b>0.8</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

**Figura 31.**

*Peso unitario suelto compactado de agregado fino.*



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

**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** : CUNDÍA TURPO, MARIA CRISTINA / PRADO PAREDES, BRAYAN KEYSHI  
**FECHA DE ENSAYO** : 30/05/2022

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	21.920	21.980	21.880	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	23.340	23.400	23.280	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	15.540	15.600	15.500	
Peso de muestra en estado compactado	kg	16.960	17.020	16.900	
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m3	1,708	1,714	1,703	<b>1,708</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m3	1,864	1,870	1,857	<b>1,864</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

**Figura 32.***Peso unitario suelto compactado de agregado grueso.*

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

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

**1. INFORMACION GENERAL**

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : CUNDÍA TURPO, MARIA CRISTINA / PRADO PAREDES, BRAYAN KEYSHI  
**FECHA DE ENSAYO** : 31/05/2022

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	21.220	21.080	21.100	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	22.940	23.060	23.240	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	14.840	14.700	14.720	
Peso de muestra en estado compactado	kg	16.560	16.680	16.860	
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0091	0.0091	0.0091	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m <sup>3</sup>	1,631	1,615	1,618	<b>1,621</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m <sup>3</sup>	1,820	1,833	1,853	<b>1,835</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 Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

**Figura 33.***Peso específico y absorción de agregado fino.*

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

**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** : CUNDÍA TURPO, MARIA CRISTINA / PRADO PAREDES, BRAYAN KEYSHI  
**FECHA DE ENSAYO** : 30/05/2022

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	430.1	434.9	
Peso del pignómetro lleno de agua	gr	1,443.7	1,443.7	
Peso del pignómetro lleno de muestra y agua	gr	1,700.6	1,702.3	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	437.6	441.8	
<b>Peso específico base seca</b>	gr/cm3	2.38	2.37	<b>2.38</b>
Peso específico base SSS	gr/cm3	2.42	2.41	2.42
<b>Absorción</b>	%	1.7	1.6	<b>1.7</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

**Figura 34.***Peso específico y absorción de agregado grueso.*

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

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

**1. INFORMACION GENERAL**

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO  
**SOLICITANTES** : CUNDÍA TURPO, MARIA CRISTINA / PRADO PAREDES, BRAYAN KEYSHI  
**FECHA DE ENSAYO** : 31/05/2022

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2,456	2,462	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	2,500	2,500	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1,515	1,510	
<b>Peso específico base seca</b>	gr/cm3	2.49	2.49	<b>2.49</b>
Peso específico base SSS	gr/cm3	2.54	2.53	2.54
<b>Absorción</b>	%	1.8	1.6	<b>1.7</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

**Figura 35.**  
Diseño de mezcla.



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

## DISEÑO DE MEZCLA

### MÉTODO ACI 211.1

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL

**SOLICITANTES** : CUNDÍA TURPO, MARIA CRISTINA / PRADO PAREDES, BRAYAN KEYSHI  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE Y VIDRIO EN POLVO (4%, 6% Y 8%) EN LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA PARA UN CONCRETO F'c= 350 KG/CM2  
**MUESTRA** : CONCRETO PATRÓN

#### 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

	Hum (%)	P.U.S. (kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C. (kg/m <sup>3</sup> )	Abs. (%)	Peso Especifico (kg/m <sup>3</sup> )	Mod. Finura	T.M.N.
Agregado fino	1.6	1,708	1,864	1.7	2.38	2.70	-
Agregado grueso	0.8	1,621	1,835	1.7	2.49	6.66	3/4

#### 3. REQUERIMIENTOS

Asentamiento teórico	Tipo de cemento	P.E. Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
Consistencia Plástica (3" a 4")	PACASMAYO ICo	2940	350

#### 4. RESULTADOS

Cantidad de agua (L)	Aire atrapado (%)	Cont. de cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Coefficiente b/b0
205	2.00%	518	0.630
f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento	Vidrio molido	-
434	0.40	-	-

#### 5. PESOS DE MATERIALES POR M3

Material	Volumen	Peso Seco (kg/m <sup>3</sup> )	Peso Húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Peso SSS (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	0.17619	518	518	518
Agua	0.20500	205	215	205
Agregado fino	0.13453	320	325	326
Agregado grueso	0.46428	1156	1165	1176
Vidrio molido	0.00000	0.00	0.00	0.00
Aire	0.02000	2.0%	2.0%	2.0%
<b>P.U.C.</b>	<b>1.00000</b>	<b>2199</b>	<b>2224</b>	<b>2224</b>

#### 6. PESOS DE MATERIALES POR TANDA

	Peso Húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Tanda (m <sup>3</sup> )
		<b>0.035</b>
Cemento	518	18.13 kg
Agua	215	7.53 kg
Agregado fino	325	11.39 kg
Agregado grueso	1165	40.79 kg
Vidrio molido	-	-
Aire	-	-
	<b>2224</b>	<b>77.83 kg</b>

  
 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

**Figura 36.**

Informe de ensayo de compresión muestra patrón a los 7 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 541-22-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>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto:</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra:</b>	Concreto patrón
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math>:</b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	09-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	16-06-22

**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*
032-TEM-P01	7	10.20	81.7	183.1	22.4	228	2
032-TEM-P02	7	10.25	82.5	176.8	21.4	218	2
032-TEM-P03	7	10.20	81.7	189.5	23.2	236	2
<b>Promedio</b>					<b>22.3</b>	<b>228</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

**Figura 37.**

Informe de ensayo de compresión con adición de 4% a los 7 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 542-22-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>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto:</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra:</b>	Concreto con 4% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math>:</b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	10-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	17-06-22

**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*
032-TEM-P04	7	10.30	83.3	167.8	20.1	205	2
032-TEM-P05	7	10.25	82.5	179.3	21.7	222	2
032-TEM-P06	7	10.20	81.7	171.1	20.9	214	2
<b>Promedio</b>					<b>20.9</b>	<b>213</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

**Figura 38.**

Informe de ensayo de compresión con adición de 6% a los 7 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 543-22-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>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto:</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra:</b>	Concreto con 6% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math>:</b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	23-06-22

**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*
032-TEM-P07	7	10.20	81.7	210.1	25.7	262	2
032-TEM-P08	7	10.20	81.7	196.7	24.1	245	2
032-TEM-P09	7	10.20	81.7	199.6	24.4	249	2
<b>Promedio</b>					<b>24.7</b>	<b>252</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

**Figura 39.**

Informe de ensayo de compresión con adición de 8% a los 7 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 544-22-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>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto:</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra:</b>	Concreto con 8% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math>:</b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	23-06-22

**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*
032-TEM-P10	7	10.20	81.7	214.2	26.2	267	2
032-TEM-P11	7	10.25	82.5	208.0	25.2	257	2
032-TEM-P12	7	10.20	81.7	214.7	26.3	268	2
<b>Promedio</b>					<b>25.9</b>	<b>264</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

**Figura 40.****Informe de ensayo de compresión de muestra patrón a los 14 días.**

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

**INFORME DE ENSAYO N° 545-22-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>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto:</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra:</b>	Concreto patrón
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math>:</b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	09-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	23-06-22

**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*
032-TEM-P13	14	10.30	83.3	212.1	25.5	260	2
032-TEM-P14	14	10.20	81.7	213.1	26.1	266	2
032-TEM-P15	14	10.30	83.3	210.4	25.3	257	2
<b>Promedio</b>					<b>25.6</b>	<b>261</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

**Figura 41.**

Informe de ensayo de compresión con adición de 4% a los 14 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 546-22-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>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto:</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra:</b>	Concreto con 4% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math>:</b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	10-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	24-06-22

**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*
032-TEM-P16	14	10.25	82.5	195.7	23.7	242	2
032-TEM-P17	14	10.20	81.7	197.2	24.1	246	2
032-TEM-P18	14	10.25	82.5	201.8	24.5	249	2
<b>Promedio</b>					<b>24.1</b>	<b>246</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

**Figura 42.****Informe de ensayo de compresión con adición de 6% a los 14 días.**

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

**INFORME DE ENSAYO N° 547-22-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>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto:</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra:</b>	Concreto con 6% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math>:</b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	30-06-22

**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*
032-TEM-P19	14	10.20	81.7	210.9	25.8	263	2
032-TEM-P20	14	10.20	81.7	225.4	27.6	281	2
032-TEM-P21	14	10.20	81.7	214.4	26.2	268	2
<b>Promedio</b>					<b>26.5</b>	<b>271</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

**Figura 43.****Informe de ensayo de compresión con adición de 8% a los 14 días.**

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

**INFORME DE ENSAYO N° 548-22-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>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto:</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra:</b>	Concreto con 8% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math>:</b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	30-06-22

**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*
032-TEM-P22	14	10.25	82.5	240.1	29.1	297	2
032-TEM-P23	14	10.20	81.7	242.2	29.6	302	2
032-TEM-P24	14	10.25	82.5	237.4	28.8	293	2
<b>Promedio</b>					<b>29.2</b>	<b>297</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

**Figura 44.****Informe de ensayo de compresión de muestra patrón a los 28 días.**

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

**INFORME DE ENSAYO N° 549-22-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>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto:</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra:</b>	Concreto patrón
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math>:</b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	09-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	07-07-22

**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*
032-TEM-P25	28	10.25	82.5	296.7	36.0	367	2
032-TEM-P26	28	10.20	81.7	297.0	36.3	371	2
032-TEM-P27	28	10.25	82.5	283.7	34.4	351	2
<b>Promedio</b>					<b>35.6</b>	<b>363</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

**Figura 45.**

Informe de ensayo de compresión con adición de 4% de vidrio a los 28 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 550-22-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>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 4% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	10-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	08-07-22

**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*
032-TEM-P28	28	10.20	81.7	276.4	33.8	345	2
032-TEM-P29	28	10.20	81.7	288.2	35.3	360	2
032-TEM-P30	28	10.20	81.7	288.8	35.3	360	2
<b>Promedio</b>					<b>34.8</b>	<b>355</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](http://www.tem-concrete.com)

**Figura 46.**

Informe de ensayo de compresión con adición de 6% de vidrio a los 28 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 551-22-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>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto:</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra:</b>	Concreto con 6% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math>:</b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	14-07-22

**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*
032-TEM-P31	28	10.20	81.7	309.8	37.9	387	2
032-TEM-P32	28	10.20	81.7	297.7	36.4	372	2
032-TEM-P33	28	10.20	81.7	297.5	36.4	371	2
<b>Promedio</b>					<b>36.9</b>	<b>376</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

**Figura 47.**

Informe de ensayo de compresión con adición de 8% de vidrio a los 28 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 552-22-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>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto:</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra:</b>	Concreto con 8% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math>:</b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	14-07-22

**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*
032-TEM-P34	28	10.20	81.7	313.0	38.3	391	2
032-TEM-P35	28	10.20	81.7	317.6	38.9	396	2
032-TEM-P36	28	10.15	80.9	305.0	37.7	384	2
<b>Promedio</b>					<b>38.3</b>	<b>390</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

**Figura 48.***Informe de ensayo de flexión de muestra patrón a los 7 días.*

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

**INFORME DE ENSAYO N° 565-22-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto Patrón
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeo:</b>	09-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	16-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
032-TEM-V01	7	15.0	15.3	49.0	27.5	3.8	39.1	Tercio central
032-TEM-V02	7	15.0	15.1	49.0	28.1	4.0	41.1	Tercio central
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>						<b>3.9</b>	<b>40.1</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'b$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
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.
4. Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

**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

**Figura 49.**

Informe de ensayo de flexión con adición de 4% de vidrio a los 7 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 566-22-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 4% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeo:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	23-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
032-TEM-V03	7	15.3	15.4	49.2	26.0	3.5	35.9	Tercio central
032-TEM-V04	7	14.9	15.5	49.0	28.6	3.9	39.9	Tercio central
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>						<b>3.7</b>	<b>37.9</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'b$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
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.
4. Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

**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

**Figura 50.**

Informe de ensayo de flexión con adición de 6% de vidrio a los 7 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 567-22-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 6% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeo:</b>	17-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	24-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
032-TEM-V05	7	15.3	15.5	49.0	33.7	4.5	45.8	Tercio central
032-TEM-V06	7	15.0	15.3	48.9	31.8	4.4	45.2	Tercio central
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>						<b>4.5</b>	<b>45.5</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'b$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
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.
4. Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

**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

**Figura 51.**

Informe de ensayo de flexión con adición de 8% de vidrio a los 7 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 568-22-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 8% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeo:</b>	18-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	25-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
032-TEM-V07	7	15.0	15.0	49.0	28.9	4.2	42.8	Tercio central
032-TEM-V08	7	14.7	15.4	48.9	27.9	3.9	39.9	Tercio central
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>						<b>4.1</b>	<b>41.3</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'b$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
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.
4. Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

**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

**Figura 52.***Informe de ensayo de flexión de muestra patrón a los 14 días.*

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

**INFORME DE ENSAYO N° 569-22-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto patrón
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeo:</b>	09-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	23-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
032-TEM-V09	14	15.0	15.4	49.0	36.1	5.0	50.7	Tercio central
032-TEM-V10	14	15.0	15.3	49.0	32.0	4.5	45.5	Tercio central
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>						<b>4.7</b>	<b>48.1</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'b$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
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.
4. Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

**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

**Figura 53.**

Informe de ensayo de flexión con adición de 4% de vidrio a los 14 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 570-22-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 4% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeo:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	30-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
032-TEM-V11	14	15.0	15.2	49.0	29.7	4.2	42.8	Tercio central
032-TEM-V12	14	15.0	15.1	48.8	31.8	4.5	46.3	Tercio central
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>						<b>4.4</b>	<b>44.5</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'b$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
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.
4. Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

**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

**Figura 54.**

Informe de ensayo de flexión con adición de 6% de vidrio a los 14 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 571-22-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 6% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeo:</b>	17-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	01-07-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
032-TEM-V13	14	14.8	15.2	49.3	40.7	5.9	59.8	Tercio central
032-TEM-V14	14	15.1	15.5	49.5	43.3	5.9	60.2	Tercio central
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>						<b>5.9</b>	<b>60.0</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'b$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
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.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

**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

**Figura 55.**

Informe de ensayo de flexión con adición de 8% de vidrio a los 14 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 572-22-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 8% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeo:</b>	18-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	02-07-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
032-TEM-V15	14	15.0	15.0	49.2	32.8	4.8	48.8	Tercio central
032-TEM-V16	14	15.2	15.2	49.2	37.1	5.2	53.0	Tercio central
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>						<b>5.0</b>	<b>50.9</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'b$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
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.
4. Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

**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

**Figura 56.****Informe de ensayo de flexión de muestra patrón a los 28 días.**

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

**INFORME DE ENSAYO N° 573-22-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto patrón
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeo:</b>	09-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	07-07-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
032-TEM-V17	28	15.0	15.2	49.1	41.2	5.8	59.5	Tercio central
032-TEM-V18	28	15.0	15.2	49.2	42.0	6.0	60.8	Tercio central
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>						<b>5.9</b>	<b>60.2</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'b$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
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.
4. Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

**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

**Figura 57.**

Informe de ensayo de flexión con adición de 4% de vidrio a los 28 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 574-22-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 4% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeo:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	14-07-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
032-TEM-V19	28	15.0	15.0	49.1	39.1	5.7	58.0	Tercio central
032-TEM-V20	28	14.9	15.1	48.5	40.6	5.8	59.1	Tercio central
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>						<b>5.7</b>	<b>58.6</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'b$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
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.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

**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

**Figura 58.**

Informe de ensayo de flexión con adición de 6% de vidrio a los 28 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 575-22-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 6% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeo:</b>	17-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	15-07-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
032-TEM-V21	28	14.9	15.2	49.0	49.1	7.0	71.3	Tercio central
032-TEM-V22	28	14.9	15.3	49.0	44.2	6.2	63.3	Tercio central
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>						<b>6.6</b>	<b>67.3</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'b$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
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.
4. Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

**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

**Figura 59.**

Informe de ensayo de flexión con adición de 8% de vidrio a los 28 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 576-22-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, María Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 8% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeo:</b>	18-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	16-07-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
032-TEM-V23	28	15.0	15.2	49.0	41.1	5.8	59.3	Tercio central
032-TEM-V24	28	15.0	15.1	49.0	46.2	6.6	67.5	Tercio central
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>						<b>6.2</b>	<b>63.4</b>	

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada ( $f'b$ ), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
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.
4. Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

**MSc. Ing. Wilner 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

**Figura 60.***Informe de ensayo de flexión de muestra patrón a los 7 días.*

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

**INFORME DE ENSAYO N° 553-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto patrón
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	09-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	16-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
032-TEM-P37	7	10.25	20.1	60.2	1.9	19.0
032-TEM-P38	7	10.20	20.0	58.2	1.8	18.5
-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>					<b>1.8</b>	<b>18.7</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 C496 - 96.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

  
**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

**Figura 61.**

Informe de ensayo de tracción con adición de 4% de vidrio a los 7 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 554-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 4% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	10-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	17-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
032-TEM-P39	7	10.25	20.0	68.5	2.1	21.7
032-TEM-P40	7	10.25	20.0	62.5	1.9	19.8
-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>				<b>2.0</b>	<b>20.7</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 C496 - 96.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

  
**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

**Figura 62.**

Informe de ensayo de tracción con adición de 6% de vidrio a los 7 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 555-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 6% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	23-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
032-TEM-P41	7	10.25	20.5	68.7	2.1	21.2
032-TEM-P42	7	10.30	20.5	67.8	2.0	20.8
-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>					<b>2.1</b>	<b>21.0</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 C496 - 96.
- 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.

  
**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

**Figura 63.**

Informe de ensayo de tracción con adición de 8% de vidrio a los 7 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 556-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 8% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	23-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
032-TEM-P43	7	10.30	20.5	77.8	2.3	23.9
032-TEM-P44	7	10.20	20.5	72.6	2.2	22.5
-	-	-	-	-	-	-
				<b>Promedio</b>	<b>2.3</b>	<b>23.2</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 C496 - 96.
- 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.

  
**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

**Figura 64.**

Informe de ensayo de flexión de muestra patrón a los 14 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 557-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica

ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto patrón
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math> :</b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	09-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	23-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
032-TEM-P45	14	10.30	20.6	74.4	2.2	22.8
032-TEM-P46	14	10.20	20.5	68.3	2.1	21.2
-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>					<b>2.2</b>	<b>22.0</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 C496 - 96.
- 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.

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

**Figura 65.**

*Informe de ensayo de tracción con adición de 4% de vidrio a los 14 días.*



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

### INFORME DE ENSAYO N° 558-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 4% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	10-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	24-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
032-TEM-P47	14	10.20	20.5	79.9	2.4	24.8
032-TEM-P48	14	10.20	20.5	76.3	2.3	23.7
-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>					<b>2.4</b>	<b>24.2</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 C496 - 96.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

  
**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

**Figura 66.**

Informe de ensayo de tracción con adición de 6% de vidrio a los 14 días.



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

### INFORME DE ENSAYO N° 559-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 6% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	30-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
032-TEM-P49	14	10.20	20.5	75.6	2.3	23.5
032-TEM-P50	14	10.20	20.5	82.7	2.5	25.7
-	-	-	-	-	-	-
				<b>Promedio</b>	<b>2.4</b>	<b>24.6</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 C496 - 96.
- 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.

  
 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

**Figura 67.**

Informe de ensayo de tracción con adición de 8% de vidrio a los 14 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 560-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 8% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	30-06-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
032-TEM-P51	14	10.25	20.5	82.0	2.5	25.3
032-TEM-P52	14	10.20	20.5	85.1	2.6	26.4
-	-	-	-	-	-	-
				<b>Promedio</b>	<b>2.5</b>	<b>25.9</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 C496 - 96.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

  
**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

**Figura 68.**

Informe de ensayo de flexión de muestra patrón a los 28 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 561-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto patrón
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	09-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	07-07-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
032-TEM-P53	28	10.20	20.5	86.1	2.6	26.7
032-TEM-P54	28	10.20	20.5	81.9	2.5	25.4
-	-	-	-	-	-	-
				<b>Promedio</b>	<b>2.6</b>	<b>26.1</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 C496 - 96.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

  
**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

**Figura 69.**

*Informe de ensayo de tracción con adición de 4% de vidrio a los 28 días.*



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

**INFORME DE ENSAYO N° 562-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 4% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	10-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	08-07-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
032-TEM-P55	28	10.20	20.5	97.9	3.0	30.4
032-TEM-P56	28	10.20	20.5	97.5	3.0	30.3
-	-	-	-	-	-	-
				<b>Promedio</b>	<b>3.0</b>	<b>30.3</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 C496 - 96.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. 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.

  
**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

**Figura 70.**

Informe de ensayo de tracción con adición de 6% de vidrio a los 28 días.



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

**INFORME DE ENSAYO N° 563-22-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 6% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	14-07-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
032-TEM-P57	28	10.20	20.6	96.9	2.9	29.9
032-TEM-P58	28	10.20	20.5	101.5	3.1	31.5
-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>				<b>3.0</b>	<b>30.7</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 C496 - 96.
- 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.

  
**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

**Figura 71.**

*Informe de ensayo de tracción con adición de 8% de vidrio a los 28 días.*



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

### INFORME DE ENSAYO N° 564-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

<b>Cliente :</b>	Cundía Turpo, Maria Cristina Prado Paredes, Brayan Keyshi
<b>Proyecto :</b>	Aplicación de aditivo Sika® Cem Plastificante y vidrio en polvo (4%, 6% y 8%) en los parámetros de resistencia para un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Muestra :</b>	Concreto con 8% de vidrio molido
<b><math>f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} :</math></b>	350

<b>Fecha de Emisión:</b>	24-07-22
<b>Fecha de Moldeado:</b>	16-06-22
<b>Fecha de Ensayo:</b>	14-07-22

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

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
032-TEM-P59	28	10.20	20.4	106.1	3.2	33.1
032-TEM-P60	28	10.20	20.3	105.1	3.2	33.0
-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>					<b>3.2</b>	<b>33.0</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 C496 - 96.
- 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.

  
**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