



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Luis Fernando Cotrina Cardenas

Johann Fernando Jara Chavez

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Diaz

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

Trujillo - Perú

2025

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	GONZALO HUGO DIAZ GARCIA
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	KELY ELIZABETH NUÑEZ VASQUEZ
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	ALBERTO RUBEN VASQUEZ DIAZ
	Nombre y Apellidos

Informe de Similitud



Página 2 de 166 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: 0mcoid::1:3349728822




15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
180 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirán distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Página 2 de 166 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: 0mcoid::1:3349728822

Dedicatoria

Dedico este proyecto de investigación a mis padres, por su amor incondicional y guía constante, por ser mi fuente de inspiración y ser el motor y motivo para seguir adelante; a mi hermana por confiar en mí y a mis sobrinos; a mí mismo, por la disciplina y esfuerzo que hicieron posible este logro.

(Luis Fernando Cotrina Cárdenas)

Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios, por concederme salud, fortaleza y las herramientas necesarias para alcanzar mis metas. A mis padres, Irene Chávez y Luis Jara, por su apoyo incondicional, su guía constante y el amor que siempre me han brindado. Extiendo también esta dedicatoria a mi familia y amigos, quienes me acompañaron y estuvieron presentes a lo largo de todo mi proceso académico, alentándome en cada etapa del camino.

(Johann Fernando Jara Chávez)

Agradecimiento

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, por su amor incondicional, guía constante y por ser siempre mi fuente de inspiración y motivación para seguir adelante. A mi hermana, por su confianza, apoyo y palabras de aliento en cada paso de este camino. A mí mismo, por la disciplina, constancia y esfuerzo que me permitieron superar los retos y alcanzar esta meta. Y a mi compañero de tesis, por su compromiso, colaboración y por acompañarme en este proceso de aprendizaje y crecimiento compartido. Gracias a todos ustedes por su respaldo, confianza y por ser parte fundamental de este logro.

(Luis Fernando Cotrina Cárdenas)

Con sincera gratitud, agradezco a Dios, por concederme salud, fortaleza y la oportunidad de alcanzar mis metas. A mis padres, Irene Chávez y Luis Jara, por su apoyo incondicional, su guía y el amor que siempre me han brindado. De igual manera, a mi familia y amigos, por acompañarme y alentarme en cada etapa de mi formación académica.

(Johann Fernando Jara Chávez)

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Privada del Norte (UPN), por brindarnos la formación académica, los recursos y el acompañamiento necesarios para nuestra preparación profesional. Reconocemos también al laboratorio TEM de Trujillo, cuya infraestructura y equipos especializados hicieron posible la correcta ejecución de los ensayos experimentales. De manera especial, extendemos nuestro agradecimiento al Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz, por su guía, paciencia y compromiso durante el desarrollo de esta investigación, así como al Ing. Luis Carrillo, por su constante apoyo y valiosa orientación a lo largo de este proceso.

Tabla de contenidos

Índice de tablas	8
Índice de Figuras.....	11
Resumen	17
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. Realidad problemática	18
1.2. Antecedentes de la investigación.....	20
1.3. Base Teórica	25
1.3.1. Concreto	25
1.3.2. Cerámica	29
1.4. Formulación del problema	30
1.4.1. Pregunta general.....	30
1.4.2. Pregunta específicas	30
1.5. Objetivos.....	30
1.6. Hipótesis	31
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	35
2.1. Tipo de investigación.....	35
2.2. Variables	36
CAPÍTULO III: RESULTADOS	42
3.1. Análisis de los Agregados	42
3.2. Diseño de Mezcla	43

3.3. Trabajabilidad del concreto	43
3.4. Análisis de la (RC) para un Concreto de $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	43
3.5. Análisis de la (RF) del Concreto ($F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$).....	51
3.6. Análisis de (V. Abs) del Concreto ($F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)	54
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	60
4.1. Discusión	60
4.2. Conclusiones	61
4.3. Recomendaciones.....	63
REFERENCIAS	64
ANEXOS	67

Índice de tablas

Tabla 1. Diseño de Investigación.....	36
Tabla 2: Cantidad de muestras según el tiempo de curado y el tipo de dosificación.....	38
Tabla 3: Características del agregado fino.....	42
Tabla 4: Características del agregado grueso.	42
Tabla 5: Diseño de mezcla del concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	43
Tabla 6: Trabajabilidad del concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	43
Tabla 7: Desempeño de (RC) de la mezcla patrón a los 7 días	44
Tabla 8: Desempeño de (RC) de la mezcla patrón a los 14 días	44
Tabla 9: Desempeño de (RC) de la mezcla patrón a los 28 días	44
Tabla 10: Desempeño de (RC) de la mezcla con 8 % de cerámica triturada a los 7 días.....	45
Tabla 11: Desempeño de (RC) de la mezcla con 8 % de cerámica triturada a los 14 días.....	45
Tabla 12: Desempeño de (RC) de la mezcla con 8 % de cerámica triturada a los 28 días.....	46
Tabla 13: Desempeño de (RC) de la mezcla con 16 % de cerámica triturada a los 7 días.....	46
Tabla 14: Desempeño de (RC) de la mezcla con 16 % de cerámica triturada a los 14 días.....	47
Tabla 15: Desempeño de (RC) de la mezcla con 16 % de cerámica triturada a los 28 días.....	47
Tabla 16: Desempeño de (RC) de la mezcla con 24 % de cerámica triturada a los	

7 días	48
Tabla 17: Desempeño de (RC) de la mezcla con 24 % de cerámica triturada a los 14 días	48
Tabla 18: Desempeño de (RC) de la mezcla con 24 % de cerámica triturada a los 28 días	49
Tabla 19: Desempeño de (RF) de la mezcla patrón a los 28 días	52
Tabla 20: Desempeño de (RF) de la mezcla con 8 % de cerámica triturada a los 28 días	52
Tabla 21: Desempeño de (RF) de la mezcla con 16 % de cerámica triturada a los 28 días	52
Tabla 22: Desempeño de (RF) de la mezcla con 24 % de cerámica triturada a los 28 días	53
Tabla 23: Datos de las Muestras Patrón para el ensayo de (V. Abs) de agua en concretos de cemento Portland	54
Tabla 24: Datos de las Muestras con adición del 8% Cerámica Triturada pasante de malla 4° para el ensayo de (V. Abs) de agua en concretos de cemento Portland	54
Tabla 25: Datos de las Muestras con adición del 16% Cerámica Triturada pasante de malla 4° para el ensayo de (V. Abs) de agua en concretos de cemento Portland.....	55
Tabla 26: Datos de las Muestras con adición del 24% Cerámica Triturada pasante de malla 4° para el ensayo de (V. Abs) de agua en concretos de cemento Portland.....	55
Tabla 27: Resultados del ensayo de (V. Abs) de las Muestras Patrón	56
Tabla 28: Resultados del ensayo de (V. Abs) de las Muestras con adición del 8% Cerámica Triturada pasante de malla 4°	57

Tabla 29: Resultados del ensayo de (V. Abs) de las Muestras con adición del 16% Cerámica Triturada pasante de malla 4° 58

Tabla 30: Resultados del ensayo de (V. Abs) de las Muestras con adición del 24% Cerámica Triturada pasante de malla 4° 59

Índice de Figuras

Figura 1: Tabla N°30 del Capítulo 4, Diseño Estructural de Pavimentos Urbanos de la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.	28
Figura 2: Clasificación de cerámicas según Norma ISO 13006	29
Figura 3: Variable Independiente y Variable Dependiente	37
Figura 4: Proceso para la obtención de datos	40
Figura 5: (RC) de muestra patrón y con % de cerámica triturada a los 7 días de curado.	49
Figura 6: (RC) de muestra patrón y con % de cerámica triturada a los 14 días de curado	49
Figura 7: (RC) de muestra patrón y con % de cerámica triturada a los 28 días de curado.	50
Figura 8: Comparativa de Diseño de Mezcla $f'c$ 280 kg/cm ² vs resultado promedio del muestreo	51
Figura 9: (RF) de muestra patrón y con % de cerámica triturada a los 28 días de curado	53
Figura 10: Diseño de Mezcla (Método ACI 221.1).....	67
Figura 11: Contenido de Humedad (Norma de Ensayo NTP 339.185).....	68
Figura 12: Peso Unitario Suelto y Compactado (Norma de Ensayo NTP 400.017).....	69
Figura 13: Peso Específico y Adsorción (Norma de Ensayo NTP 400.022).....	70
Figura 14: Análisis Granulométrico por Tamizado (Norma de Ensayo NTP 400.012).....	71
Figura 15: Contenido de Humedad (Norma de Ensayo NTP 339.185).....	72

Figura 16: Peso Unitario Suelto y Compactado (Norma de Ensayo NTP 400.017).....	73
Figura 17: Peso Específico y Adsorción (Norma de Ensayo NTP 400.022).....	74
Figura 18: Análisis Granulométrico por Tamizado (Norma de Ensayo NTP 400.012).....	75
Figura 19: Temperatura (Norma de Ensayo NTP 339.033), Asentamiento o Slump (Norma de Ensayo NTP 339.035) y Peso Unitario del Concreto (Norma de Ensayo NTP 400.022).....	76
Figura 20: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034), Concreto Patrón a 7 días de curado.	77
Figura 21: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034), Concreto Patrón a 14 días de curado	78
Figura 22: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto Patrón a 28 días de curado.	79
Figura 23: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 8% de cerámica triturada a 7 días de curado.	80
Figura 24: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 8% de cerámica triturada a 14 días de curado.	81
Figura 25: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 8% de cerámica triturada a 28 días de curado.	82
Figura 26: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 16% de cerámica triturada a 7 días de curado.	83
Figura 27: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 16% de cerámica triturada a 14 días de curado.	84
Figura 28: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 16% de cerámica triturada a 28 días de curado.	85

Figura 29: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 24% de cerámica triturada a 7 días de curado.	86
Figura 30: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 24% de cerámica triturada a 14 días de curado.	87
Figura 31: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 24% de cerámica triturada a 28 días de curado.	88
Figura 32: (RT) (Norma de Ensayo NTP 339.078) - Concreto Patrón a 28 días de curado.	89
Figura 33: (RT) (Norma de Ensayo NTP 339.078) - Concreto con 8% de cerámica triturada a 28 días de curado.	90
Figura 34: (RT) (Norma de Ensayo NTP 339.078) - Concreto con 16% de cerámica triturada a 28 días de curado.	91
Figura 35: (RT) (Norma de Ensayo NTP 339.078) - Concreto con 24% de cerámica triturada a 28 días de curado.	92
Figura 36: Velocidad de Absorción de agua en Concreto Portland (Norma de Ensayo NTP 339.232) - Concreto Patrón.	93
Figura 37: Velocidad de Absorción de agua en Concreto Portland (Norma de Ensayo NTP 339.232) - Concreto con 8% de cerámica triturada.	95
Figura 38: Velocidad de Absorción de agua en Concreto Portland (Norma de Ensayo NTP 339.232) - Concreto con 16% de cerámica triturada.	97
Figura 39: Velocidad de Absorción de agua en Concreto Portland (Norma de Ensayo NTP 339.232) - Concreto con 24% de cerámica triturada.	99
Figura 40: Recolección de cerámica.	101
Figura 41: Recolección de cerámica.	102
Figura 42: Triturado manual de cerámica.	103

Figura 43: Triturado manual de cerámica.....	104
Figura 44: Pesaje de cerámica triturada.....	105
Figura 45: Tamizaje de cerámica triturada.	106
Figura 46: Tamizado de cerámica triturada pasante de malla N°4.	107
Figura 47: Cerámica Triturada pasante de malla N°4.....	108
Figura 48: Probetas cilíndricas para ensayo de (RC).....	109
Figura 49: Toma de datos de muestras cilíndricas para ensayo.....	110
Figura 50: Toma de datos de muestras cilíndricas para ensayo (RC).....	111
Figura 51: Toma de datos de muestras cilíndricas para ensayo (RC).....	112
Figura 52: Toma de datos de muestras cilíndricas para ensayo (RC).....	113
Figura 53: Toma de datos de muestras cilíndricas para ensayo (RC).....	114
Figura 54: Compresión de probetas cilíndricas	115
Figura 55: Compresión de probetas cilíndricas	116
Figura 56: Compresión de probetas cilíndricas	117
Figura 57: Compresión de probetas cilíndricas	118
Figura 58: Compresión de probetas cilíndricas	119
Figura 59: Compresión de probetas cilíndricas	120
Figura 60: Compresión de probetas cilíndricas.	121
Figura 61: Compresión de probetas cilíndricas.	122
Figura 62: Fractura de probeta de compresión.	123
Figura 63: Fractura de probeta de compresión.	124

Figura 64: Fractura de probeta de compresión.	125
Figura 65: Muestras tipo viga para ensayo (RF).	126
Figura 66: Toma de datos para ensayo (RF).....	127
Figura 67: Toma de datos para ensayo (RF).....	128
Figura 68: Toma de datos para ensayo (RF).....	129
Figura 69: Ensayo de (RF).....	130
Figura 70: Ensayo de (RF).....	131
Figura 71: Ensayo de (RF).....	132
Figura 72: Ensayo de (RF).....	133
Figura 73: Ensayo de (RF).....	134
Figura 74: Ensayo de (RF).....	135
Figura 75: Ensayo de (RF).....	136
Figura 76: Ensayo de (RF).....	137
Figura 77: Ensayo de (RF).....	138
Figura 78: Ensayo de (RF).....	139
Figura 79: Ensayo de (RF).....	140
Figura 80: Ensayo de (RF).....	141
Figura 81: Ensayo de (RF).....	142
Figura 82: Ensayo de (V. Abs).	143
Figura 83: Ensayo de (V. Abs).	144
Figura 84: Ensayo de (V. Abs).	145

Figura 85: Ensayo de (V. Abs).	146
Figura 86: Ensayo de (V. Abs).	147
Figura 87: Ensayo de (V. Abs).	148
Figura 88: Ensayo de (V. Abs).	149
Figura 89: Ensayo de (V. Abs).	150
Figura 90: Ensayo de (V. Abs).	151
Figura 91: Ensayo de (V. Abs).	152
Figura 92: Muestras de concreto patrón y con adición % de cerámica triturada.	153
Figura 93: Muestra patrón y muestra con 8% de cerámica triturada.	154
Figura 94: Ensayo de (V. Abs).	155
Figura 95: Ensayo de (V. Abs).	156
Figura 96: Ensayo de (V. Abs).	157
Figura 97: Ensayo de (V. Abs).	158
Figura 98: Ensayo de (V. Abs).	159

Resumen

La investigación analiza la incorporación de cerámica triturada en la mezcla concretos para pavimentos rígidos, conforme a la Norma CE.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Esta propuesta surge ante el aumento de residuos de construcción y demolición en Trujillo, donde la cerámica representa un desecho con potencial de valorización dentro de un modelo de economía circular.

Se elaboraron 52 especímenes de concreto 40 probetas cilíndricas y 12 vigas con una resistencia de diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, incorporando cerámica triturada en proporciones de 0%, 8%, 16% y 24%. Se evaluaron la (RC) (7, 14 y 28 días), (RF) (28 días) y la velocidad de absorción (28 días).

Los resultados mostraron que el concreto con adiciones de cerámica presentó un mejor desempeño mecánico respecto a la mezcla patrón. El diseño con 16% de adición destacó por ofrecer mayores valores de (RC) y (RF), cumpliendo con los requisitos de pavimentos rígidos establecidos en la tabla N.º 30 de la norma CE.010.

Además, el ensayo de absorción confirmó una durabilidad adecuada. En conclusión, la cerámica triturada es una alternativa sostenible y eficiente para optimizar materiales y reducir residuos en la construcción.

Palabras clave: concreto, pavimentos rígidos, cerámica triturada, resistencia a la compresión, sostenibilidad.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el ámbito mundial, la gestión de los excedentes de edificación y residuos de construcción y demolición (RCD), se han convertido en un desafío ambiental y económico importante, dado que la edificación es una fuente fundamental para las principales generaciones de desechos. Si bien a nivel mundial el desarrollo está más avanzando en EE.UU., R.U. y los P.B. han alcanzado altos niveles de reciclaje, estos esfuerzos resultan insuficientes a escala global. En Latinoamérica, la situación es aún más crítica como consecuencia de la ausencia de estrategias efectivas y de instalaciones apropiadas para la gestión de dichos residuos, lo que agrava la contaminación y el uso desmedido de recursos naturales (ONU para los Asentamientos Humanos, 2023). Este contexto resalta la necesidad de promover la economía circular y de dar un mayor valor a los residuos de demolición, que representan la mayor parte de los RCD Trujillo.

Nacional en el caso del Perú, el manejo inadecuado de estos residuos representa un desafío crítico. Cada día se generan grandes volúmenes de RCD que superan la capacidad de los sistemas de gestión existentes, generando serias consecuencias ambientales. La carencia de equipos agrava la situación por la falta de equipos técnicos adecuados y por la persistencia de prácticas de gestión de residuos que no cuentan con regulación. A pesar de ello, la normativa nacional, mediante disposiciones de la norma legal N.º 003-2013-VIVIENDA emitida por el poder ejecutivo y sus actualizaciones, impulsa el aprovechamiento de los RCD, lo que abre un espacio favorable para investigaciones enfocadas en el uso de materiales reciclados. Diversos estudios en el país han explorado el empleo de escombros de concreto y cerámica triturada como insumos para la construcción.

De manera particular, Trujillo enfrenta retos similares en cuanto a la gestión de los RCD, evidenciados en estudios realizados en zonas como la Vía Evitamiento, donde el impacto ambiental de estos residuos es visible. No obstante, la instalación y operación reciente de una planta moderan de tratamiento de residuos y el compromiso de las autoridades locales hacia prácticas sostenibles abren la puerta a la aplicación de soluciones innovadoras. La existencia de residuos cerámicos provenientes de actividades de construcción y demolición, junto con la presencia de empresas recicladoras, crea una oportunidad para su transformación en agregados reciclados útiles para la construcción.

Actualmente, una de las problemáticas más preocupantes en el Perú consiste en el incremento sostenido de los residuos provenientes de la construcción y demolición, los cuales, según la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), alcanzan aproximadamente los 30 000 m³ diarios. Esta situación ha desbordado la capacidad de los botaderos autorizados, ocasionando que cerca del 70% de estos desechos termine en ríos o en el mar, con un impacto ambiental sumamente negativo.

En estos botaderos se encuentra una gran cantidad de materiales de construcción desechados, por lo que se ha seleccionado la cerámica para su reutilización en la elaboración del concreto destinado a pavimentos rígidos. Esta investigación considera fundamental conocer la composición de este material reciclado con la meta de verificar si su adición puede potenciar las propiedades mecánicas del concreto, tales como su capacidad de (RC), la (RF) y nivel de permeabilidad. Para ello, se tomará como referencia el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), en particular la Norma CE.010, ya que la aplicación que se desea evaluar corresponde a pavimentos.

1.2. Antecedentes de la investigación

(Sivakumar et al., 2022), el objetivo principal de su investigación ha sido estudiar el desempeño del empleo de desechos de cerámicos como reemplazo de agregados finos y gruesos. Preparando muestras con desechos de cerámicos en distintos porcentajes desde 0%, 10%, 20%, 30%, 40% y 50%, para estudiar el comportamiento estructural del concreto. Utilizando ensayos que verifiquen la capacidad para soportar compresión, tracción y esfuerzos de flexión. Dando como proporción óptima la sustitución de agregados al 20%. Concluyeron que cuando se incorporó un 20% de residuos cerámicos dentro del concreto, la habilidad para soportar (RC), tracción y la (RF) resultaron superiores en contraste con las demás proporciones evaluadas con distintos porcentajes. La resistencia del concreto fue menor con mayores porcentajes de reemplazo de desechos de cerámicos que con la mezcla convencional.

(Alabi & Mahachi, 2022) el objetivo principal de su investigación fue hallar el porcentaje ideal para el reemplazo parcial de agregado fino natural, cemento con cerámica fina reciclada y cerámica granulada calcinada; y el reemplazo completo del agregado fino con el agregado fino reciclado. Los agregados se reemplazaron de 10%, 20%, 30%, 40% y 50%, mientras que el cemento se reemplazó de 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, utilizándose una relación de mezcla de 1:2:4 con una relación de A/C de 0.55. El concreto se fraguó durante 7, 14, 28 y 56 días, aplicándose la prueba de resistencia a la compresión. Concluyendo que la trabajabilidad del concreto disminuye al tener mayor porcentaje de reemplazo de agregado. Sin embargo, hubo un aumento en la (RC) a medida que se reemplaza parcialmente el agregado fino natural por agregado de cerámica reciclada.

(Chicaiza & Guerra, 2018), el objetivo principal de su trabajo de investigación fue estudiar la incorporación de fragmentos cerámicos reciclados triturados procedentes de la

empresa Franz Viegener FV, utilizando como reemplazo parcial del cemento en la producción de morteros; donde se comparan los resultados obtenidos entre el mortero fabricado solo con cemento y aquel elaborado con incorporación de distintos porcentajes de cerámica triturada en 3%, 5%, 7%, 10% y 15% se elaboró mezclas de mortero con cemento tipo GU, agregado fino. Se evaluó la capacidad de soportar esfuerzos de compresión en morteros evaluados en distintas edades, empleando diversos porcentajes de cerámica en reemplazo del cemento. Concluyendo que el mortero que incorpora un 10% de reemplazo con cerámica y que se evaluó a los 28 días de curado alcanza una resistencia superior en comparación con los otros concretos analizados.

(Aldana, 2014), en su trabajo de investigación cuyo tuvo como propósito principal analizar el comportamiento del concreto al sustituir porcentualmente los agregados gruesos con material cerámico. Se estudió una mezcla de concreto utilizando tres niveles distintos de sustitución del agregado grueso por cerámica al 0%, 20% y 40% y considerando dos relaciones A/C (0.30 y 0.50). Se analizó capacidad de soportar esfuerzos de compresión, el módulo elástico, la absorción, la permeabilidad, la contracción, la permeabilidad frente a iones de cloruro y la sorptividad. Los datos obtenidos durante el ensayo sobre la resistencia que ofrece el concreto ante compresión fueron cuando se incrementó la proporción de sustitución con cerámica en especímenes que tenían una relación agua/cemento de 0.30, siendo los más altos, mientras que para la relación A/C de 0.50 fueron más bajos que los observados en concreto fabricado únicamente con agregado natural. En el ensayo de módulo elástico de los concretos que incorporaban cerámica resultó inferior al de un concreto compuesto únicamente por agregado grueso convencional. Para los ensayos de propiedades de durabilidad, permeabilidad, absorción, paso de iones cloruro y sortividad, resultaron gravemente

afectados al tener un aumento en el nivel de sustitución por cerámica y la proporción agua/cemento.

(Medina, 2024), el objetivo principal de su tesis ha sido evaluar el efecto del uso de cerámica triturada como agregado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, aplicando una metodología cuantitativa basada en la incorporación de distintos porcentajes de cerámica triturada (0%, 10%, 25%, 40% y 55%) como refuerzo. Para ello, se elaboraron probetas sujetas a ensayos físicos relacionados con la trabajabilidad, la temperatura, la densidad y el contenido de aire, así como a pruebas mecánicas de (RC), (RF), resistencia a la tracción (RT) y módulo de elasticidad, realizados a edades de 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados de las pruebas físicas evidenciaron que, con el incremento en la proporción de cerámica triturada reemplazando al agregado fino, se redujo la temperatura, mientras que se incrementaron la trabajabilidad, el peso unitario y el contenido de aire del concreto. Por otro lado, en los ensayos mecánicos se evidenció un notable incremento de las propiedades al emplear un 40% de cerámica triturada: un aumento del 13.94% en (RC), 39.60% en (RF), 12.68% en (RT) y 8.16% en el módulo de elasticidad. En conclusión, el estudio determinó que la cerámica triturada representa una alternativa viable y sostenible para mejorar el comportamiento mecánico del concreto, contribuyendo además a reducir el impacto ambiental.

(Delgado & Salazar, 2024), la finalidad de su tesis es analizar las características mecánicas y microestructurales del concreto al reemplazar parcialmente el agregado fino con cerámica triturada en diferentes porcentajes de 10%, 20%, 30% y 40% en proporción respecto al peso del agregado fino. Con la finalidad de evaluar las propiedades mecánicas, se llevaron a cabo ensayos de (RC), (RT), (RF) y medición de módulo de elasticidad. Para el análisis de la microestructura, se aplicaron técnicas de Difracción de Rayos X, así como

microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopía de dispersión de energía (EDS). De acuerdo con los resultados obtenidos, el concreto diseñado para una resistencia f_c de 210 kg/cm² alcanzó su mayor desempeño a los 28 días de curado utilizando un 20% de reemplazo de cerámica triturada (CT). Respecto al concreto patrón, se registraron incrementos del 46.19% en (RC), 9.53% en flexión, 29.57% en tracción y 4.32% en el módulo de elasticidad. Asimismo, el análisis microestructural reveló la existencia de elementos como sílice (Si), calcio (Ca) y porosidad, estimándose que el contenido de sílice contribuyó al aumento de la (RC). En conclusión, la incorporación de cerámica triturada tiene un efecto positivo sobre las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto.

(Castro & Reyes, 2024), cuyo objetivo principal es evaluar el desempeño mecánico del concreto al reemplazar parcialmente los agregados naturales por PET reciclado y residuos cerámicos triturados. Para ello, se diseñaron mezclas que incorporaron PET en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, empleado como sustituto del agregado fino, junto con la sustitución del agregado grueso por residuos cerámicos en porcentajes de 10%, 20%, 30% y 40%. Los resultados obtenidos evidenciaron que, en términos de propiedades mecánicas, la mezcla con un 3% de PET presentó incrementos del 11.93% en (RC), 11.82% en (RT) y 5.47% en el módulo de elasticidad, en comparación con el concreto patrón CP 210. Por otro lado, la combinación de 3% de PET y 20% de residuos cerámicos mostró un mejor desempeño, alcanzando incrementos del 31.90% en (RC) y 14.33% en el módulo elástico. Asimismo, para el concreto patrón CP 280, el reemplazo del 10% de residuos cerámicos reflejó incrementos del 23.82% y 10.32% en (RC) y módulo de elasticidad, respectivamente. En conclusión, tanto la

incorporación de PET reciclado como de residuos cerámicos triturados contribuyen positivamente a mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

(Rojas, 2019), el objetivo principal de la presente investigación fue analizar el efecto del reemplazo parcial del cemento por residuos de cerámica triturada sobre la (RC) del concreto. Se realizó un estudio experimental, aplicando un muestreo probabilístico y recolectando datos a través de la observación directa. Para ello, se prepararon 72 probetas de concreto, que se ensayaron a edades de 14, 21 y 28 días de curado, teniendo en cuenta los porcentajes de sustitución del cemento de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%.

A los 28 días, los valores promedio de (RC) registrados para cada porcentaje de reemplazo fueron: 242.13 kg/cm², 227.04 kg/cm², 246.78 kg/cm², 241.17 kg/cm², 224.61 kg/cm² y 195.32 kg/cm², respectivamente. Los resultados evidencian que la adición de residuos cerámicos triturados puede influir positivamente en la (RC) del concreto, observándose la respuesta más óptima con un 10% de sustitución, de acuerdo con el diseño de mezcla planteado para $f'c = 210$ kg/cm². Sin embargo, se determinó que porcentajes de reemplazo más elevados, como el 25%, afectan de manera negativa esta propiedad mecánica, generando una disminución significativa de la resistencia.

(Campos & Valderrama, 2023), el propósito central de la investigación consistió en analizar cómo influye la incorporación de porcelana reciclada como reemplazo del agregado fino sobre la pérdida de trabajabilidad, así como en la (RC), flexión y permeabilidad de concretos destinados a estructuras de almacenamiento de agua. Para ello, se empleó un muestreo de tipo no probabilístico, apoyándose en observaciones y guías de observaciones como métodos e instrumentos para la recolección de información, siendo así que los datos fueron examinados utilizando métodos de estadística descriptiva e inferencial. Se realizaron 5 propuestas de mezcla para un concreto con una resistencia

especifica de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ cuyos porcentajes para cada uno de los diseños fueron de 5%, 10%, 15% y 20% examinando el impacto que tiene en la trabajabilidad, la (RC), la (RF) y el nivel de permeabilidad. Concluyeron que, al utilizar porcelana reciclada como sustituto del agregado fino, no afecta negativamente la trabajabilidad y aumenta de manera ligera los registros de la (RF), además de incrementar su capacidad de soportar esfuerzos de compresión, cabe resaltar que este método de sustitución no se puede utilizar en estructuras, ya que tiene un gran aumento en la permeabilidad.

1.3. Base Teórica

1.3.1. Concreto

Según la (NTP 334.009, 2016), el concreto es la mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

a. Composición del Concreto

I. Cemento:

El cemento es un material pulverizado que cumple el rol de aglutinante en la preparación del concreto y del mortero. Al hidratarse con el agua, origina una pasta que aumenta su dureza con el tiempo y adquiere gran resistencia, siendo un elemento esencial en la composición del concreto.

II. Agua:

Según la (NTP 339.088, 2014), el agua debe ser en lo más posible libre de impurezas tales como materia orgánica y otras sustancias externas. Por tal motivo, debe emplearse agua limpia y potable, evitando el uso de agua con impurezas, la cual puede comprometer la resistencia y durabilidad del concreto.

III. Agregados:

Agregado fino: Según la (NTP 400.037, 2014), el agregado fino está constituido por arena natural o manufacturada, cuyas partículas pasan por el tamiz 9,5mm (3/8”) y son retenidas en el tamiz 0,074mm (N°200).

Agregado grueso: Según la (NTP 400.037, 2014), el agregado grueso está constituido por grava, piedra natural o triturada, retenida en el tamiz 4,75mm (N°4).

IV. Propiedades del Concreto

- **Resistencia a la compresión (RC)**

El ensayo de (RC) determina la carga máxima que un elemento de concreto puede resistir bajo compresión antes de producir su rotura, expresada como presión en unidades como megapascales (MPa), kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²) o libras por pulgada cuadrada (Psi). Los ensayos de (RC) se realizan principalmente para comprobar que el hormigón alcance la resistencia característica ($f'c$), según el tipo de estructura para la que fue diseñada.

Este ensayo se realiza conforme a normas como la ASTM C39 o la (NTP 339.034). Su relevancia se debe a que posibilita evaluar la capacidad del concreto para resistir cargas sin fallar, constituyéndose en un indicador clave de su calidad y comportamiento estructural.

V. Resistencia a la flexión (RF)

El ensayo de (RF) determina la resistencia del concreto ante esfuerzo por tracción indirecta. Se efectúa aplicando una carga progresiva sobre una viga de concreto simplemente apoyada en sus extremos hasta que se produzca la rotura por flexión. La

(RF) se representa en función de términos de módulo de rotura (MR), el cual se determinará a partir de la carga máxima aplicada y las dimensiones de la viga.

Este ensayo es particularmente relevante en elementos en elementos estructurales como losas, pavimentos y vigas, donde las fuerzas de flexión pueden ser significativas. Normas como la ASTM C78 y la (NTP 339.078) regulan la metodología para este tipo de ensayo.

VI. Velocidad de absorción de agua en concretos de cemento Portland (V. Abs)

El ensayo determina cómo y con velocidad el agua penetra por absorción capilar la superficie de una muestra de concreto no saturada, midiendo el incremento de masa a lo largo del tiempo cuando solo una cara del espécimen está en contacto con agua.

El ensayo de (V. Abs) de agua en concretos de cemento Portland (NTP 339.232), es importante porque permite evaluar la durabilidad del concreto frente al ingreso de humedad y de agentes agresivos.

VII. Diseño de Mezcla

Método ACI 211.1: El método ACI 211.1 presenta el proceso para determinar las proporciones de las mezclas de concreto normal, pesado y masivo, el cual se desarrolla en nueve etapas.

- Selección del asentamiento.
- Selección del tamaño máximo nominal del agregado.
- Estimación del agua de mezcla y contenido de aire.
- Selección de la relación A/C.
- Cálculo del contenido de cemento.

- Cálculo de la cantidad de agregado fino.
- Cálculo de la cantidad de agregado grueso.
- Ajustes por humedad y por absorción de los agregados.
- Ajustes en las mezclas de prueba.

CE.010 - Pavimentos Urbanos: El diseño estructural de los pavimentos urbanos, según lo estipulado en el Capítulo 4 de la norma, nos indica que se debe garantizar que el pavimento soporte las cargas repetidas del tránsito a lo largo de su vida útil.

Los requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos, son los indicados en la Tabla 30.

Figura 1: Tabla N°30 del Capítulo 4, Diseño Estructural de Pavimentos Urbanos de la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

Tipo de Pavimento		Elemento		
		Flexible	Rígido	Adoquines
Sub-rasante	95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar			
	Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas			
Sub-base		CBR ≥ 40 %	CBR ≥ 30 %	
Base		CBR ≥ 80 %	N.A.*	CBR ≥ 80%
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**
Material		Concreto asfáltico ***	MR ≥ 34 Kg/cm ² (3,4 MPa)	f _c ≥ 380 Kg/cm ² (38 MPa)

Nota: En la Figura 1 se muestra la tabla N° 30 con los requisitos mínimos para el diseño estructural de un concreto para pavimento rígido. Siendo el MR ≥34 Kg/cm² (3,4 MPa).

1.3.2. Cerámica

La cerámica es considerada un material inorgánico y no metálico que se obtiene a partir de la transformación de materias primas naturales, como la arcilla, mediante procesos de moldeado y cocción a altas temperaturas. Mediante este tratamiento térmico adquiere propiedades específicas, entre ellas alta dureza, resistencia al desgaste, estabilidad térmica y química, además de baja conductividad eléctrica. Sin embargo, también presenta una naturaleza frágil, lo que significa que puede romperse con facilidad ante impactos.

Existen diversos tipos de ceramida, entre los cuales destacan la ceramida tradicional, empleada en la fabricación de ladrillos, tejas y baldosas; la cerámica fina, utilizada en la producción de porcelanas y lozas esmaltadas; y la ceramida técnica o avanzada, diseñada para aplicaciones industriales, médicas y electrónicas, debido a su resistencia y precisión.

Figura 2: Clasificación de cerámicas según Norma ISO 13006

CLASIFICACIÓN DE CERÁMICAS SEGÚN NORMA ISO 13006				
	GRUPO III	GRUPO IIb	GRUPO IIa	GRUPO I
PRODUCTO	CERÁMICA MURO	CERÁMICA PISO	GRES PORCELÁNICO	PORCELANATO
NIVEL DE ABSORCIÓN	B III > 10%	B IIb >6% <10%	B IIa - BIIb >0,5 < 6%	B I a < 0,5%
POROSIDAD	POROSIDAD ALTA	POROSIDAD MEDIA	POROSIDAD MEDIA	NO POROSO
RESISTENCIA MECÁNICA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
TEMPERATURA DE COCCIÓN	900 - 1000°	1.100°	1.150°	1.200 - 1.300°

Nota: En la Figura 2 se muestra la clasificación de cerámica según la Norma ISO 13006.

a. Trituración de cerámica

El proceso de trituración de cerámica es un proceso fundamental para reutilizar residuos cerámicos. El cual se basa en disminuir el tamaño de los fragmentos cerámicos mediante la aplicación de fuerzas mecánicas, con el objetivo de obtener partículas más uniformes y aptas para su utilización.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Pregunta general

¿De qué manera se va a dar la evaluación la adición de ceramida triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE.010 del RNE, Trujillo 2025?

1.4.2. Pregunta específicas

- ¿Cuáles son las características de los agregados para la elaboración de las mezclas?
- ¿Cuáles son las cantidades de los materiales a utilizar para la confección de los concretos?
- ¿Cuál es la (RC) de los concretos elaborados?
- ¿Cuál es la (RT) de los concretos elaborados?
- ¿Cuál es la (V. Abs) de agua en concreto?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar la evaluación de la adición de ceramida triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE.010 del RNE, Trujillo 2025.

1.5.2. Objetivo Especifico

- Evaluar las características físicas de los agregados para la elaboración del concreto de acuerdo a los requerimientos de la norma CE.010 del RNE.
- Evaluar la (RC) del concreto con adicción de cerámica triturada al 0%, 8%, 16% y 24%, evaluado en edades de 7, 14 y 28 días de curado.
- Evaluar la (RT) del concreto con adicción de cerámica triturada al 0%, 8%, 16% y 24%, evaluado en edad de 28 días de curado.
- Evaluar la (V. Abs) del concreto con adicción de cerámica triturada al 0%, 8%, 16% y 24%, evaluado en edad de 28 días de curado.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

La adición de cerámica tritura en el concreto $f'c=280$ kg/cm² para pavimentos rígidos permite obtener resistencias mecánicas que cumplen con los requisitos establecidos por la norma CE.010 del RNE.

1.6.2. Hipótesis Especifica

- Las características físicas de los agregados satisfacen los requisitos para ser utilizados en la confección de concretos según sus respectivas normativas.
- Los diseños de mezcla nos proporcionarán las cantidades exactas a utilizar en la confección de cada tipo de concreto.
- La (RC) evaluada a los 7, 14 y 28 d logrará satisfacer los requisitos de diseño establecidos.
- La (RC) evaluada a los 28 d logrará satisfacer los requisitos de diseño establecidos.

- La (V. Abs) de agua a los 28 d logrará satisfacer los requisitos de diseño establecidos.

1.6.3. Justificación general:

¿Por qué razones se está realizando la investigación?

En el ámbito mundial, el concreto se ha consolidado como un material fundamental y el más utilizado en las distintas áreas de la construcción, gracias a las múltiples ventajas que ofrece. Por otro lado, la constante innovación en este sector ha dado lugar a nuevas estrategias que buscan mejorar su rendimiento, sostenibilidad y adaptabilidad en las diferentes fases constructivas. Estas mejoras no solo permiten un uso más eficiente del concreto, sino que también contribuyen a reducir su impacto ambiental y amplían sus posibilidades de aplicación en megaproyectos y obras de diversas magnitudes. En este contexto, este estudio busca aportar al mejoramiento y desarrollo de pavimentos rígidos más seguros y duraderos en la ciudad de Trujillo, Perú. Con el fin de hacerlo posible, se requiere un proceso riguroso que abarque el análisis de las propiedades físicas de los agregados, el diseño de la mezcla, la evaluación de la (RC), la determinación del módulo de flexión y la medición de la (V. Abs), todo ello conforme a lo establecido en la norma CE.010 Pavimentos Urbanos del (RNE).

¿Para qué sirve resolver el problema de investigación?

Resolver este problema de investigación nos sirve para mejorar en la gestión sostenible de los residuos de construcción, contribuyendo a la eliminación de los desperdicios generados en las obras y promoviendo la economía circular. La adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos, bajo el criterio de la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos del RNE, no solo busca mejorar la durabilidad y calidad de la construcción, sino que también garantiza proyectos más limpios y seguros al reutilizar

materiales y reducir la contaminación ambiental. Esto se traduce en una menor dependencia de materias primas vírgenes y una disminución de los costos de extracción y procesamiento. Además, al validar el uso de estos materiales reciclados conforme a la normativa, se fomenta la confianza en nuevas soluciones constructivas.

¿Qué se va lograr al responder a la pregunta?

Se podrá identificar y evaluar la viabilidad de una calidad constructiva óptima, acorde con los requisitos estructurales para pavimentos rígidos en la ciudad de Trujillo, Perú. Posteriormente, se llevará a cabo la caracterización de los agregados y la elaboración de 40 probetas cilíndricas y 12 de tipo vigas de concreto (52 de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$), para evaluar el desempeño de la cerámica triturada en pavimentos, con un curado de 7, 14, 28 días. También, los hallazgos permitirán proponer el uso de materiales que disminuyan costos y optimicen la gestión de desperdicios. Todo este proceso se enmarcará en el contexto del Diseño Estructural de Pavimentos Rígidos a base de la Tabla 30 de la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos perteneciente al RNE, lo que asegurará una excelente calidad, seguridad y confianza para la obtención de certificaciones y aprobaciones en futuros proyectos y obras de gran envergadura.

¿A quiénes sirve esta solución?

Esta solución beneficia a diversos sectores: a la **industria de la construcción**, al ofrecer una alternativa sostenible y potencialmente más económica para los agregados, reduciendo la dependencia de recursos naturales y los costos de disposición de residuos; a las **entidades gubernamentales y municipalidades** de Trujillo y otras regiones, al plantear una estrategia práctica para la gestión de RCD y el cumplimiento de objetivos de sostenibilidad ambiental; al **medio ambiente**, al disminuir la contaminación por vertidos y la extracción de materiales vírgenes; y

finalmente, a la **sociedad en general**, al promover infraestructuras más duraderas y un entorno urbano más limpio y saludable.

1.6.4. Justificación teórica.

En esta investigación, se aborda la problemática ambiental relacionada con la generación excesiva de (RCD) en Trujillo, 2025, se busca dar importancia en evaluar la influencia de la adición de cerámica triturada como sustituto parcial de los agregados en el diseño de pavimentos rígidos, de acuerdo a la norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Para ello, se elaborarán especímenes de concreto con diferentes porcentajes de adición de cerámica triturada (0%, 8%, 16% y 24%), evaluando propiedades mecánicas como la (RC) y la (RF), así como la (V. Abs), para determinar si dichas mezclas cumplen con los requisitos normativos y pueden ser aplicadas en proyectos de pavimentación urbana.

1.6.5. Justificación práctica.

En términos prácticos, la investigación busca aportar una solución sostenible y técnicamente viable al problema del exceso de residuos de cerámica en la ciudad de Trujillo. Al emplear estos desechos como insumo en el diseño de pavimentos rígidos, se aporta a la reducción del volumen de residuos que terminan en botaderos, ríos o zonas no autorizadas, alineándose con políticas de gestión ambiental y sostenibilidad.

Además, la utilización de cerámica triturada puede generar ahorros económicos al disminuir la dependencia de agregados naturales, y representa una oportunidad para que empresas de construcción y reciclaje colaboren en proyectos más respetuosos con el entorno. A nivel técnico, esta investigación brinda información clave sobre la calidad y comportamiento del concreto elaborado con adición de cerámica, validado

mediante ensayos experimentales conforme a la norma CE.010 Pavimentos Urbanos, lo que facilita el proceso de decisión en proyectos de infraestructura vial urbana y pavimentos en general.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Por el propósito

El propósito de esta investigación es analizar las características físicas y mecánicas del concreto utilizado en pavimentos rígidos, incorporando distintos porcentajes de cerámica triturada, para poder evaluar los resultados según la norma CE.010 de pavimentos urbanos. Esto con la finalidad de lograr encontrar el porcentaje y resistencia óptima para la (RC) y (RF) del concreto; también la (V. Abs) que tiene el mismo. Por ello, nos hemos planteado la siguiente pregunta: ¿De qué manera se va a dar la evaluación la adición de ceramida triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE.010 del RNE, Trujillo 2025?

2.1.1. Según el diseño

La investigación se desarrollará bajo un enfoque de carácter experimental, orientado a evaluar el efecto de la variable independiente, correspondiente a la cerámica triturada que pasa por la malla N.º 4. Para tal fin, se fabricarán probetas cilíndricas destinadas a la determinación de la capacidad de soporte de (RC) y de la tasa de absorción de agua, así como vigas prismáticas para la prueba de flexión del concreto, empleando una mezcla diseñada para alcanzar una resistencia nominal de 280 kg/cm². Estas evaluaciones permitirán identificar la influencia de la variable independiente sobre las variables dependientes relacionadas con el comportamiento del pavimento rígido

2.1.2. Diseño de investigación

Esta investigación se desarrolla bajo un enfoque de carácter experimental y se llevará a cabo en un laboratorio de la ciudad de Trujillo, donde se producirán 40 probetas cilíndricas y 12 vigas, formuladas para alcanzar un $f'c$ de 280 kg/cm² y elaboradas conforme a los parámetros establecidos por la normativa vigente. Asimismo, se realizarán evaluaciones de la capacidad de soporte a compresión, de la (RF) y de la (V. Abs) de agua en las piezas fabricadas, con el fin de determinar la influencia de la adición de cerámica triturada en pavimentos rígidos, siguiendo las directrices de la norma CE.010.

Tabla 1. Diseño de Investigación

Laboratorio		Procedimiento	Resultados
		36 especímenes de 280 kg/cm ² , con un curado de 7,14,28 días	(RC)
TEM	Mezcla de concreto	12 especímenes de 280 kg/cm ² , con un curado de 28 días	(RT)
		4 especímenes de 280 kg/cm ² , con un curado de 28 días	(V. Abs)

Nota: En la tabla 1, se evidencia el diseño de mezcla de 52 especímenes de $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, entre ellos probetas cilíndricas y de tipo viga. Fuente: Propia

2.2. Variables

2.2.1. Variable Independiente

La cerámica triturada

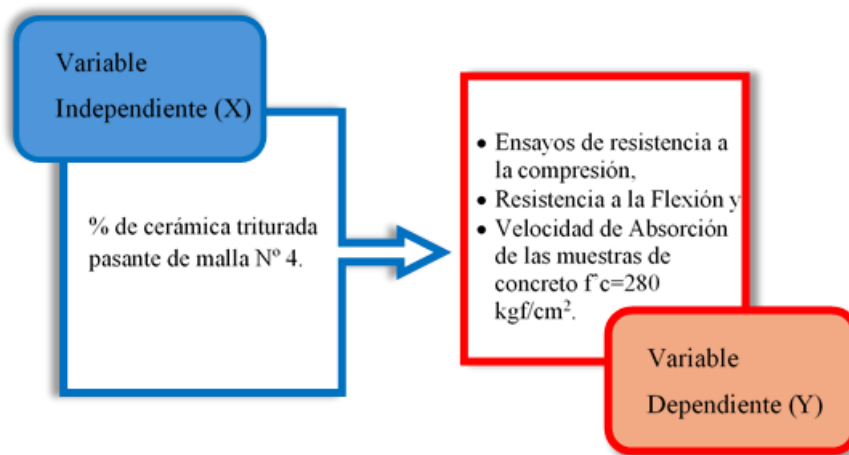
La variable independiente de este estudio corresponde a la cerámica triturada, la cual se adicionará parcialmente en la mezcla de concreto en reemplazo de los agregados tradicionales, con el objetivo de analizar su efecto en el comportamiento del pavimento rígido.

2.2.2. Variable Dependiente

Concreto para pavimentos rígidos

La variable dependiente es el concreto para pavimentos rígidos, cuyas propiedades mecánicas y de absorción serán analizadas mediante los ensayos de (RC), (RF) y velocidad de absorción.

Figura 3: Variable Independiente y Variable Dependiente



Nota: En la figura 3, se muestra las variables empleadas para la investigación.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población está constituida por todas las mezclas de concreto que incorporan distintos porcentajes de cerámica triturada, destinadas a la ejecución de pavimentos rígidos en la ciudad de Trujillo.

2.3.2. Muestra

La muestra estará constituida por 40 probetas cilíndricas y 12 vigas prismáticas de concreto, diseñadas para alcanzar una resistencia $f'c$ de 280 kg/cm². Dichas unidades

serán elaboradas en el laboratorio TEM, ubicado en la ciudad de Trujillo, siguiendo las especificaciones de la normativa ACI 211.1 y evaluadas conforme a los procedimientos estipulados en la norma CE.010

Tabla 2: Cantidad de muestras según el tiempo de curado y el tipo de dosificación

Muestra	Días de curado			Parcial
	14 Días	21 Días	28 Días	
Testigo (RC)	3	3	3	9
Adición 8% de cerámica - (RC)	3	3	3	9
Adición 16% de cerámica - (RC)	3	3	3	9
Adición 24% de cerámica - (RC)	3	3	3	9
Testigo (RF)			3	3
Adición 8% de cerámica - (RF)			3	3
Adición 16% de cerámica - (RF)			3	3
Adición 24% de cerámica - (RF)			3	3
Testigo (V. Abs)			1	1
Adición 8% de cerámica - (V. Abs)			1	1
Adición 16% de cerámica - (V. Abs)			1	1
Adición 24% de cerámica - (V. Abs)			1	1
Total de Muestras				52

Nota: En la tabla 2, se indica la cantidad de muestras según el tiempo de curado y el tipo de dosificación.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos se llevó a cabo mediante observación visual directa, aplicada durante la ejecución de las pruebas correspondientes a los ensayos de agregados, así como en las evaluaciones de (RC), (RF) y (V. Abs) de agua en los especímenes de concreto.

2.4.2. Instrumento de recolección de datos

Para la recolección de información se utilizó una ficha de registro, donde se consignaron los resultados obtenidos en las pruebas a los agregados y en los ensayos de (RC), (RF) y (V. Abs).

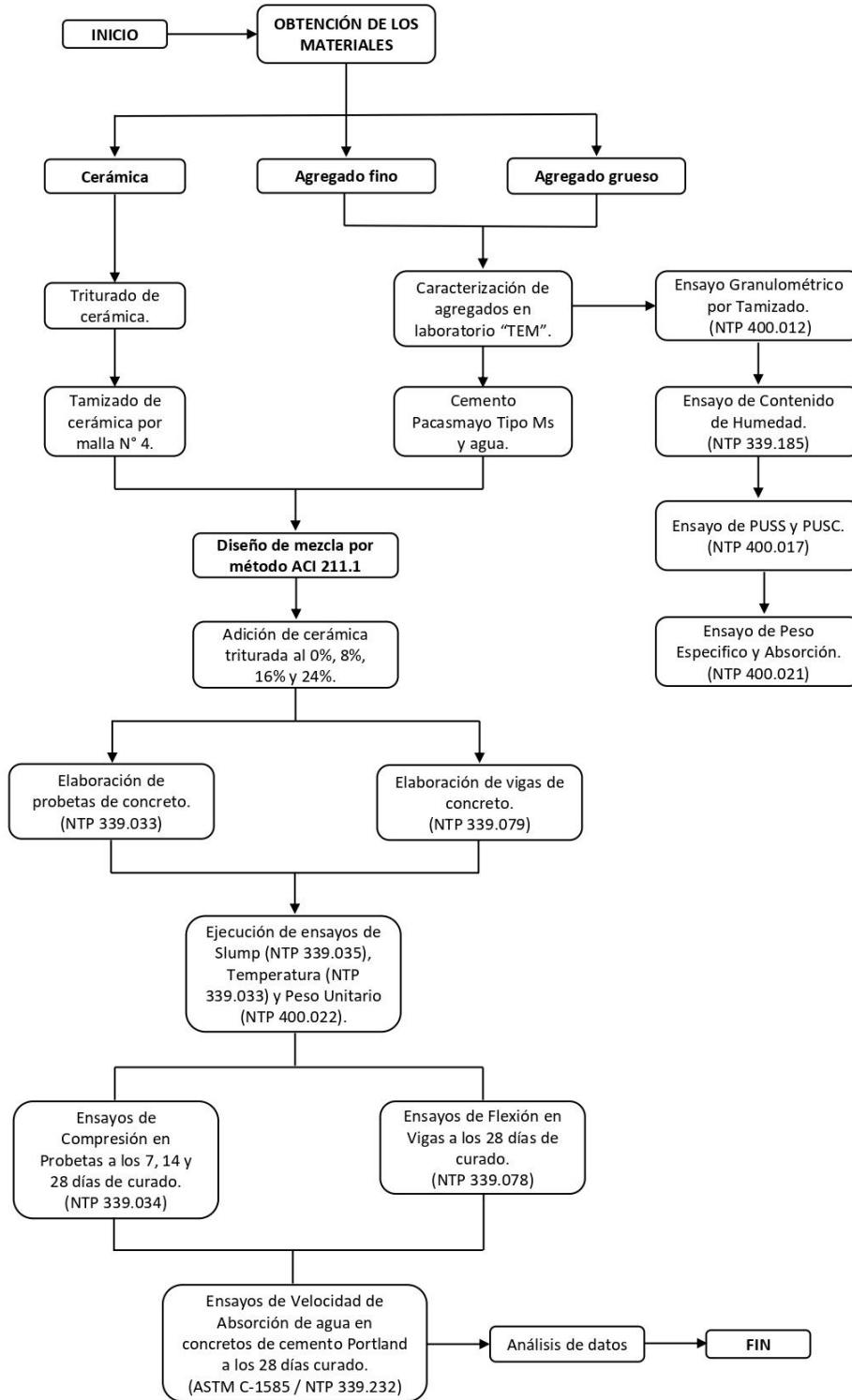
2.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos

La validación será realizada por el laboratorio TEM - Tecnología en ensayos de materiales, que cuenta con equipos calibrados dando resultados exactos y confiables.

2.4.4. Análisis de datos

Los agregados finos y gruesos se obtuvieron de la cantera “El Milagro”, ubicada en la provincia de Trujillo; adquiriendo piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ” y arena gruesa, los agregados fueron llevados al laboratorio donde se llevaron a cabo diferentes ensayos, entre ellos: La determinación granulométrica (NTP 400.012), medición del contenido de humedad (NTP 339.185), pruebas de PUSS y PUSC (NTP 400.017), determinación del peso específico y absorción (NTP 400.021), medición del asentamiento o *slump* (NTP 339.035), control de temperatura (NTP 339.033), verificación del peso unitario (NTP 400.022), evaluación de la (RC)(NTP 339.034), (RT)(NTP 339.078) y determinación de la (V. Abs) de agua en concretos de cemento Portland (ASTM C-1585 / NTP 339.232).

Figura 4: Proceso para la obtención de datos



Nota: En la figura 4, se muestra el proceso que se realizará para la obtención de los datos en los diferentes ensayos.

2.4.5. Instrumentos de análisis de datos

En esta investigación se aplicó el método de observación visual directa, complementado con la información derivada de las pruebas de capacidad de (RC), (RF) y (V. Abs), por lo cual los resultados se analizaron y se representaron a través de gráficos. Se procedió a comparar los resultados alcanzados en los diferentes ensayos, teniendo como finalidad determinar la resistencia más relevante para nuestro pavimento rígido. La información se recolectó mediante fichas de observación y se documentaron en Excel, Word y plantillas.

2.4.6. Aspectos éticos

Con el fin de desarrollar el presente proyecto de investigación, se preservó la autenticidad, se comprobó la fiabilidad de los datos recopilados, respaldados con evidencia de la calibración de los equipos utilizados en cada ensayo. Asimismo, se garantizó la originalidad y veracidad de los resultados, para ello contamos con los certificados otorgados por el laboratorio. Utilizando la guía de investigación científica de UPN, salvaguardando la información y respetando las normas APA.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Análisis de los Agregados

Considerando que los agregados representan los componentes fundamentales del concreto, se tomaron en cuenta sus características y propiedades, así como su impacto en la preparación de la mezcla. Por esta razón, se verificó que los agregados extraídos de la cantera ‘El Milagro’, situada en el distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, cumplieran con los límites establecidos por la normativa vigente. A continuación, se detallan los resultados obtenidos en la caracterización de los agregados:

Tabla 3: Características del agregado fino.

Ensayo	Und.	N.T.P	Resultados
Porcentaje de Humedad	%	339.185	0.60
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	400.017	1.64
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	400.017	1.80
Peso Especifico	g/cm ³	400.022	2.46
% Absorción	%	400.022	0.30
Análisis Granulométrico por Tamizado	–	400.012	2.66

Nota: En la tabla 3, se muestran las propiedades del agregado fino.

Tabla 4: Características del agregado grueso.

Ensayo	Und.	N.T.P.	Resultado
Porcentaje de Humedad	%	339.185	0.30
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	400.017	1.36
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	400.017	1.52
Peso Especifico	g/cm ³	400.021	2.52
% Absorción	%	400.021	1.00
Análisis Granulométrico por Tamizado	–	400.012	6.68

Nota: En la tabla 4, se muestran las propiedades del agregado grueso.

3.2. Diseño de Mezcla

Tabla 5: Diseño de mezcla del concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Material	Peso Stock (Kg/m ³)	Tanda (m ³)
Cemento Pacasmayo MS	464	13.93
Agua	221	6.63
Agregado Fino	636	19.08
Agregado Grueso	855	25.65

Nota: En la tabla 5, se muestra el diseño de mezcla del concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ se usó la normativa ACI 211.1.

3.3. Trabajabilidad del concreto

Tabla 6: Trabajabilidad del concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Descripción	Temperatura (°C)	Slump (in)	P.U.C. (kg/m ³)
Concreto Patrón	23.50	3.50	2.329
Concreto con 8% de Cerámica Triturada	24.00	3.00	2.316
Concreto con 16% de Cerámica Triturada	24.00	2.75	2.307
Concreto con 24% de Cerámica Triturada	24.50	2.50	2.300

Nota: En la tabla 6, se muestra la trabajabilidad del concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

3.4. Análisis de la (RC) para un Concreto de $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Las pruebas de (RC) se llevaron a cabo en el laboratorio TEM, donde se fabricaron 36 especímenes de concreto con una resistencia de diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. De estos, 9 correspondieron a muestras de concreto patrón y los 27 restantes incorporaron cerámica triturada en proporciones de 8%, 16% y 24%, siendo sometidos a curados de 7, 14 y 28 días.

Tabla 7: Desempeño de (RC) de la mezcla patrón a los 7 días

Ensayo de Resistencia a la Compresión - 7 días de Fraguado					
Cemento Mochica Tipo MS - Testigos					
Item	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
P001	10.2	82.4	20708.01	251	
P002	10.3	82.9	21825.7	263	257.00
P003	10.3	82.6	212592.7	257	

Nota: En la tabla 7, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra patrón tras 7 días de curado, así como su resistencia promedio.

Tabla 8: Desempeño de (RC) de la mezcla patrón a los 14 días

Ensayo de Resistencia a la Compresión - 14 días de Fraguado					
Cemento Mochica Tipo MS - Testigos					
Item	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
P004	10.3	82.9	25525.1	308	
P005	10.3	82.8	26322.5	318	313.00
P006	10.3	81.7	25558.8	313	

Nota: En la tabla 8, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra patrón tras 14 días de curado, así como su resistencia promedio.

Tabla 9: Desempeño de (RC) de la mezcla patrón a los 28 días

Ensayo de Resistencia a la Compresión - 28 días de Fraguado					
Cemento Mochica Tipo MS - Testigos					
Item	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
P007	10.3	82.6	31062.1	376	
P008	10.3	82.5	29814	361	367.67
P009	10.3	82.9	30310.6	366	

Nota: En la tabla 9, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra patrón tras 21 días de curado, así como su resistencia promedio.

Tabla 10: Desempeño de (RC) de la mezcla con 8 % de cerámica triturada a los 7 días

Ensayo de Resistencia a la Compresión - 7 días de Fraguado					
Cemento Mochica Tipo MS + 8% Cerámica Triturada pasante de malla 4°					
Item	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
P010	10.3	82.6	21101.7	255	
P011	10.3	82.9	22024.5	266	261.33
P012	10.3	82.6	21694.1	263	

Nota: En la tabla 10, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra con un 8 % de cerámica triturada después de 7 días de curado, junto con su valor promedio.

Tabla 11: Desempeño de (RC) de la mezcla con 8 % de cerámica triturada a los 14 días

Ensayo de Resistencia a la Compresión - 14 días de Fraguado					
Cemento Mochica Tipo MS + 8% Cerámica Triturada pasante de malla 4°					
Item	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
P013	10.3	82.6	26752.8	324	
P014	10.3	82.8	27261.7	329	326.67
P015	10.2	81.2	26534.6	327	

Nota: En la tabla 11, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra con un 8 % de cerámica triturada después de 14 días de curado, junto con su valor promedio.

Tabla 12: Desempeño de (RC) de la mezcla con 8 % de cerámica triturada a los 28 días

Ensayo de Resistencia a la Compresión - 28 días de Fraguado					
Cemento Mochica Tipo MS + 8% Cerámica Triturada pasante de malla 4°					
Item	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
P016	10.3	82.6	29923	362	
P017	10.3	82.7	31093	376	370.67
P018	10.3	82.9	30972	374	

Nota: En la tabla 12, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra con un 8 % de cerámica triturada después de 28 días de curado, junto con su valor promedio.

Tabla 13: Desempeño de (RC) de la mezcla con 16 % de cerámica triturada a los 7 días

Ensayo de Resistencia a la Compresión - 7 días de Fraguado					
Cemento Mochica Tipo MS + 16% Cerámica Triturada pasante de malla 4°					
Item	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
P019	10.3	82.9	22031.6	266	
P020	10.3	83	23051.3	278	269.67
P021	10.3	82.7	21879.7	265	

Nota: En la tabla 13, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra con un 16 % de cerámica triturada después de 7 días de curado, junto con su valor promedio.

Tabla 14: Desempeño de (RC) de la mezcla con 16 % de cerámica triturada a los 14 días

Ensayo de Resistencia a la Compresión - 14 días de Fraguado					
Cemento Mochica Tipo MS + 16% Cerámica Triturada pasante de malla 4°					
Item	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
P022	10.3	82.6	28078.5	340	
P023	10.3	82.6	28172.3	341	340.33
P024	10.2	82.3	28013.2	340	

Nota: En la tabla 13, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra con un 16 % de cerámica triturada después de 14 días de curado, junto con su valor promedio.

Tabla 15: Desempeño de (RC) de la mezcla con 16 % de cerámica triturada a los 28 días

Ensayo de Resistencia a la Compresión - 28 días de Fraguado					
Cemento Mochica Tipo MS + 16% Cerámica Triturada pasante de malla 4°					
Item	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
P025	10.3	82.7	31774.9	384	
P026	10.3	82.8	31462.8	380	381.00
P027	10.3	83	31439.4	379	

Nota: En la tabla 15, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra con un 16 % de cerámica triturada después de 28 días de curado, junto con su valor promedio.

Tabla 16: Desempeño de (RC) de la mezcla con 24 % de cerámica triturada a los 7 días

Ensayo de Resistencia a la Compresión - 7 días de Fraguado					
Cemento Mochica Tipo MS + 24% Cerámica Triturada pasante de malla 4°					
Item	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
P028	10.3	82.8	23538.8	284	
P029	10.3	82.8	22818.8	276	272.67
P030	10.3	82.7	21366.8	258	

Nota: En la tabla 16, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra con un 24 % de cerámica triturada después de 7 días de curado, junto con su valor promedio.

Tabla 17: Desempeño de (RC) de la mezcla con 24 % de cerámica triturada a los 14 días

Ensayo de Resistencia a la Compresión - 14 días de Fraguado					
Cemento Mochica Tipo MS + 24% Cerámica Triturada pasante de malla 4°					
Item	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
P031	10.3	82.8	28486.3	344	
P032	10.3	82.8	30071.0	363	353.33
P033	10.2	82.7	28884.0	353	

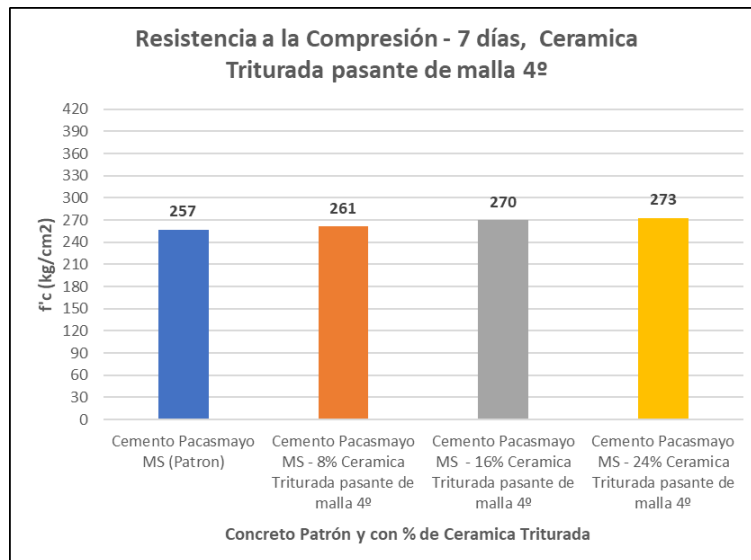
Nota: En la tabla 17, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra con un 24 % de cerámica triturada después de 14 días de curado, junto con su valor promedio.

Tabla 18: Desempeño de (RC) de la mezcla con 24 % de cerámica triturada a los 28 días

Ensayo de Resistencia a la Compresión - 28 días de Fraguado					
Cemento Mochica Tipo MS + 24% Cerámica Triturada pasante de malla 4º					
Item	Diámetro (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
P034	10.3	82.8	33187	401	
P035	10.3	82.5	30576	371	389.67
P036	10.3	82.5	32782	397	

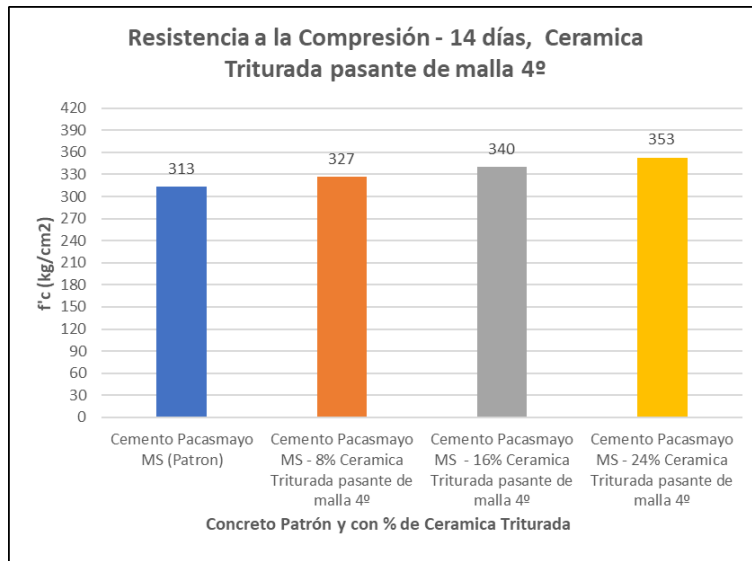
Nota: En la tabla 18, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra con un 24 % de cerámica triturada después de 28 días de curado, junto con su valor promedio.

Figura 5: (RC) de muestra patrón y con % de cerámica triturada a los 7 días de curado.



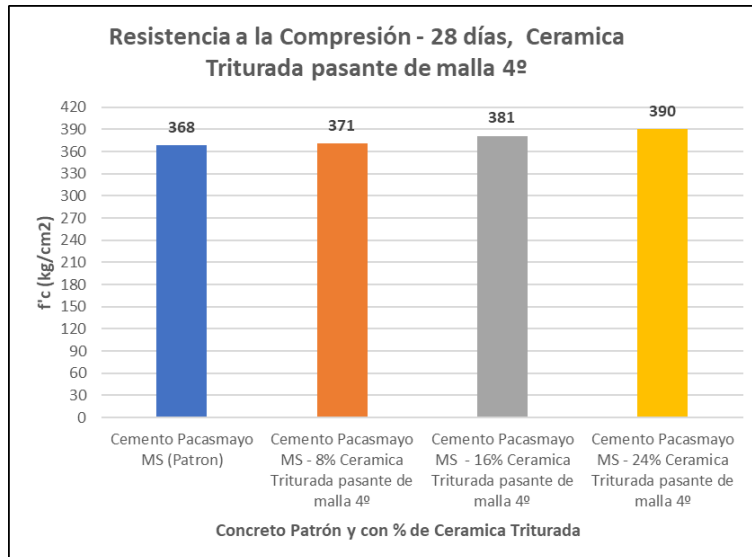
Nota: En la figura 5, se presenta la comparación de las (RC) promedio entre las muestras patrón y aquellas con porcentaje de cerámica triturada, evaluadas a los 7 días de curado.

Figura 6: (RC) de muestra patrón y con % de cerámica triturada a los 14 días de curado.



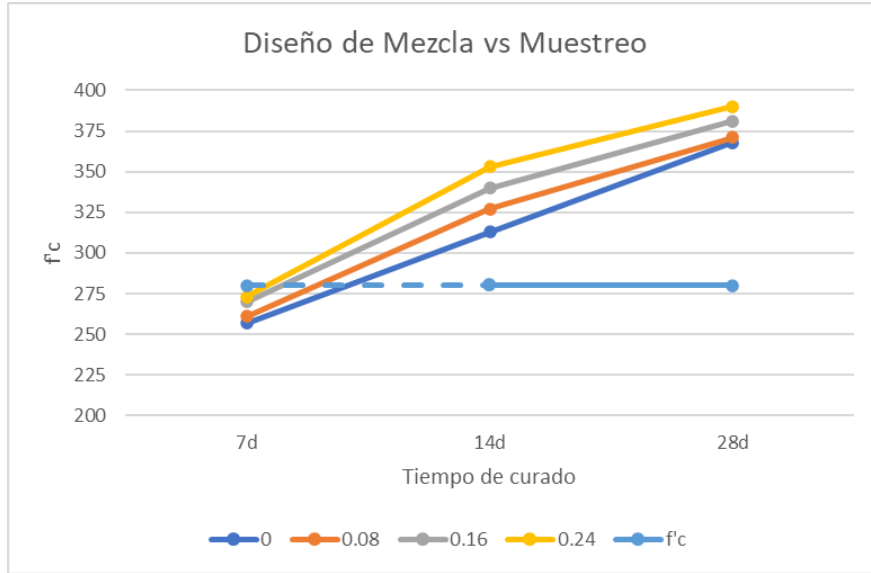
Nota: En la figura 6, se presenta la comparación de las (RC) promedio entre las muestras patrón y aquellas con porcentaje de cerámica triturada, evaluadas a los 14 días de curado.

Figura 7: (RC) de muestra patrón y con % de cerámica triturada a los 28 días de curado.



Nota: En la figura 7, se presenta la comparación de las (RC) promedio entre las muestras patrón y aquellas con porcentaje de cerámica triturada, evaluadas a los 28 días de curado.

Figura 8: Comparativa de Diseño de Mezcla $f'c$ 280 kg/cm^2 vs resultado promedio del muestreo



Nota: En la figura 8, se muestran las (RC) promedio de las muestras patrón y las que contienen un porcentaje de cerámica triturada, comparadas con la $f'c = 280 kg/cm^2$ del diseño de mezcla, evaluadas a los 7, 14 y 28 días de curado.

3.5. Análisis de la (RF) del Concreto ($F'c = 280 kg/cm^2$)

Las pruebas de (RF) se llevaron a cabo en el laboratorio TEM, donde se fabricaron 12 especímenes de concreto con una resistencia de diseño de $f'c = 280 kg/cm^2$. De estos, 3 correspondieron a muestras de concreto patrón y los 9 restantes incorporaron cerámica triturada en proporciones de 8%, 16% y 24%, todos ellos sometidos a un curado de 28 días.

Tabla 19: Desempeño de (RF) de la mezcla patrón a los 28 días

Ensayo de Resistencia a la Flexión - 28 días de Fraguado						
Cemento Mochica Tipo MS - Patrón						
Item	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Resistencia Flexión Promedio (kg/cm ²)
V001	15.08	15.4	49.35	37.9	53.3	
V002	15.25	15.2	49.3	41.8	59.6	55.73
V003	15.2	15.2	49.2	38	54.3	

Nota: En la tabla 19, se presentan los valores obtenidos de la (RT) de la muestra patrón después de 28 días de curado, junto con su valor promedio.

Tabla 20: Desempeño de (RF) de la mezcla con 8 % de cerámica triturada a los 28 días

Ensayo de Resistencia a la Flexión - 28 días de Fraguado						
Cemento Mochica Tipo MS + 8% Ceramica Triturada pasante de malla 4°						
Item	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Resistencia Flexión Promedio (kg/cm ²)
V004	15.2	15.1	49.4	42.9	62.3	
V005	15.35	15.2	49	40.8	57.5	59.00
V006	15.3	15.2	49.2	40.3	57.2	

Nota: En la tabla 20, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra con un 8 % de cerámica triturada después de 28 días de curado, junto con su valor promedio.

Tabla 21: Desempeño de (RF) de la mezcla con 16 % de cerámica triturada a los 28 días

Ensayo de Resistencia a la Flexión - 28 días de Fraguado						
Cemento Mochica Tipo MS + 16% Ceramica Triturada pasante de malla 4°						
Item	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Resistencia Flexión Promedio (kg/cm ²)
V007	15.25	15.3	49.1	47.8	67.1	
V008	15.3	15.4	49.4	47.6	66.1	64.50
V009	15	15.4	49.5	42.5	60.3	

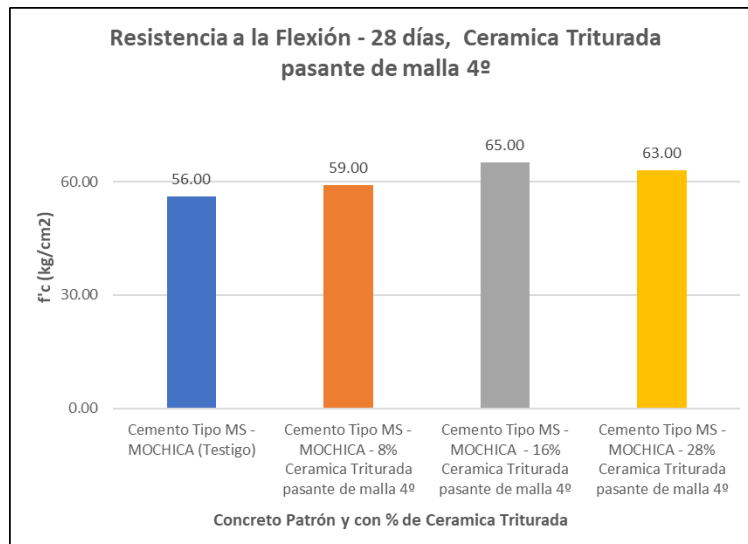
Nota: En la tabla 21, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra con un 16 % de cerámica triturada después de 28 días de curado, junto con su valor promedio.

Tabla 22: Desempeño de (RF) de la mezcla con 24 % de cerámica triturada a los 28 días

Ensayo de Resistencia a la Flexión - 28 días de Fraguado						
Cemento Mochica Tipo MS + 24% Ceramica Triturada pasante de malla 4°						
Item	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Resistencia Flexión Promedio (kg/cm ²)
V010	15.3	15.3	49.3	42.8	60.0	
V011	15.5	15.4	49.4	44.9	61.5	62.63
V012	15.4	15.4	49.4	48.2	66.4	

Nota: En la tabla 22, se presentan los valores obtenidos de la (RC) de la muestra con un 24 % de cerámica triturada después de 28 días de curado, junto con su valor promedio.

Figura 9: (RF) de muestra patrón y con % de cerámica triturada a los 28 días de curado



Nota: En la figura 9, se presenta la comparación de las (RF) promedio entre las muestras patrón y aquellas con porcentaje de cerámica triturada, evaluadas a los 28 días de curado.

3.6. Análisis de (V. Abs) del Concreto ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

Las pruebas de (V. Abs) de agua en concretos de cemento Portland (ASTM C-1585 / NTP 339.232) se llevaron a cabo en el laboratorio TEM, donde se elaboraron 12 especímenes de concreto con una resistencia de diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. De estos, 3 correspondieron a muestras de concreto convencional (patrón) y los 9 restantes incluyeron adiciones de cerámica triturada en proporciones de 8%, 16% y 24%, todos sometidos a un curado de 28 días.

Tabla 23: Datos de las Muestras Patrón para el ensayo de (V. Abs) de agua en concretos de cemento Portland

Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
CP - 01	102.5	102.8	52.0	8275.8	960.8	12:00 p. m.
CP - 02	102.5	102.8	51.6	8275.8	978.4	12:00 p. m.

Nota: En la tabla 23, se presentan los datos de las muestras patrón empleadas para el ensayo de (V. Abs).

Tabla 24: Datos de las Muestras con adición del 8% Cerámica Triturada pasante de malla 4° para el ensayo de (V. Abs) de agua en concretos de cemento Portland

Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
CE01 - 01	102.5	103.0	51	8291.9	939.8	12:00 p. m.
CE01 - 02	102.7	102.3	50.5	8251.6	946.1	12:00 p. m.

Nota: En la tabla 24, se presentan los datos de las muestras con un 8 % de cerámica triturada empleadas para el ensayo de (V. Abs).

Tabla 25: Datos de las Muestras con adición del 16% Cerámica Triturada pasante de malla 4° para el ensayo de (V. Abs) de agua en concretos de cemento Portland

Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
CE02 - 01	102.8	103.0	52.4	8316.1	968.3	12:00 p. m.
CE02 - 02	103.0	103.0	51.0	8332.3	940.9	12:00 p. m.

Nota: En la tabla 25, se presentan los datos de las muestras con un 16 % de cerámica triturada empleadas para el ensayo (V. Abs).

Tabla 26: Datos de las Muestras con adición del 24% Cerámica Triturada pasante de malla 4° para el ensayo de (V. Abs) de agua en concretos de cemento Portland

Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
CE03 - 01	102.8	103.0	51.0	8316.1	935.1	12:00 p. m.
CE03 - 02	102.5	102.8	51.7	8275.8	939	12:00 p. m.

Nota: En la tabla 26, se presentan los datos de las muestras con un 24 % de cerámica triturada empleadas para el ensayo de (V. Abs).

Tabla 27: Resultados del ensayo de (V. Abs) de las Muestras Patrón

Ensayo de Velocidad de absorción de agua en concretos de cemento Portland - Concreto patrón evaluado a 28 días de Fraguado									
Tiempo	Tiempo (s)	$S^{1/2}$	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio
			CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	
0	0	0	960.8	978.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 min	60	8	962.5	980.7	1.75	2.35	0.211	0.284	0.248
5 min	300	17	962.7	981.0	1.96	2.69	0.237	0.325	0.281
10 min	600	24	962.9	981.1	2.10	2.72	0.254	0.329	0.291
20 min	1200	35	963.1	981.4	2.30	3.09	0.278	0.373	0.326
30 min	1800	42	963.2	981.5	2.43	3.16	0.294	0.382	0.338
1 hr	3600	60	963.5	981.9	2.70	3.55	0.326	0.429	0.378
2 hr	7200	85	963.7	982.4	2.93	4.05	0.354	0.489	0.422
3 hr	10800	104	963.9	982.8	3.14	4.45	0.379	0.538	0.459
4 hr	14400	120	964.2	983.0	3.44	4.65	0.416	0.562	0.489
5 hr	18000	134	964.4	983.1	3.61	4.77	0.436	0.576	0.506
6 hr	21600	147	964.4	983.5	3.68	5.15	0.445	0.622	0.533
1 día	86400	294	965.4	983.9	4.61	5.54	0.557	0.669	0.613
2 día	172800	416	965.5	984.2	4.76	5.87	0.575	0.709	0.642
3 día	259200	509	965.7	984.5	4.92	6.15	0.595	0.743	0.669
4 día	345600	588	965.8	984.7	5.04	6.35	0.609	0.767	0.688
5 día	432000	657	965.9	984.8	5.14	6.45	0.621	0.779	0.700
6 día	518400	720	966.0	984.9	5.24	6.55	0.633	0.791	0.712
7 día	604800	778	966.1	985.0	5.34	6.65	0.645	0.804	0.724
8 día	691200	831	966.2	985.1	5.39	6.73	0.651	0.813	0.732

Nota: En la tabla 27, se presentan los resultados de la muestra patrón obtenidos en el ensayo de (V. Abs), cuyos datos de absorción fueron registrados en distintos intervalos de tiempo.

Tabla 28: Resultados del ensayo de (V. Abs) de las Muestras con adición del 8%

Cerámica Triturada pasante de malla 4°

Ensayo de Velocidad de absorción de agua en concretos de cemento Portland - Cemento Mochica Tipo MS + 8% Ceramica Triturada pasante de malla 4° a 28 días de Fraguado									
Tiempo	Tiempo (s)	$S^{1/2}$	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio
			CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	
0	0	0	939.8	946.1	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	942.3	948.5	2.49	2.37	0.300	0.287	0.294
5 min	300	17	942.7	948.5	2.91	2.44	0.351	0.296	0.323
10 min	600	24	942.9	948.7	3.16	2.59	0.381	0.314	0.347
20 min	1200	35	942.9	949.1	3.18	2.98	0.384	0.361	0.372
30 min	1800	42	943.2	949.3	3.44	3.14	0.415	0.381	0.398
1 hr	3600	60	943.5	949.7	3.75	3.54	0.452	0.429	0.441
2 hr	7200	85	944.1	949.8	4.31	3.70	0.520	0.448	0.484
3 hr	10800	104	944.3	950.2	4.55	4.11	0.549	0.498	0.523
4 hr	14400	120	944.6	950.6	4.88	4.43	0.589	0.537	0.563
5 hr	18000	134	944.8	950.7	5.04	4.59	0.608	0.556	0.582
6 hr	21600	147	945.0	950.8	5.22	4.72	0.630	0.572	0.601
1 día	86400	294	945.5	951.8	5.74	5.69	0.692	0.690	0.691
2 día	172800	416	945.7	952.0	5.95	5.86	0.718	0.710	0.714
3 día	259200	509	945.9	952.1	6.12	6.02	0.738	0.730	0.734
4 día	345600	588	946.0	952.3	6.28	6.15	0.757	0.745	0.751
5 día	432000	657	946.1	952.4	6.34	6.24	0.765	0.756	0.760
6 día	518400	720	946.2	952.5	6.42	6.33	0.774	0.767	0.771
7 día	604800	778	946.2	952.5	6.48	6.42	0.781	0.778	0.780
8 día	691200	831	946.3	952.6	6.51	6.45	0.785	0.782	0.783

Nota: En la tabla 28, se muestran los resultados de la muestra con un 8 % de cerámica triturada, obtenidos en el ensayo de (V. Abs), registrando los valores en diferentes intervalos de tiempo.

Tabla 29: Resultados del ensayo de (V. Abs) de las Muestras con adición del 16%

Cerámica Triturada pasante de malla 4°

Ensayo de Velocidad de absorción de agua en concretos de cemento Portland - Cemento Mochica Tipo MS + 16% Ceramica Triturada pasante de malla 4° a 28 días de Fraguado									
Tiempo	Tiempo (s)	$S^{1/2}$	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio
			CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	
0	0	0	968.3	940.9	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	971.3	943.5	2.94	2.62	0.354	0.314	0.334
5 min	300	17	971.5	943.7	3.12	2.83	0.375	0.340	0.357
10 min	600	24	971.9	944.0	3.52	3.10	0.423	0.372	0.398
20 min	1200	35	971.9	944.3	3.59	3.45	0.432	0.414	0.423
30 min	1800	42	972.3	944.5	3.94	3.61	0.474	0.433	0.454
1 hr	3600	60	972.6	944.9	4.27	4.00	0.513	0.480	0.497
2 hr	7200	85	973.1	945.4	4.72	4.55	0.568	0.546	0.557
3 hr	10800	104	973.5	945.9	5.18	5.01	0.623	0.601	0.612
4 hr	14400	120	973.9	946.0	5.53	5.18	0.665	0.622	0.643
5 hr	18000	134	974.1	946.2	5.81	5.39	0.699	0.647	0.673
6 hr	21600	147	974.3	946.6	5.92	5.73	0.712	0.688	0.700
1 día	86400	294	975.0	947.5	6.65	6.66	0.800	0.799	0.799
2 día	172800	416	975.3	947.8	6.97	6.90	0.838	0.828	0.833
3 día	259200	509	975.6	948.0	7.23	7.10	0.869	0.852	0.861
4 día	345600	588	975.8	948.1	7.47	7.25	0.898	0.870	0.884
5 día	432000	657	975.9	948.2	7.57	7.35	0.910	0.882	0.896
6 día	518400	720	976.0	948.3	7.67	7.45	0.922	0.894	0.908
7 día	604800	778	976.1	948.4	7.77	7.55	0.934	0.906	0.920
8 día	691200	831	976.2	948.6	7.85	7.71	0.944	0.925	0.935

Nota: En la tabla 29, se muestran los resultados de la muestra con un 16 % de cerámica triturada, obtenidos en el ensayo de (V. Abs), registrando los valores en diferentes intervalos de tiempo.

Tabla 30: Resultados del ensayo de (V. Abs) de las Muestras con adición del 24%

Cerámica Triturada pasante de malla 4°

Ensayo de Velocidad de absorción de agua en concretos de cemento Portland - Cemento Mochica Tipo MS + 24% Ceramica Triturada pasante de malla 4° a 28 días de Fraguado									
Tiempo	Tiempo (s)	$S^{1/2}$	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio
			CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	
0	0	0	935.1	939.0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	939.0	942.7	3.91	3.69	0.470	0.446	0.458
5 min	300	17	939.3	943.0	4.17	3.91	0.501	0.472	0.487
10 min	600	24	939.5	943.1	4.40	4.05	0.529	0.489	0.509
20 min	1200	35	939.9	943.2	4.81	4.13	0.578	0.499	0.539
30 min	1800	42	940.1	943.4	4.96	4.32	0.596	0.522	0.559
1 hr	3600	60	940.4	943.5	5.28	4.49	0.635	0.543	0.589
2 hr	7200	85	940.6	944.1	5.49	5.04	0.660	0.609	0.635
3 hr	10800	104	940.9	944.5	5.83	5.48	0.701	0.662	0.682
4 hr	14400	120	941.2	944.7	6.11	5.66	0.735	0.684	0.709
5 hr	18000	134	941.4	944.7	6.25	5.70	0.752	0.689	0.720
6 hr	21600	147	941.6	945.0	6.49	5.96	0.780	0.720	0.750
1 día	86400	294	942.5	946.0	7.40	6.92	0.890	0.836	0.863
2 día	172800	416	942.6	946.4	7.49	7.31	0.901	0.883	0.892
3 día	259200	509	942.7	946.6	7.62	7.52	0.916	0.909	0.912
4 día	345600	588	942.9	946.7	7.79	7.66	0.937	0.926	0.931
5 día	432000	657	943.0	946.8	7.89	7.76	0.949	0.938	0.943
6 día	518400	720	943.1	946.9	7.99	7.86	0.961	0.950	0.955
7 día	604800	778	943.2	947.0	8.09	7.96	0.973	0.962	0.967
8 día	691200	831	943.4	947.2	8.31	8.16	0.999	0.986	0.993

Nota: En la tabla 30, se muestran los resultados de la muestra con un 24 % de cerámica triturada, obtenidos en el ensayo de (V. Abs), registrando los valores en diferentes intervalos de tiempo.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Esta investigación tuvo como finalidad analizar el desempeño del concreto para pavimentos rígidos al adicionar cerámica triturada como sustituto parcial del agregado grueso, en porcentajes de 8%, 16% y 24%, bajo los lineamientos de la norma CE.010 Pavimentos Urbanos del (RNE).

El concreto patrón (0%) presentó una resistencia media de 291.80 kg/cm² a los 28 días, superando el f'_c de diseño (280 kg/cm²). En contraste a la mezcla con 8% de cerámica triturada alcanzó 284.93 kg/cm², un valor muy cercano al patrón, con solo un descenso de 2.36%, lo cual demuestra un comportamiento mecánico aceptable. Sin embargo, al aumentar el contenido de cerámica a 16% y 24%, la resistencia disminuyó progresivamente a 266.30 kg/cm² (-8.75%) y 241.20 kg/cm² (-17.35%). Con el fin de analizar la resistencia a la flexión, se dio un curado de 28 días, asimismo mostró que el 8% de adición logró mantener un módulo de rotura de 43.87 kg/cm², frente a 45.57 kg/cm² del patrón, es decir, una diferencia del -3.73%. En cambio, al 16% y 24%, los valores descendieron a 39.80 kg/cm² y 36.43 kg/cm², mostrando una pérdida más significativa. Dado que esta propiedad es crucial en pavimentos sometidos a esfuerzos de flexión, es recomendable no superar el 16% de cerámica para garantizar un rendimiento estructural adecuado, con respecto a la (V. Abs), el concreto patrón registró un índice de absorción de 0.130 kg/m²·min^{0.5}, mientras que el concreto con 8% y 16% de cerámica tuvo valores ligeramente superiores: 0.146 y 0.162 kg/m²·min^{0.5}, respectivamente. Sin embargo, con 24%, se observó un aumento considerable hasta 0.189 kg/m²·min^{0.5}, lo cual indica una mayor porosidad y permeabilidad, lo que puede comprometer la durabilidad del concreto expuesto a agentes agresivos. Asimismo, en la tesis de (Chicaiza & Guerra, 2018), este trabajo de investigación analizó la incorporación de cerámica triturada como reemplazo parcial del cemento en la elaboración de morteros, con el propósito de evaluar su efecto sobre la (RC). Se elaboraron morteros con diferentes porcentajes de adición de material cerámico 3%, 5%, 7%, 10% y 15% en peso del cemento y un mortero de referencia sin adición (0%). Para cada porcentaje se prepararon 6 probetas, que se sometieron a ensayos de (RC).

En el caso del mortero con 3% de sustitución, las resistencias obtenidas fueron de

10.71, 10.95, 9.77, 10.47, 10.52 y 10.43 MPa, registrándose un promedio de 10.461 MPa. Con una adición del 5%, los valores fueron de 10.93, 10.39, 10.58, 10.85, 10.51 y 10.21 MPa, con un promedio de 10.578 MPa. Para el 7% de sustitución, las resistencias alcanzadas fueron 11.38, 11.57, 11.50, 11.17, 11.06 y 11.25 MPa, logrando un promedio de 11.387 MPa. Al incrementar el reemplazo al 10%, se obtuvieron valores de 11.95, 12.48, 12.21, 12.06, 12.29 y 12.33 MPa, con un promedio de 12.209 MPa, constituyéndose en el valor más alto del estudio. Finalmente, con un 15% de adición, las resistencias fueron de 11.69, 12.18, 11.59, 11.77, 11.99 y 12.11 MPa, con un promedio de 11.751 MPa.

Como referencia, el mortero sin adición de cerámica (0%) presentó una resistencia media de 10.361 MPa. De la comparación de los promedios se observa un aumento gradual de la resistencia conforme se eleva el porcentaje de sustitución hasta alcanzar el 10%, punto en el que se registra el valor máximo de 12.209 MPa. A partir de este porcentaje, la resistencia presenta una ligera disminución (11.751 MPa para el 15%), aunque continúa siendo superior a la del mortero de referencia.

En conjunto, los resultados experimentales reflejan que la cerámica triturada puede utilizarse hasta un 16% de reemplazo, sin comprometer significativamente las propiedades mecánicas ni la durabilidad, cumpliendo con los estándares mínimos de la norma CE.010 del RNE.

Desde una perspectiva ambiental y práctica, esta investigación valida el uso de residuos cerámicos como alternativa sostenible, promoviendo la economía circular en la construcción y ofreciendo una solución real a la problemática de los residuos de demolición y construcción en Trujillo.

4.2. Conclusiones

- Se alcanzó a lograr el objetivo general de evaluar el uso aplicativo de cerámica triturada como agregado alternativo en concretos para pavimentos rígidos, según la norma CE.010 del RNE, concluyendo que una adición de 16% es técnicamente viable.
- Las características físicas de los agregados provenientes de la cantera “El Milagro” cumplieron con las especificaciones normativas, asegurando una mezcla

de calidad conforme al diseño propuesto ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$).

- La (RC) mostró un comportamiento adecuado hasta 16% de cerámica donde alcanzo una resistencia al 269.7 kg/cm^2 , siendo la óptima para el desempeño de pavimentos rígidos y superando al concreto patrón. La mezcla con adición de 8% de cerámica triturada a los 7 días de curado alcanzo 261.33 kg/cm^2 , asimismo a los 14 días de curado alcanzó 326.67 kg/cm^2 y a los 28 días de curado alcanzó 370.67 kg/cm^2 dando a entender que agregando un porcentaje de cerámica a dicho concreto va a superar al concreto patrón. La mezcla con adición de 16% de cerámica triturada se determinó un curado de 7 días dando como alcance una resistencia de 269.67 kg/cm^2 , a los 14 días de curado alcanzó 340.33 kg/cm^2 y a los 28 días de curado alcanzó 381.00 kg/cm^2 . La mezcla con adición de 24% de cerámica triturada a los 7 días de curado alcanzó una resistencia de 272.67 kg/cm^2 , a los 14 días de curado alcanzó 353.33 kg/cm^2 , a los 28 días de curado alcanzó 389.67 kg/cm^2 .
- La (RF), esencial para el desempeño de pavimentos rígidos, fue también aceptable hasta 16% de adición, dándonos como resultado 64.5 kg/cm^2 , siendo la óptima para el desempeño de pavimentos rígidos y superando al concreto patrón, sin comprometer el cumplimiento normativo. La mezcla con adición de 8% de cerámica triturada a los 28 días de curado alcanzo 59.0 kg/cm^2 . La mezcla con adición de 16% de cerámica triturada se determinó un curado de 28 días dando como alcance una resistencia de 64.5 kg/cm^2 . La mezcla con adición de 24% de cerámica triturada a los 28 días de curado alcanzó una resistencia de 62.7 kg/cm^2 .
- La (V. Abs) aumentó progresivamente con el porcentaje de cerámica, alcanzando un valor crítico en la mezcla con 24%. No obstante, los valores de absorción al 8% y 16% siguen siendo compatibles con los requerimientos de durabilidad para pavimentos urbanos.
- Considerando los aspectos ambientales y económicos, la utilización de cerámica triturada reduce el volumen de RCD y disminuye la demanda de recursos naturales vírgenes, aportando una alternativa sostenible a la industria de la construcción.

4.3. Recomendaciones

- Limitar la adición de cerámica triturada pasante de malla N° 4 a un máximo de 16%, ya que porcentajes superiores afectan de manera negativa la resistencia y durabilidad del concreto.
- Aplicar tratamientos previos a la cerámica triturada (lavado, secado y tamizado uniforme) para reducir su porosidad y mejorar su adherencia con la pasta cementicio, como alternativa para elevar el rendimiento a porcentajes mayores.
- Incluir aditivos impermeabilizantes o selladores en mezclas con altos contenidos de cerámica, en situaciones donde sea necesario aumentar la oposición al ingreso de agua y las condiciones ambientales adversas.
- Replicar el estudio a escala piloto en pavimentos reales para validar el comportamiento mecánico y durabilidad a largo plazo, incluyendo condiciones de carga vehicular y ciclos térmicos.
- Ampliar el rango de porcentajes en futuros estudios, evaluando niveles intermedios como 10%, 12% o 14%, que podrían ofrecer un mejor equilibrio entre resistencia, trabajabilidad y absorción.
- Promover políticas locales que incentiven el reciclaje de residuos cerámicos, fomentando convenios entre municipalidades, empresas de demolición y constructoras para su uso responsable en pavimentación urbana.

REFERENCIAS

Alabi, S. A., & Mahachi, J. (2022). Mechanical properties of sustainable concrete made with ceramic and sandcrete block wastes. *Materials Today: Proceedings*, 62. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.086>

Aldana, E. (2014). Uso de material cerámico como material para curado interno en mezclas de concreto. *Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/194>

ASTM International. (s.f.). *ASTM C-1585 / NTP 339.232: Método de ensayo estándar para determinar la velocidad de absorción de agua por concretos de cemento Portland*. USA / Lima, Perú: ASTM International / Instituto Nacional de Calidad.

Campos, P., & Valderrama, Y. (2023). INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PORCELANA RECICLADA COMO SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO EN LA PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, (RT)Y PERMEABILIDAD PARA CONCRETOS DE ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN DE AGUA, TRUJILLO 2022. *Universidad Privada Del Norte*. <https://hdl.handle.net/11537/35737>

Castro, J., & Reyes, J. (2024). Evaluación del Comportamiento Mecánico del Concreto con Material Reciclado Pet y Residuos Cerámicos. *Universidad Señor de Sipan*. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/13642>

Chicaiza, C., & Guerra, G. (2018). Estudio del uso de residuos cerámicos como sustituto de un porcentaje de cemento para la fabricación de morteros. *Universidad Central Del Ecuador*.

Delgado, C., & Salazar, L. (2024). EFECTO DE LA CERÁMICA TRITURADA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO FINO. *Universidad Señor de Sipan*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/12657>

INACAL. (2012). NTP 339.078: Concreto. Método de ensayo para determinar la (RT)del concreto en vigas simplemente apoyadas (3.^a ed.). Lima, Perú: Instituto

Nacional de Calidad.

INACAL. (2021). NTP 400.012: Agregados. Método de ensayo normalizado para el análisis granulométrico del agregado fino y grueso (4.^a ed.). Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad.

INACAL. (s.f.). NTP 339.033: Concreto. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad.

INACAL. (s.f.). NTP 339.034: Concreto. Método de ensayo para la determinación de la (RC) del concreto en muestras cilíndricas. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad.

INACAL. (s.f.). NTP 339.035: Concreto. Medición del asentamiento (slump) del concreto hidráulico. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad.

INACAL. (s.f.). NTP 339.185: Agregados. Medición del contenido total de humedad. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad.

INACAL. (s.f.). NTP 400.017: Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar el peso unitario del agregado (PUSS y PUSC). Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad.

INACAL. (s.f.). NTP 400.021: Agregados. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad.

INACAL. (s.f.). NTP 400.022: Agregados. Peso específico (densidad) y absorción del agregado fino. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad.

Medina, Z. (2024). INFLUENCIA DE LA CERÁMICA TRITURADA COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO PARA LA PRODUCCIÓN DEL CONCRETO. *Universidad Señor de Sipan*.

<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/13761>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – Mvcs. (2010). *Norma técnica de edificación CE.010: Pavimentos urbanos*. Lima, Perú: Autor

Rojas, A. (2019). INFLUENCIA DE RESIDUOS DE CERÁMICA COMO SUSTITUCIÓN PORCENTUAL DEL CEMENTO SOBRE LA (RC)DEL CONCRETO, TRUJILLO – 2019. *Universidad Privada Del Norte*.


<https://hdl.handle.net/11537/21287>

Sivakumar, A., Srividhya, S., Sathiyamoorthy, V., Seenivasan, M., & Subbarayan, M. R. (2022). Impact of waste ceramic tiles as partial replacement of fine and coarse aggregate in concrete. *Materials Today: Proceedings*, 61.

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.142>

ANEXOS

Figura 10: Diseño de Mezcla (Método ACI 221.1).



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

DISEÑO DE MEZCLA

(MÉTODO ACI 211.1)

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTES : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando / Jara Chávez, Johann Fernando

PROYECTO : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025
2. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

	Hum (%)	P.U.S. (kg/m ³)	P.U.C. (kg/m ³)	Abs. (%)	Peso Especifico (kg/m ³)	Mod. Finura	T.M.N.
Agregado fino	0.6	1,638	1,785	0.3	2.46	2.66	-
Agregado grueso	0.3	1,360	1,511	1.0	2.52	6.68	1/2"
3. REQUERIMIENTOS

Asentamiento requerido	Tipo de cemento	P.E. Cemento (kg/m ³)	f'c (kg/cm ²)
3" a 4"	Pacasmayo MS	2925	280
4. RESULTADOS


Cantidad de agua (L)	Aire atrapado (%)	Cont. de cemento (kg/m ³)	Coefficiente b/b ₀
217	2.50%	464	0.564
f'cr (kg/cm ²)	Relación agua/cemento	Aditivo	P.E. Aditivo (kg/m ³)
364	0.467	-	-
5. PESOS DE MATERIALES POR M3


Material	Volumen	Peso Seco (kg/m ³)	Peso Stock (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)
Cemento	0.15879	464	464	464
Agua	0.21700	217	221	217
Agregado fino	0.25766	632	636	634
Agregado grueso	0.34156	852	855	861
Aditivo	0.00000	0	0	0
Aire	0.02500	2.5%	2.5%	2.5%
P.U.C.	1.00000	2166	2177	2176
6. PESOS DE MATERIALES POR TANDA

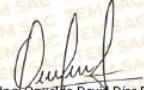
	Peso Stock (kg/m ³)	Tanda (m ³)
	0.030	
Cemento	464	13.93 kg
Agua	221	6.63 kg
Agregado fino	636	19.08 kg
Agregado grueso	855	25.65 kg
Aditivo	0	0.00 kg
	2177	65.30 kg
6. PROPORCIONES EN PESO

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1	1.37	1.84	0.48
6. PROPORCIONES EN VOLUMEN

Cemento (bls)	Ag. Fino (ft ³)	Ag. Grueso (ft ³)	Agua (L/bls)
1	1.25	2.03	20.23



 Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034




 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 Osvaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo
 website: www.tem-concrete.com

Figura 11: Contenido de Humedad (Norma de Ensayo NTP 339.185).



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-967069942
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185


1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : Agregado fino
PROCEDENCIA : Cantera El Milagro - Trujillo
SOLICITANTES : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando / Jara Chávez, Johann Fernando
PROYECTO : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

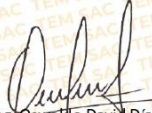
Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente	g	220.3	192.6	206.2	
Peso recipiente + muestra húmeda	g	1,277.6	1,230.3	1,287.3	
Peso recipiente + muestra seca	g	1,270.8	1,224.0	1,281.8	
Peso de muestra húmeda	g	1,057.3	1,037.6	1,081.1	
Peso de muestra seca	g	1,050.5	1,031.3	1,075.6	
Peso de agua	g	6.8	6.3	5.5	
Contenido de humedad	%	0.6	0.6	0.5	0.6

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



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Aseguramiento de Calidad
CIP N° 203034





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 12: Peso Unitario Suelto y Compactado (Norma de Ensayo NTP 400.017).

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017


1. INFORMACION GENERAL


MATERIAL : Agregado fino
PROCEDENCIA : Cantera El Milagro - Trujillo
SOLICITANTES : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando / Jara Chávez, Johann Fernando
PROYECTO : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025


2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	21.88	21.90	21.92	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	23.38	23.38	23.40	
Peso de recipiente	kg	6.32	6.32	6.32	
Peso de muestra en estado suelto	kg	15.56	15.58	15.60	
Peso de muestra en estado compactado	kg	17.06	17.06	17.08	
Volumen del recipiente	m ³	0.0095	0.0095	0.0095	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,636	1,638	1,640	1,638
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,794	1,794	1,796	1,795

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


 Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034




 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 13: Peso Específico y Adsorción (Norma de Ensayo NTP 400.022).



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-9670699429
 Email: ventas@tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : Agregado fino
PROCEDENCIA : Cantera El Milagro - Trujillo
SOLICITANTES : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando / Jara Chávez, Johann Fernando
PROYECTO : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	g	498.6	498.6	
Peso del picnómetro lleno de agua	g	685.4	645.5	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	g	982.9	942.2	
Peso de la muestra en estado SSS	g	500.0	500.0	
Peso específico base seca	g/cm ³	2.46	2.45	2.46
Peso específico base SSS	g/cm ³	2.47	2.46	2.47
Absorción	%	0.3	0.3	0.3

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


 Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034



 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 14: Análisis Granulométrico por Tamizado (Norma de Ensayo NTP 400.012).

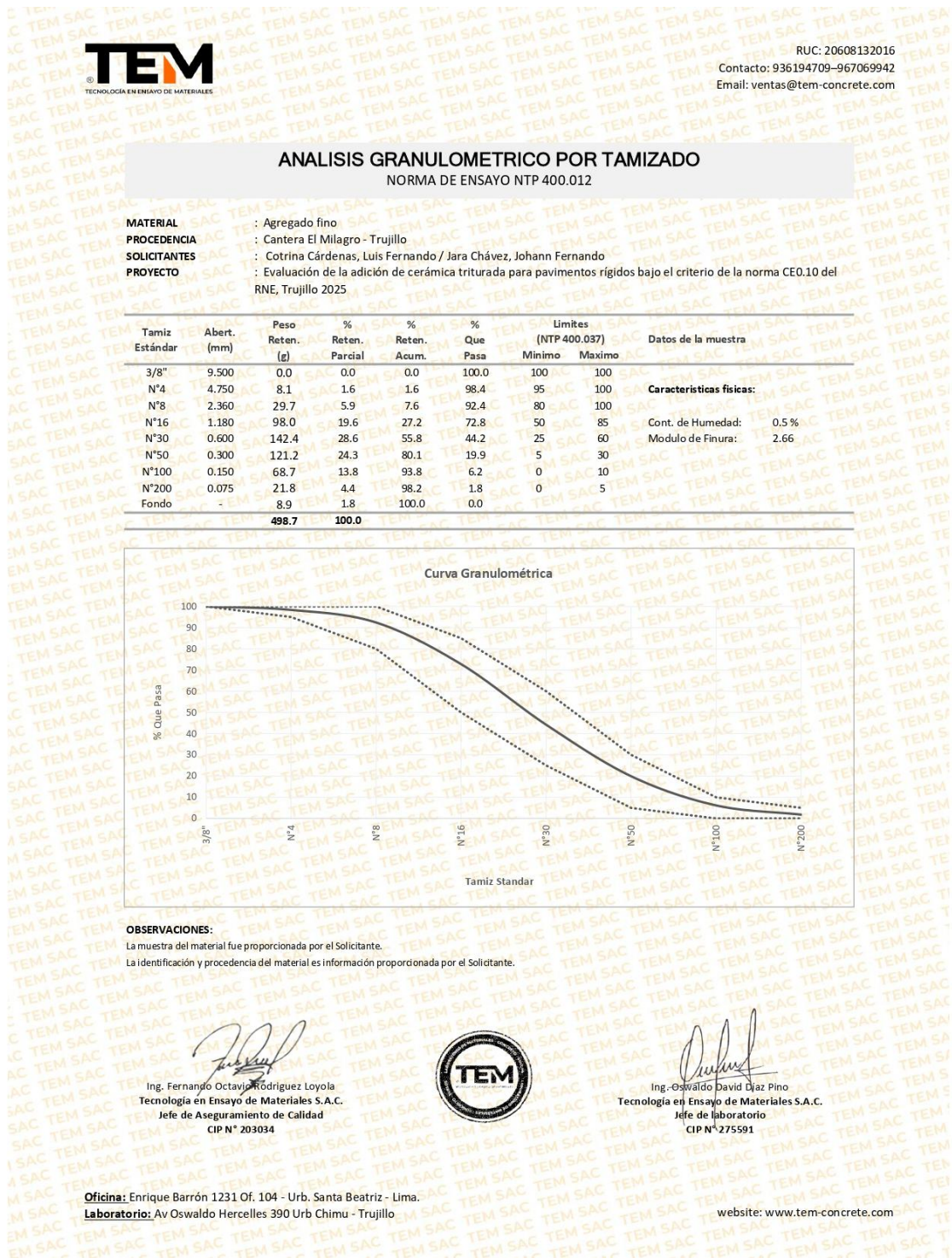


Figura 15: Contenido de Humedad (Norma de Ensayo NTP 339.185).

TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

TEM

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : Agregado grueso
PROCEDENCIA : Cantera El Milagro - Trujillo
SOLICITANTES : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando / Jara Chávez, Johann Fernando
PROYECTO : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente	g	281.3	279.2	283.6	
Peso recipiente + muestra húmeda	g	2,894.7	2,980.1	2,947.4	
Peso recipiente + muestra seca	g	2,883.7	2,972.1	2,939.2	
Peso de muestra húmeda	g	2,613.3	2,700.9	2,663.8	
Peso de muestra seca	g	2,602.4	2,692.9	2,655.6	
Peso de agua	g	10.9	8.0	8.2	
Contenido de humedad	%	0.4	0.3	0.3	0.3

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



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034





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 16: Peso Unitario Suelto y Compactado (Norma de Ensayo NTP 400.017).

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-967069942
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017


1. INFORMACION GENERAL


MATERIAL : Agregado grueso
PROCEDENCIA : Cantera El Milagro - Trujillo
SOLICITANTES : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando / Jara Chávez, Johann Fernando
PROYECTO : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025

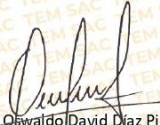
2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	19.28	19.26	19.22	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	20.74	20.74	20.72	
Peso de recipiente	kg	6.32	6.32	6.32	
Peso de muestra en estado suelto	kg	12.960	12.940	12.900	
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.420	14.420	14.400	
Volumen del recipiente	m ³	0.0095	0.0095	0.0095	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,363	1,361	1,356	1,360
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,516	1,516	1,514	1,515

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



 Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034




 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

Figura 17: Peso Específico y Adsorción (Norma de Ensayo NTP 400.022).



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021


1. INFORMACION GENERAL


MATERIAL : Agregado grueso
PROCEDENCIA : Cantera El Milagro - Trujillo
SOLICITANTES : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando / Jara Chávez, Johann Fernando
PROYECTO : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025


2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	g	3,140	3,186	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	g	3,172	3,215	
Peso de la muestra saturada en agua	g	1,923	1,953	
Peso específico base seca	g/cm ³	2.51	2.52	2.52
Peso específico base SSS	g/cm ³	2.54	2.55	2.55
Absorción	%	1.0	0.9	1.0

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


 Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034




 Ing. Oswaldo David Waz 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 18: Análisis Granulométrico por Tamizado (Norma de Ensayo NTP 400.012).

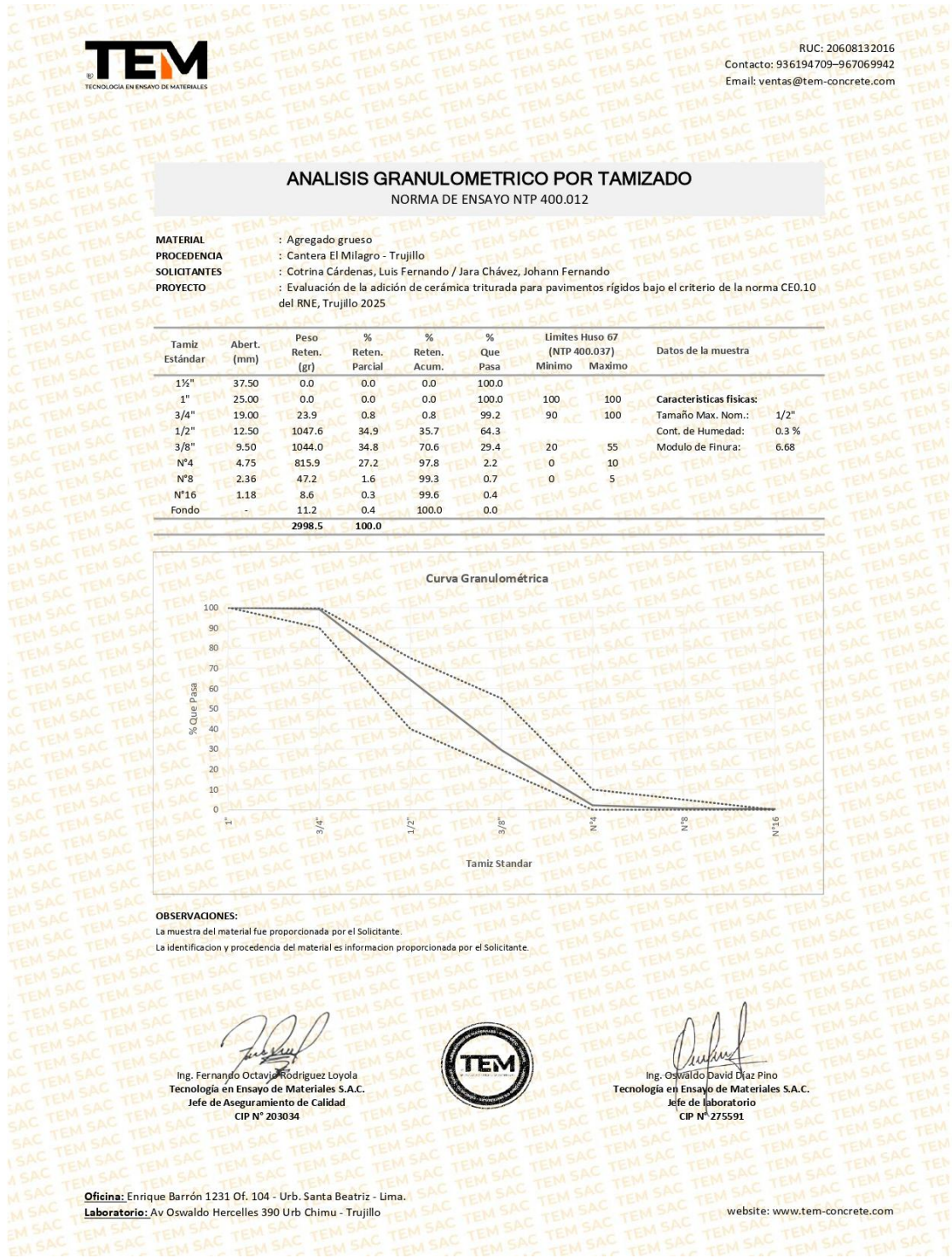


Figura 19: Temperatura (Norma de Ensayo NTP 339.033), Asentamiento o Slump (Norma de Ensayo NTP 339.035) y Peso Unitario del Concreto (Norma de Ensayo NTP 400.022).

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com



REGISTRO DE ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

1. INFORMACION GENERAL

SOLICITANTES : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando / Jara Chávez, Johann Fernando
PROYECTO : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025

2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Descripción	Fecha	Temperatura (°C)	Asentamiento (in)	P.U.C. (kg/m ³)
Concreto patrón	9/05/2025	23.5	3.50	2,329
Concreto con 8% de cerámica triturada	9/05/2025	24.0	3.00	2,316
Concreto con 16% de cerámica triturada	9/05/2025	24.0	2.75	2,307
Concreto con 24% de cerámica triturada	9/05/2025	24.5	2.50	2,300




Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034



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 20: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034), Concreto Patrón a 7 días de curado.



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0458-25

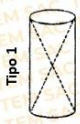
Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de identificación del Cliente y Muestra

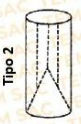
Cliente:	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	Fecha de Emisión:	18-06-25
Responsable:		Fecha de Moldeado:	09-05-25
Proyecto:	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo:	16-05-25
Elemento:	Concreto patrón	f _c (kg/cm ²):	280

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

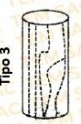
Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión		Resistencia (%)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m ³)
						(MPa)	(kg/cm ²)			
023-TEM-25-P001	7	10.2	82.4	203.1	20,708.1	24.7	251	90	5	-
023-TEM-25-P002	7	10.3	82.9	214.0	21,825.7	25.8	263	94	2	-
023-TEM-25-P003	7	10.3	82.6	208.5	21,259.7	25.2	257	92	5	-
Promedio						25.2	257			



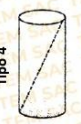
Tipo 1




Tipo 2




Tipo 3



Tipo 4




Tipo 5




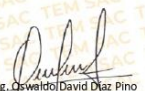
Tipo 6

Observaciones: No se encontraron observaciones.



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034






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

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente.
- 2) El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recajo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- 3) El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- 4) 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 LMT-TRU-2025-145, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- 5) Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- 6) Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- 7) El curado inicial, final y edad de ensayo se han adaptado a los días laborables, horario de trabajo y requisitos establecidos por el laboratorio en el acuerdo contractual, con conocimiento y aceptación del cliente. La edad de ensayo nominal (días) es la indicada por el cliente en su orden de servicio.
- 8) 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.

Fin del informe

Contactor:



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Calibraciones:




Figura 21: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034), Concreto Patrón a 14 días de curado

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

TEM
 TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0459-25

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		Fecha de Emisión:	
Cliente:	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	18-06-25	
Responsable:	-	Fecha de Moldeado:	09-05-25
Proyecto:	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo:	23-05-25
Elemento:	Concreto patrón	f _c (kg/cm ²):	280

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión		Resistencia (%)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m ³)
						(MPa)	(kg/cm ²)			
023-TEM-25-P004	14	10.3	82.9	250.3	25,525.1	30.2	308	110	2	-
023-TEM-25-P005	14	10.3	82.8	258.1	26,322.5	31.2	318	113	2	-
023-TEM-25-P006	14	10.2	81.7	250.7	25,558.8	30.7	313	112	2	-
Promedio						30.7	313			

Tipo 1

Tipo 2

Tipo 3

Tipo 4

Tipo 5

Tipo 6

Observaciones: No se encontraron observaciones.

Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034

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

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente.
- 2) 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.
- 3) El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- 4) 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 LMT-TRU-2025-145, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- 5) Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- 6) Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- 7) El curado inicial, final y edad de ensayo se han adaptado a los días laborables, horario de trabajo y requisitos establecidos por el laboratorio en el acuerdo contractual, con conocimiento y aceptación del cliente. La edad de ensayo nominal (días) es la indicada por el cliente en su orden de servicio.
- 8) 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.

Fin del informe


Contacto:

TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Calibraciones:

Figura 22: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto Patrón a 28 días de curado.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0460-25


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

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

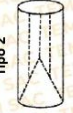
Cliente :	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	Fecha de Emisión:	18-06-25
Responsable :	-	Fecha de Moldeado:	09-05-25
Proyecto :	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo:	06-06-25
Elemento :	Concreto patrón	f _c (kg/cm ²) :	280

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION


Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión		Resistencia (%)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m ³)
						(MPa)	(kg/cm ²)			
023-TEM-25-P007	28	10.3	82.6	304.6	31,062.1	36.9	376	134	2	-
023-TEM-25-P008	28	10.3	82.5	292.4	29,814.0	35.4	361	129	2	-
023-TEM-25-P009	28	10.3	82.9	297.3	30,310.6	35.8	366	131	5	-
Promedio						36.1	368			




Tipo 1




Tipo 2




Tipo 3



Tipo 4




Tipo 5




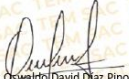
Tipo 6

Observaciones: No se encontraron observaciones.



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034






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

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente.
- 2) 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.
- 3) El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- 4) 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 LMT-TRU-2025-145, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- 5) Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- 6) Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- 7) El curado inicial, final y edad de ensayo se han adaptado a los días laborables, horario de trabajo y requisitos establecidos por el laboratorio en el acuerdo contractual, con conocimiento y aceptación del cliente. La edad de ensayo nominal (días) es la indicada por el cliente en su orden de servicio.
- 8) 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.

Fin del informe

Contáctanos:



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Calibraciones:





Figura 23: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 8% de cerámica triturada a 7 días de curado.



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0461-25


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

Datos de Identificación del Cliente y Muestra


Cliente :	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	Fecha de Emisión:	18-06-25
Responsable :	-	Fecha de Moldeado:	09-05-25
Proyecto :	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo:	16-05-25
Elemento :	Concreto con 8% de cerámica triturada	f _c (kg/cm ²) :	280

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN


Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión		Resistencia (%)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m ³)
						(MPa)	(kg/cm ²)			
023-TEM-25-P010	7	10.3	82.6	206.9	21,101.7	25.1	255	91	2	-
023-TEM-25-P011	7	10.3	82.9	216.0	22,024.5	26.0	266	95	2	-
023-TEM-25-P012	7	10.3	82.6	212.8	21,694.1	25.8	263	94	5	-
Promedio						25.6	261			




Tipo 1




Tipo 2




Tipo 3



Tipo 4




Tipo 5





Tipo 6

Observaciones: No se encontraron observaciones.



Ing. Fernando Octay Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034






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

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente.
- 2) El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el reajo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- 3) El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- 4) 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 LMT-TRU-2025-145, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- 5) Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- 6) Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- 7) El curado inicial, final y edad de ensayo se han adaptado a los días laborables, horario de trabajo y requisitos establecidos por el laboratorio en el acuerdo contractual, con conocimiento y aceptación del cliente. La edad de ensayo nominal (días) es la indicada por el cliente en su orden de servicio.
- 8) 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.

Fin del informe

Contacto:



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Calibraciones:




Figura 24: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 8% de cerámica triturada a 14 días de curado.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

TEM
 TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

Página 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO
 CERT-TEM-0462-25**

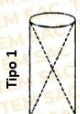
Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

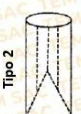
Cliente: Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	Fecha de Emisión: 18-06-25
Responsable: -	Fecha de Moldeado: 09-05-25
Proyecto: Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo: 23-05-25
Elemento: Concreto con 8% de cerámica triturada	f_c (kg/cm²): 280

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

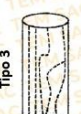
Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión		Resistencia (%)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m ³)
						(MPa)	(kg/cm ²)			
023-TEM-25-P013	14	10.3	82.6	262.4	26,752.8	31.8	324	116	5	-
023-TEM-25-P014	14	10.3	82.8	267.4	27,261.7	32.3	329	118	2	-
023-TEM-25-P015	14	10.2	81.2	260.2	26,534.6	32.0	327	117	2	-
Promedio						32.0	327			



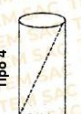
Tipo 1




Tipo 2




Tipo 3



Tipo 4




Tipo 5





Tipo 6

Observaciones: No se encontraron observaciones.



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034






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

NOTAS:


- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente.
- 2) El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recajo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- 3) El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- 4) 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 LMT-TRU-2025-145, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- 5) Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1233/C1233M
- 6) Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- 7) El curado inicial, final y edad de ensayo se han adaptado a los días laborables, horario de trabajo y requisitos establecidos por el laboratorio en el acuerdo contractual, con conocimiento y aceptación del cliente. La edad de ensayo nominal (días) es la indicada por el cliente en su orden de servicio.
- 8) 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.

Fin del informe

Calibraciones:




CONTACTO:



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Osvaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Figura 25: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 8% de cerámica triturada a 28 días de curado.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0463-25


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

Datos de Identificación del Cliente y Muestra


Cliente:	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	Fecha de Emisión:	18-06-25
Responsable:		Fecha de Moldeado:	09-05-25
Proyecto:	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo:	06-06-25
Elemento:	Concreto con 8% de cerámica triturada	f _c (kg/cm ²):	280

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION


Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión		Resistencia (%)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m ³)
						(MPa)	(kg/cm ²)			
023-TEM-25-P016	28	10.3	82.6	293.5	29,923.1	35.5	362	129	2	-
023-TEM-25-P017	28	10.3	82.7	304.9	31,092.7	36.9	376	134	5	-
023-TEM-25-P018	28	10.3	82.9	303.7	30,972.4	36.6	374	133	5	-
Promedio						36.3	371			




Tipo 1




Tipo 2




Tipo 3



Tipo 4




Tipo 5




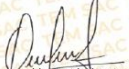
Tipo 6

Observaciones: No se encontraron observaciones.



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034






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

NOTAS:

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente.
- 2) 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.
- 3) El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- 4) 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 LMT-TRU-2025-145, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- 5) Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- 6) Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- 7) El curado inicial, final y edad de ensayo se han adaptado a los días laborales, horario de trabajo y requisitos establecidos por el laboratorio en el acuerdo contractual, con conocimiento y aceptación del cliente. La edad de ensayo nominal (días) es la indicada por el cliente en su orden de servicio.
- 8) 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.

Fin del informe

Contactor:



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Osvaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Calibraciones:




Figura 26: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 16% de cerámica triturada a 7 días de curado.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0464-25

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		Fecha de Emisión:	
Cliente:	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	Fecha de Emisión:	18-06-25
Responsable:	-	Fecha de Moldeado:	09-05-25
Proyecto:	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo:	16-05-25
Elemento:	Concreto con 16% de cerámica triturada	fc (kg/cm ²):	280

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión		Resistencia (%)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m ³)
						(MPa)	(kg/cm ²)			
023-TEM-25-P019	7	10.3	82.9	216.1	22,031.6	26.1	266	95	5	-
023-TEM-25-P020	7	10.3	83.0	226.1	23,051.3	27.2	278	99	5	-
023-TEM-25-P021	7	10.3	82.7	214.6	21,879.7	26.0	265	95	5	-
Promedio						26.4	269			

Observaciones: No se encontraron observaciones.

Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034

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

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente.
- 2) 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.
- 3) El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- 4) 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 LMT-TRU-2025-145, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- 5) Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- 6) Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- 7) El curado inicial, final y edad de ensayo se han adaptado a los días laborables, horario de trabajo y requisitos establecidos por el laboratorio en el acuerdo contractual, con conocimiento y aceptación del cliente. La edad de ensayo nominal (días) es la indicada por el cliente en su orden de servicio.
- 8) 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.

Fin del informe

Contacto:

TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Calibraciones:

Figura 27: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 16% de cerámica triturada a 14 días de curado.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

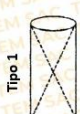
Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0465-25
 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		Fecha de Emisión:	
Cliente:	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando.	Fecha de Emisión:	18-06-25
Responsable:	-	Fecha de Moldeado:	09-05-25
Proyecto:	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo:	23-05-25
Elemento:	Concreto con 16% de cerámica triturada	f _c (kg/cm ²):	280

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

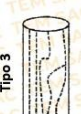
Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión		Resistencia (%)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m ³)
						(MPa)	(kg/cm ²)			
023-TEM-25-P022	14	10.3	82.6	275.4	28,078.5	33.3	340	121	5	-
023-TEM-25-P023	14	10.3	82.6	276.3	28,172.3	33.4	341	122	2	-
023-TEM-25-P024	14	10.2	82.3	274.7	28,013.2	33.4	340	122	2	-
Promedio						33.4	341			




Tipo 1




Tipo 2




Tipo 3



Tipo 4




Tipo 5





Tipo 6

Observaciones: No se encontraron observaciones.



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Aseguramiento de Calidad
CIP N° 203034






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

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente.
- 2) El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el receo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- 3) El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- 4) 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 LMT-TRU-2025-145, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- 5) Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- 6) Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- 7) El curado inicial, final y edad de ensayo se han adaptado a los días laborables, horario de trabajo y requisitos establecidos por el laboratorio en el acuerdo contractual, con conocimiento y aceptación del cliente. La edad de ensayo nominal (días) es la indicada por el cliente en su orden de servicio.
- 8) 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.

Fin del informe

Contacto:



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Osvaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Calibraciones:




Figura 28: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 16% de cerámica triturada a 28 días de curado.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

TEM
 TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0466-25

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

Datos de Identificación del Cliente y Muestra									
Cliente:	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando					Fecha de Emisión:	18-06-25		
Responsable:	-					Fecha de Moldeado:	09-05-25		
Proyecto:	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025					Fecha de Ensayo:	06-06-25		
Elemento:	Concreto con 16% de cerámica triturada					f_c (kg/cm ²):	280		

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión		Resistencia (%)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m ³)
						(MPa)	(kg/cm ²)			
023-TEM-25-P025	28	10.3	82.7	311.6	31,774.9	37.7	384	137	2	-
023-TEM-25-P026	28	10.3	82.8	308.6	31,462.8	37.3	380	136	5	-
023-TEM-25-P027	28	10.3	83.0	308.3	31,439.4	37.1	379	135	2	-
Promedio						37.4	381			

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Tipo 1

Tipo 2

Tipo 3

Tipo 4

Tipo 5

Tipo 6

Observaciones: No se encontraron observaciones.

Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034

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

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente.
- 2) 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.
- 3) El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- 4) 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 LMT-TRU-2025-145, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- 5) Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- 6) Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- 7) El curado inicial, final y edad de ensayo se han adaptado a los días laborales, horario de trabajo y requisitos establecidos por el laboratorio en el acuerdo contractual, con conocimiento y aceptación del cliente. La edad de ensayo nominal (días) es la indicada por el cliente en su orden de servicio.
- 8) 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.

Fin del informe

Contacto:

TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Osvaldo Herceles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Calibraciones:

Figura 29: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 24% de cerámica triturada a 7 días de curado.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

TEM
 TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0467-25

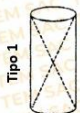
Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

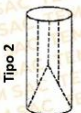
Cliente:	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	Fecha de Emisión:	18-06-25
Responsable:	-	Fecha de Moldeado:	09-05-25
Proyecto:	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo:	16-05-25
Elemento:	Concreto con 24% de cerámica triturada	f_c (kg/cm²):	280

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

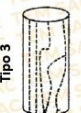
Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión		Resistencia (%)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m ³)
						(MPa)	(kg/cm ²)			
023-TEM-25-P028	7	10.3	82.8	230.8	23,538.8	27.9	284	102	5	-
023-TEM-25-P029	7	10.3	82.8	223.8	22,818.8	27.0	276	98	5	-
023-TEM-25-P030	7	10.3	82.7	209.5	21,366.8	25.3	258	92	5	-
Promedio						26.8	273			




Tipo 1




Tipo 2




Tipo 3



Tipo 4




Tipo 5




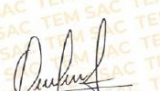
Tipo 6

Observaciones: No se encontraron observaciones.



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034






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

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente.
- 2) El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recajo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- 3) El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- 4) 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 LMT-TRU-2025-145, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- 5) Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- 6) Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- 7) El curado inicial, final y edad de ensayo se han adaptado a los días laborables, horario de trabajo y requisitos establecidos por el laboratorio en el acuerdo contractual, con conocimiento y aceptación del cliente. La edad de ensayo nominal (días) es la indicada por el cliente en su orden de servicio.
- 8) 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.

Fin del informe

Contactor:



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Oswaldo Herceles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Calibraciones:





Figura 30: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 24% de cerámica triturada a 14 días de curado.



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0468-25







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

Datos de Identificación del Cliente y Muestra


Cliente :	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	Fecha de Emisión:	18-06-25
Responsable :	-	Fecha de Moldeado:	09-05-25
Proyecto :	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo:	23-05-25
Elemento :	Concreto con 24% de cerámica triturada	f_c (kg/cm²) :	280

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN


Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión		Resistencia (%)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m ³)
						(MPa)	(kg/cm ²)			
023-TEM-25-P031	14	10.3	82.8	279.4	28,486.3	33.8	344	123	5	-
023-TEM-25-P032	14	10.3	82.8	294.9	30,071.0	35.6	363	130	5	-
023-TEM-25-P033	14	10.2	81.7	283.3	28,884.0	34.7	353	126	2	-
Promedio						34.7	354			









Observaciones: No se encontraron observaciones.



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034






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

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente.
- 2) 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.
- 3) El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- 4) 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 LMT-TRU-2025-145, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- 5) Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- 6) Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- 7) El curado inicial, final y edad de ensayo se han adaptado a los días laborables, horario de trabajo y requisitos establecidos por el laboratorio en el acuerdo contractual, con conocimiento y aceptación del cliente. La edad de ensayo nominal (días) es la indicada por el cliente en su orden de servicio.
- 8) 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.

Fin del informe

Contacto:



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Calibraciones:





Figura 31: (RC) (Norma de Ensayo NTP 339.034) - Concreto con 24% de cerámica triturada a 28 días de curado.



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0469-25

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

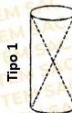
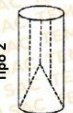




Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando
Responsable:	-
Proyecto:	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025
Elemento:	Concreto con 24% de cerámica triturada


Fecha de Emisión:	18-06-25
Fecha de Moldeado:	09-05-25
Fecha de Ensayo:	06-06-25
f_c (kg/cm²):	280

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN


Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión		Resistencia (%)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m ³)
						(MPa)	(kg/cm ²)			
023-TEM-25-P034	28	10.3	82.8	325.5	33,187.2	39.3	401	143	2	-
023-TEM-25-P035	28	10.3	82.5	299.9	30,575.7	36.3	371	132	5	-
023-TEM-25-P036	28	10.3	82.5	321.5	32,782.3	39.0	397	142	2	-
Promedio						38.2	390			









Observaciones: No se encontraron observaciones.



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Aseguramiento de Calidad
CIP N° 203034






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

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente.
- 2) 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.
- 3) El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- 4) 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 LMT-TRU-2025-145, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- 5) Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- 6) Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- 7) El curado inicial, final y edad de ensayo se han adaptado a los días laborables, horario de trabajo y requisitos establecidos por el laboratorio en el acuerdo contractual, con conocimiento y aceptación del cliente. La edad de ensayo nominal (días) es la indicada por el cliente en su orden de servicio.
- 8) 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.

Fin del informe

Contacto:



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Oswaldo Herceles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Calibraciones:




Figura 32: (RT) (Norma de Ensayo NTP 339.078) - Concreto Patrón a 28 días de curado.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0486-25

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

Cliente :	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	Fecha de Emisión:	23-06-25
Responsable :	-	Fecha de Moldeo:	12-05-25
Proyecto :	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo:	09-06-25
Muestra :	Concreto patrón	f'c (kg/cm²) :	280

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 (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
023-TEM-25-V001	28	15.08	15.40	49.35	37.9	5.2	53.3	Tercio central
023-TEM-25-V002	28	15.25	15.20	49.30	41.8	5.8	59.6	Tercio central
023-TEM-25-V003	28	15.20	15.20	49.20	38.0	5.3	54.3	Tercio central
Promedio						5.5	55.7	

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- 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 LMT-TRU-2025-145.
- 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.

Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034

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

Fin del informe

contacto:

TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

calibraciones:

Figura 33: (RT) (Norma de Ensayo NTP 339.078) - Concreto con 8% de cerámica triturada a 28 días de curado.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0487-25

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

Cliente : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	Fecha de Emisión: 23-06-25
Responsable : -	Fecha de Moldeo: 12-05-25
Proyecto : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo: 09-06-25
Muestra : Concreto con 8% de cerámica triturada	f'c (kg/cm²) : 280

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 (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
023-TEM-25-V004	28	15.20	15.10	49.40	42.9	6.1	62.3	Tercio central
023-TEM-25-V005	28	15.35	15.20	49.00	40.8	5.6	57.5	Tercio central
023-TEM-25-V006	28	15.30	15.20	49.20	40.3	5.6	57.2	Tercio central
Promedio						5.8	59.0	

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- 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 LMT-TRU-2025-145.
- 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.

Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034

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

Fin del informe

contacto:

TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

calibraciones:

Figura 34: (RT) (Norma de Ensayo NTP 339.078) - Concreto con 16% de cerámica triturada a 28 días de curado.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0488-25

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

Cliente :	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	Fecha de Emisión:	23-06-25
Responsable :	-	Fecha de Moldeo:	13-05-25
Proyecto :	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo:	10-06-25
Muestra :	Concreto con 16% de cerámica triturada	f'c (kg/cm²) :	280

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 (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
023-TEM-25-V007	28	15.25	15.30	49.10	47.8	6.6	67.1	Tercio central
023-TEM-25-V008	28	15.30	15.40	49.40	47.6	6.5	66.1	Tercio central
023-TEM-25-V009	28	15.00	15.40	49.50	42.5	5.9	60.3	Tercio central
Promedio						6.3	64.5	

NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. 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 LMT-TRU-2025-145.
3. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
4. 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.

Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034

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

Fin del informe

Contacto:

TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

Calibraciones:

Figura 35: (RT) (Norma de Ensayo NTP 339.078) - Concreto con 24% de cerámica triturada a 28 días de curado.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

Página 01 de 01

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0489-25

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

Cliente :	Cotrina Cárdenas, Luis Fernando Jara Chávez, Johann Fernando	Fecha de Emisión:	23-06-25
Responsable :	-	Fecha de Moldeo:	13-05-25
Proyecto :	Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025	Fecha de Ensayo:	10-06-25
Muestra :	Concreto con 24% de cerámica triturada	f_c (kg/cm²) :	280

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 (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
023-TEM-25-V010	28	15.30	15.30	49.30	42.8	5.9	60.0	Tercio central
023-TEM-25-V011	28	15.50	15.40	49.40	44.9	6.0	61.5	Tercio central
023-TEM-25-V012	28	15.40	15.40	49.40	48.2	6.5	66.4	Tercio central
Promedio						6.1	62.7	

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- 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 LMT-TRU-2025-145.
- 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.

Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034

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

Fin del informe

contacto:

TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
 Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
 Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.
 website: www.tem-concrete.com

calibraciones:

Figura 36: Velocidad de Absorción de agua en Concreto Portland (Norma de Ensayo NTP 339.232) - Concreto Patrón.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0626-25

Página 01 de 02

Velocidad de absorción de agua en concretos de cemento Portland
(ASTM C-1585 / NTP 339.232)

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTE : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando / Jara Chávez, Johann Fernando
PROYECTO : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025
MUESTRA : Concreto patrón

2. DATOS DE LA MUESTRA

# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CP - 01	102.5	102.8	52.0	8275.8	960.8	12:00 p. m.
Espécimen 2	CP - 02	102.5	102.8	51.6	8275.8	978.4	12:00 p. m.

3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s ^{1/2}	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	
0 min	0	0	960.8	978.4	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	962.5	980.7	1.75	2.35	0.211	0.284	0.248
5 min	300	17	962.7	981.0	1.96	2.69	0.237	0.325	0.281
10 min	600	24	962.9	981.1	2.10	2.72	0.254	0.329	0.291
20 min	1200	35	963.1	981.4	2.30	3.09	0.278	0.373	0.326
30 min	1800	42	963.2	981.5	2.43	3.16	0.294	0.382	0.338
1 hr	3600	60	963.5	981.9	2.70	3.55	0.326	0.429	0.378
2 hr	7200	85	963.7	982.4	2.93	4.05	0.354	0.489	0.422
3 hr	10800	104	963.9	982.8	3.14	4.45	0.379	0.538	0.459
4 hr	14400	120	964.2	983.0	3.44	4.65	0.416	0.562	0.489
5 hr	18000	134	964.4	983.1	3.61	4.77	0.436	0.576	0.506
6 hr	21600	147	964.4	983.5	3.68	5.15	0.445	0.622	0.533
1 día	86400	294	965.4	983.9	4.61	5.54	0.557	0.669	0.613
2 día	172800	416	965.5	984.2	4.76	5.87	0.575	0.709	0.642
3 día	259200	509	965.7	984.5	4.92	6.15	0.595	0.743	0.669
4 día	345600	588	965.8	984.7	5.04	6.35	0.609	0.767	0.688
5 día	432000	657	965.9	984.8	5.14	6.45	0.621	0.779	0.700
6 día	518400	720	966.0	984.9	5.24	6.55	0.633	0.791	0.712
7 día	604800	778	966.1	985.0	5.34	6.65	0.645	0.804	0.724
8 día	691200	831	966.2	985.1	5.39	6.73	0.651	0.813	0.732

Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034

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

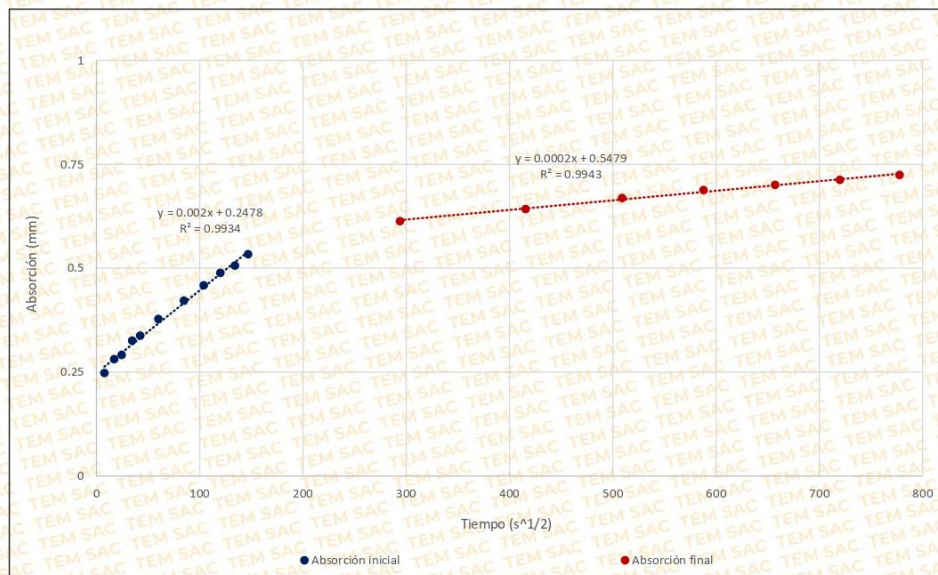
Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herceles 390 Urb Chimú - Trujillo
 website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-967069942
Email: ventas@tem-concrete.com

Página 02 de 02

4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORCIÓN INICIAL Y SECUNDARIA



[Firma]

Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Aseguramiento de Calidad
CIP N° 203034



[Firma]

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


Fin del informe

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

Laboratorio: Av. Oswaldo Herccelles 390 Urb. Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Figura 37: Velocidad de Absorción de agua en Concreto Portland (Norma de Ensayo NTP 339.232) - Concreto con 8% de cerámica triturada.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-967069942
Email: ventas@tem-concrete.com

Página 01 de 02

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0627-25

Velocidad de absorción de agua en concretos de cemento Portland
(ASTM C-1585 / NTP 339.232)

1. INFORMACIÓN GENERAL


SOLICITANTE : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando / Jara Chávez, Johann Fernando
PROYECTO : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025
MUESTRA : Concreto con 8% de cerámica triturada

2. DATOS DE LA MUESTRA


# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE01 - 01	102.5	103.0	51.0	8291.9	939.8	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE01 - 02	102.7	102.3	50.5	8251.6	946.1	12:00 p. m.

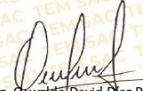
3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s ^{1/2}	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	
0 min	0	0	939.8	946.1	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	942.3	948.5	2.49	2.37	0.300	0.287	0.294
5 min	300	17	942.7	948.6	2.91	2.44	0.351	0.296	0.323
10 min	600	24	942.9	948.7	3.16	2.59	0.381	0.314	0.347
20 min	1200	35	942.9	949.1	3.18	2.98	0.384	0.361	0.372
30 min	1800	42	943.2	949.3	3.44	3.14	0.415	0.381	0.398
1 hr	3600	60	943.5	949.7	3.75	3.54	0.452	0.429	0.441
2 hr	7200	85	944.1	949.8	4.31	3.70	0.520	0.448	0.484
3 hr	10800	104	944.3	950.2	4.55	4.11	0.549	0.498	0.523
4 hr	14400	120	944.6	950.6	4.88	4.43	0.589	0.537	0.563
5 hr	18000	134	944.8	950.7	5.04	4.59	0.608	0.556	0.582
6 hr	21600	147	945.0	950.8	5.22	4.72	0.630	0.572	0.601
1 día	86400	294	945.5	951.8	5.74	5.69	0.692	0.690	0.691
2 día	172800	416	945.7	952.0	5.95	5.86	0.718	0.710	0.714
3 día	259200	509	945.9	952.1	6.12	6.02	0.738	0.730	0.734
4 día	345600	588	946.0	952.3	6.28	6.15	0.757	0.745	0.751
5 día	432000	657	946.1	952.4	6.34	6.24	0.765	0.756	0.760
6 día	518400	720	946.2	952.5	6.42	6.33	0.774	0.767	0.771
7 día	604800	778	946.2	952.5	6.48	6.42	0.781	0.778	0.780
8 día	691200	831	946.3	952.6	6.51	6.45	0.785	0.782	0.783



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Aseguramiento de Calidad
CIP N° 203034

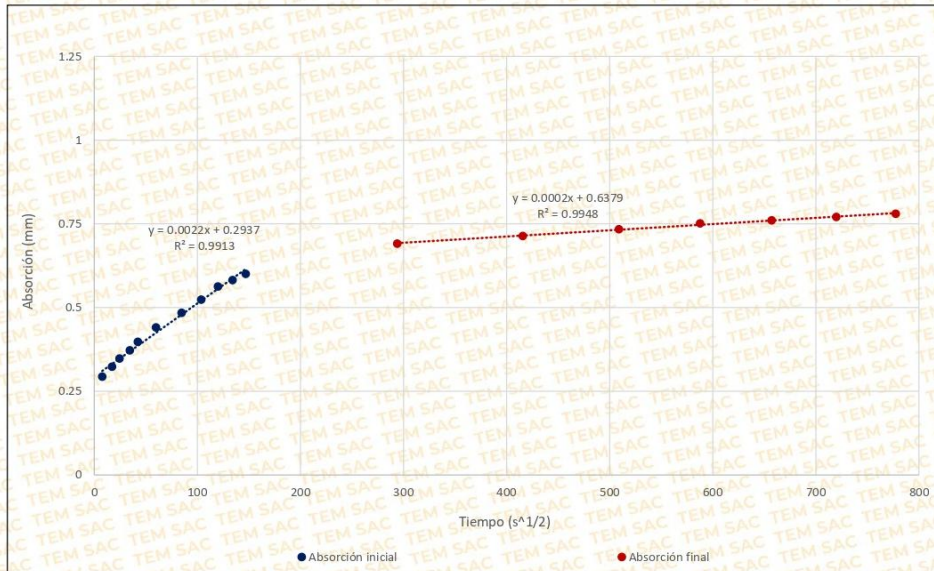




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av. Oswaldo Herccelles 390 Urb. Chimú - Trujillo
 website: www.tem-concrete.com

4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORCIÓN INICIAL Y SECUNDARIA



[Firma]
Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Aseguramiento de Calidad
CIP N° 203034



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

Fin del informe

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

website: www.tem-concrete.com

Figura 38: Velocidad de Absorción de agua en Concreto Portland (Norma de Ensayo NTP 339.232) - Concreto con 16% de cerámica triturada.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

Página 01 de 02

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0628-25

Velocidad de absorción de agua en concretos de cemento Portland
(ASTM C-1585 / NTP 339.232)

1. INFORMACIÓN GENERAL


SOLICITANTE : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando / Jara Chávez, Johann Fernando
PROYECTO : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025
MUESTRA : Concreto con 16% de cerámica triturada

2. DATOS DE LA MUESTRA


# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE02-01	102.8	103.0	52.4	8316.1	968.3	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE02-02	103.0	103.0	51.0	8332.3	940.9	12:00 p. m.


3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s ^{1/2}	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	
0 min	0	0	968.3	940.9	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	971.3	943.5	2.94	2.62	0.354	0.314	0.334
5 min	300	17	971.5	943.7	3.12	2.83	0.375	0.340	0.357
10 min	600	24	971.9	944.0	3.52	3.10	0.423	0.372	0.398
20 min	1200	35	971.9	944.3	3.59	3.45	0.432	0.414	0.423
30 min	1800	42	972.3	944.5	3.94	3.61	0.474	0.433	0.454
1 hr	3600	60	972.6	944.9	4.27	4.00	0.513	0.480	0.497
2 hr	7200	85	973.1	945.4	4.72	4.55	0.568	0.546	0.557
3 hr	10800	104	973.5	945.9	5.18	5.01	0.623	0.601	0.612
4 hr	14400	120	973.9	946.0	5.53	5.18	0.665	0.622	0.643
5 hr	18000	134	974.1	946.2	5.81	5.39	0.699	0.647	0.673
6 hr	21600	147	974.3	946.6	5.92	5.73	0.712	0.688	0.700
1 día	86400	294	975.0	947.5	6.65	6.66	0.800	0.799	0.799
2 día	172800	416	975.3	947.8	6.97	6.90	0.838	0.828	0.833
3 día	259200	509	975.6	948.0	7.23	7.10	0.869	0.852	0.861
4 día	345600	588	975.8	948.1	7.47	7.25	0.898	0.870	0.884
5 día	432000	657	975.9	948.2	7.57	7.35	0.910	0.882	0.896
6 día	518400	720	976.0	948.3	7.67	7.45	0.922	0.894	0.908
7 día	604800	778	976.1	948.4	7.77	7.55	0.934	0.906	0.920
8 día	691200	831	976.2	948.6	7.85	7.71	0.944	0.925	0.935



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034





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

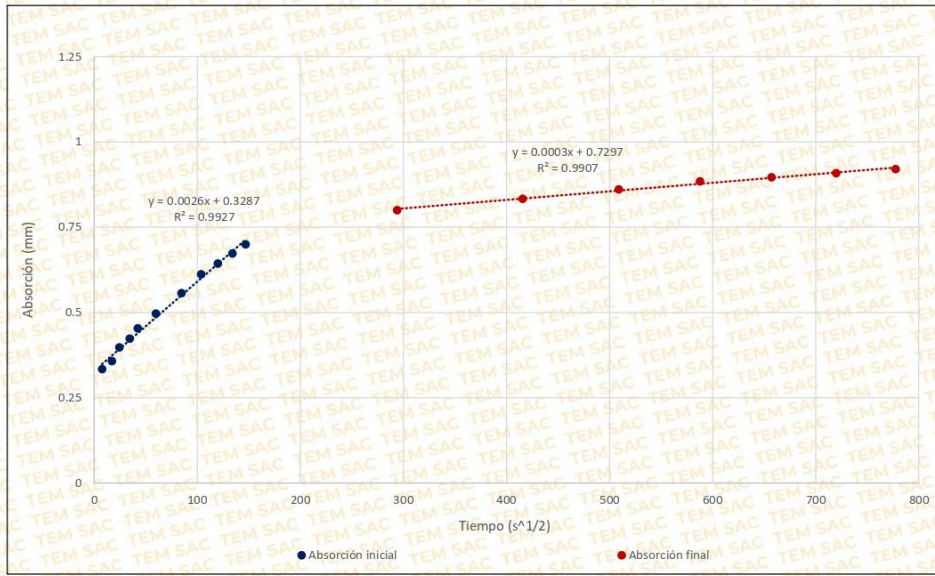
Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herccelles 390 Urb Chimú - Trujillo
 website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-967069942
Email: ventas@tem-concrete.com

Página 02 de 02

4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORCIÓN INICIAL Y SECUNDARIA



[Firma]
Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Aseguramiento de Calidad
CIP N° 203034



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

Fin del informe

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

website: www.tem-concrete.com

Figura 39: Velocidad de Absorción de agua en Concreto Portland (Norma de Ensayo NTP 339.232) - Concreto con 24% de cerámica triturada.

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-967069942
 Email: ventas@tem-concrete.com

TEM
 TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

Página 01 de 02

INFORME DE ENSAYO
CERT-TEM-0629-25

Velocidad de absorción de agua en concretos de cemento Portland
(ASTM C-1585 / NTP 339.232)

1. INFORMACIÓN GENERAL


SOLICITANTE : Cotrina Cárdenas, Luis Fernando / Jara Chávez, Johann Fernando
PROYECTO : Evaluación de la adición de cerámica triturada para pavimentos rígidos bajo el criterio de la norma CE0.10 del RNE, Trujillo 2025
MUESTRA : Concreto con 24% de cerámica triturada

2. DATOS DE LA MUESTRA


# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE03-01	102.8	103.0	51.0	8316.1	935.1	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE03-02	102.5	102.8	51.7	8275.8	939.0	12:00 p. m.


3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s ^{1/2}	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	
0 min	0	0	935.1	939.0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	939.0	942.7	3.91	3.69	0.470	0.446	0.458
5 min	300	17	939.3	943.0	4.17	3.91	0.501	0.472	0.487
10 min	600	24	939.5	943.1	4.40	4.05	0.529	0.489	0.509
20 min	1200	35	939.9	943.2	4.81	4.13	0.578	0.499	0.539
30 min	1800	42	940.1	943.4	4.96	4.32	0.596	0.522	0.559
1 hr	3600	60	940.4	943.5	5.28	4.49	0.635	0.543	0.589
2 hr	7200	85	940.6	944.1	5.49	5.04	0.660	0.609	0.635
3 hr	10800	104	940.9	944.5	5.83	5.48	0.701	0.662	0.682
4 hr	14400	120	941.2	944.7	6.11	5.66	0.735	0.684	0.709
5 hr	18000	134	941.4	944.7	6.25	5.70	0.752	0.689	0.720
6 hr	21600	147	941.6	945.0	6.49	5.96	0.780	0.720	0.750
1 día	86400	294	942.5	946.0	7.40	6.92	0.890	0.836	0.863
2 día	172800	416	942.6	946.4	7.49	7.31	0.901	0.883	0.892
3 día	259200	509	942.7	946.6	7.62	7.52	0.916	0.909	0.912
4 día	345600	588	942.9	946.7	7.79	7.66	0.937	0.926	0.931
5 día	432000	657	943.0	946.8	7.89	7.76	0.949	0.938	0.943
6 día	518400	720	943.1	946.9	7.99	7.86	0.961	0.950	0.955
7 día	604800	778	943.2	947.0	8.09	7.96	0.973	0.962	0.967
8 día	691200	831	943.4	947.2	8.31	8.16	0.999	0.986	0.993



Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de Aseguramiento de Calidad
 CIP N° 203034





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

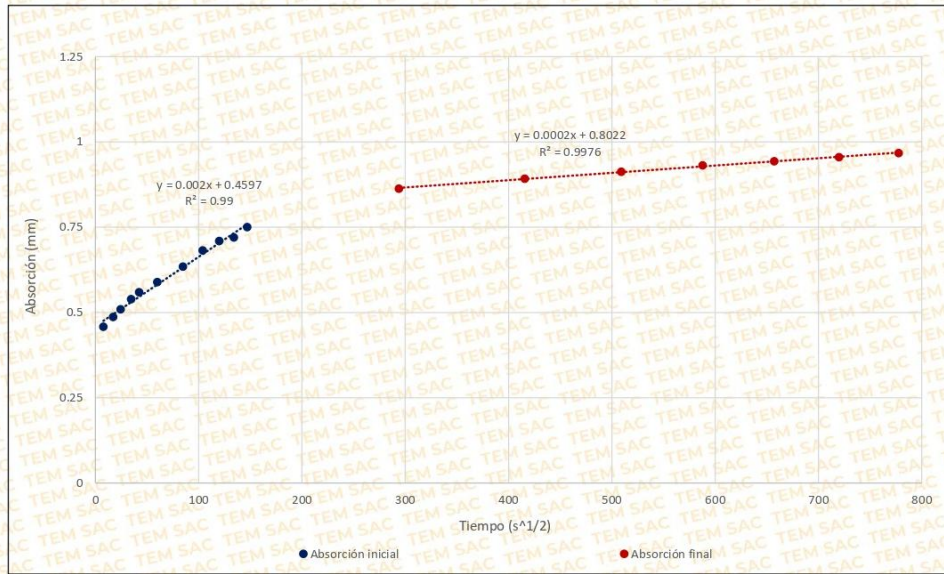
Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herccelles 390 Urb Chimú - Trujillo
website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-967069942
Email: ventas@tem-concrete.com

Página 02 de 02

4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORCIÓN INICIAL Y SECUNDARIA



[Signature]
Ing. Fernando Octavio Rodríguez Loyola
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Aseguramiento de Calidad
CIP N° 203034



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

Fin del informe

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

website: www.tem-concrete.com

Panel fotográfico

Figura 40: Recolección de cerámica.



Figura 41: Recolección de cerámica.



Figura 42: Triturado manual de cerámica.



Figura 43: Triturado manual de cerámica.



Figura 44: Pesaje de cerámica triturada.



Figura 45: Tamizaje de cerámica triturada.

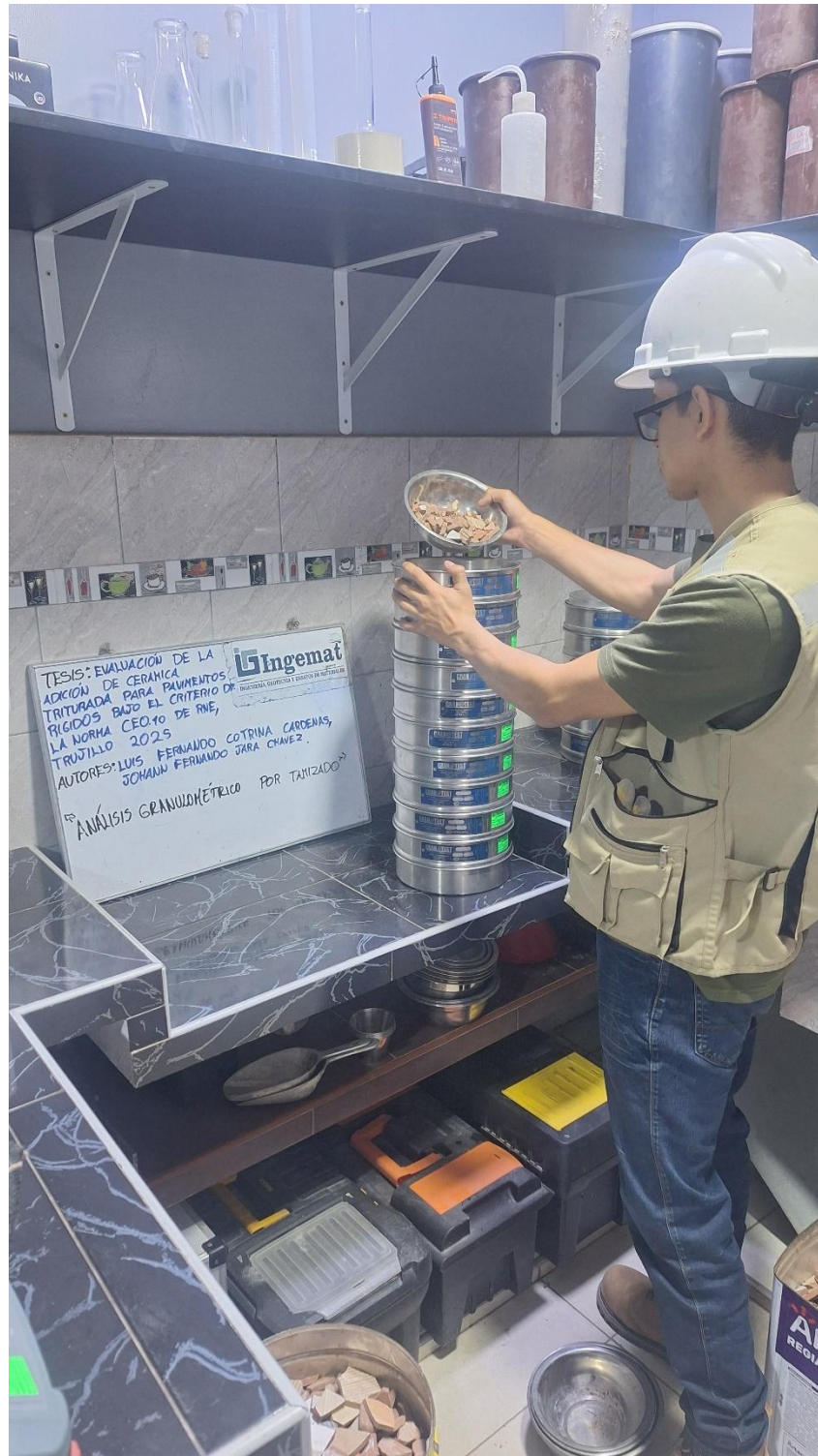


Figura 46: Tamizado de cerámica triturada pasante de malla N°4.



Figura 47: Cerámica Triturada pasante de malla N°4.



Figura 48: Probetas cilíndricas para ensayo de (RC).

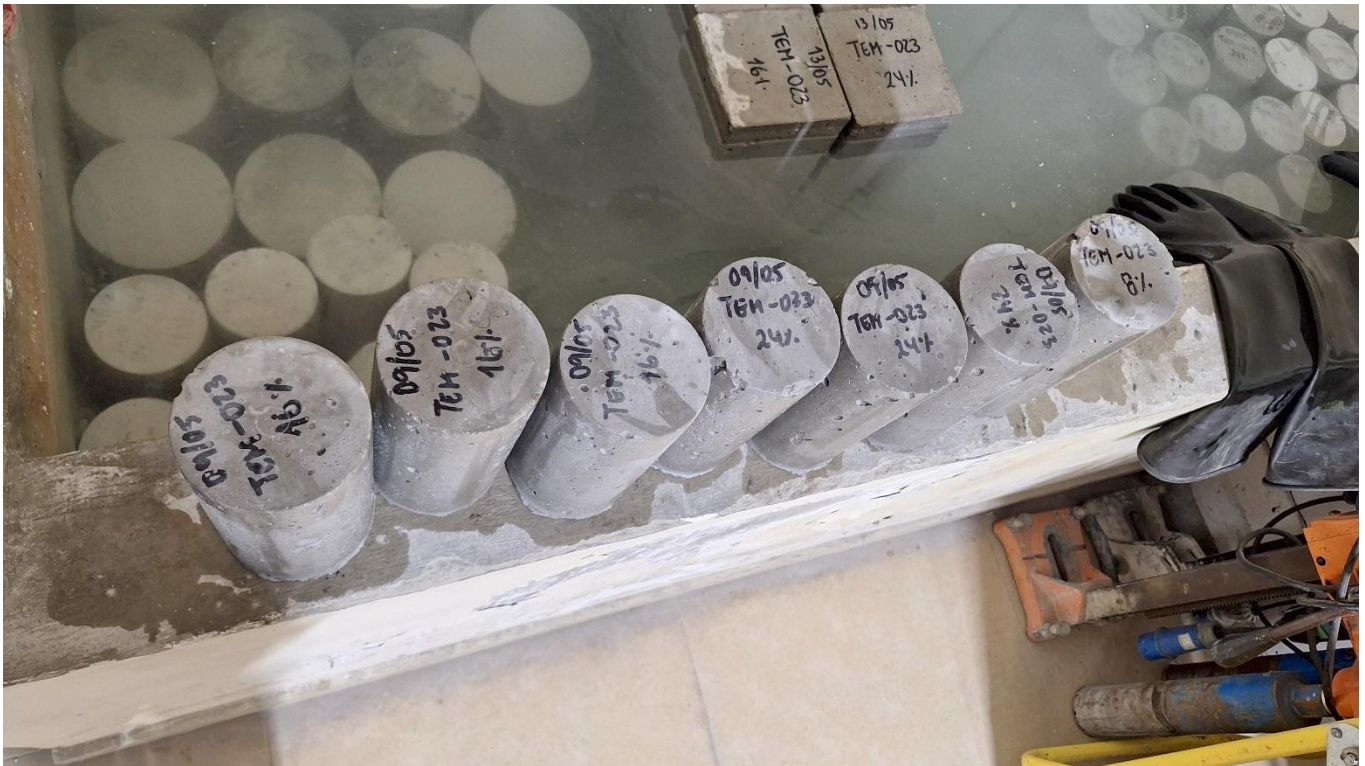


Figura 49: Toma de datos de muestras cilíndricas para ensayo (RC).



Figura 50: Toma de datos de muestras cilíndricas para ensayo (RC)..



Figura 51: Toma de datos de muestras cilíndricas para ensayo (RC).



Figura 52: Toma de datos de muestras cilíndricas para ensayo (RC).



Figura 53: Toma de datos de muestras cilíndricas para ensayo (RC).



Figura 54: Compresión de probetas cilíndricas



Figura 55: Compresión de probetas cilíndricas



Figura 56: Compresión de probetas cilíndricas



Figura 57: Compresión de probetas cilíndricas



Figura 58: Compresión de probetas cilíndricas



Figura 59: Compresión de probetas cilíndricas



Figura 60: Compresión de probetas cilíndricas.



Figura 61: Compresión de probetas cilíndricas.



Figura 62: Fractura de probeta de compresión.



Figura 63: Fractura de probeta de compresión.



Figura 64: Fractura de probeta de compresión.



Figura 65: Muestras tipo viga para ensayo (RF).

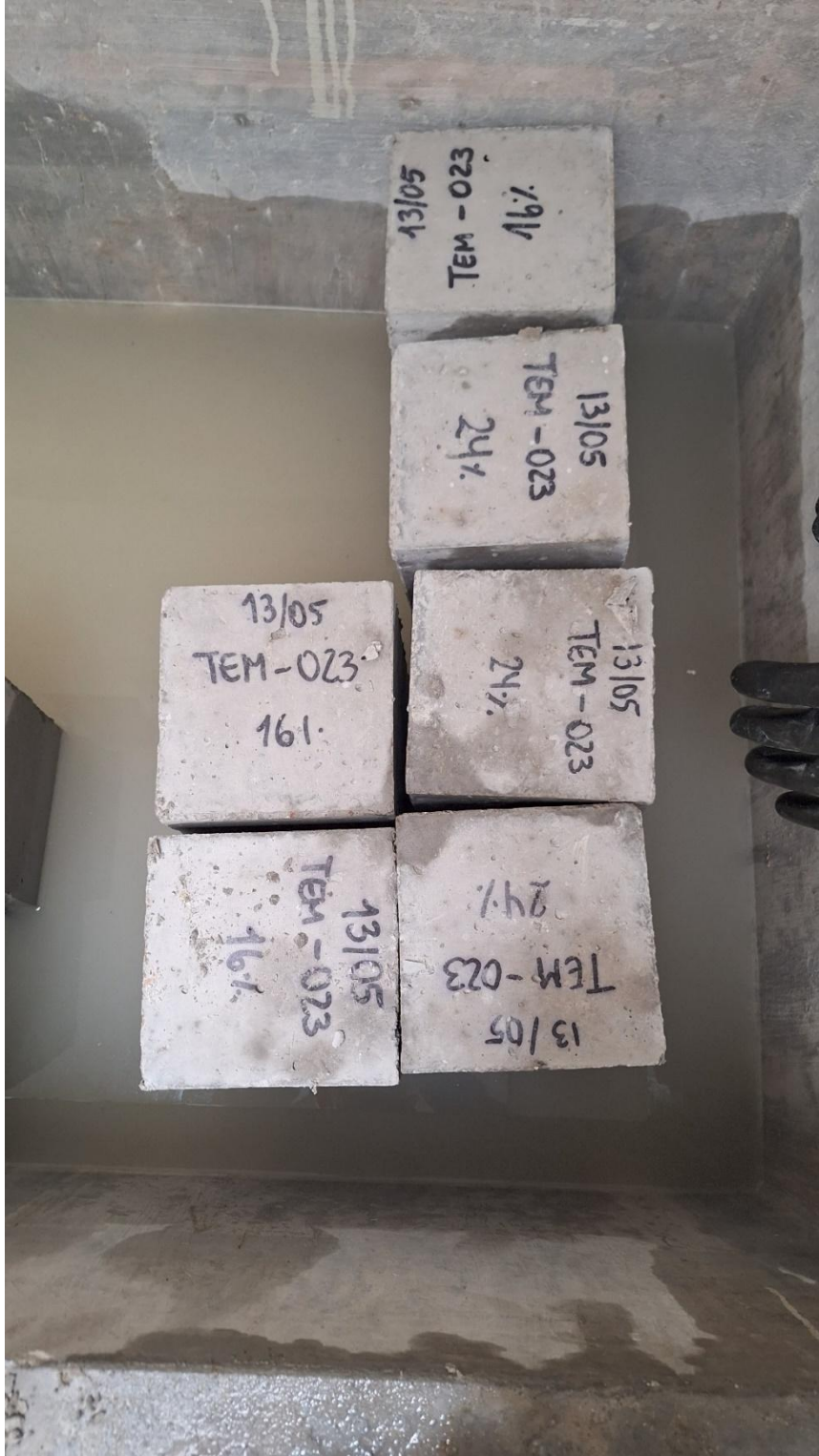


Figura 66: Toma de datos para ensayo (RF)..



Figura 67: Toma de datos para ensayo (RF).



Figura 68: Toma de datos para ensayo (RF)..



Figura 69: Ensayo de (RF).



Figura 70: Ensayo de (RF).



Figura 71: Ensayo de (RF).



Figura 72: Ensayo de (RF).



Figura 73: Ensayo de (RF).



Figura 74: Ensayo de (RF).



Figura 75: Ensayo de (RF).



Figura 76: Ensayo de (RF).



Figura 77: Ensayo de (RF).



Figura 78: Ensayo de (RF).



Figura 79: Ensayo de (RF).



Figura 80: Ensayo de (RF).



Figura 81: Ensayo de (RF).



Figura 82: Ensayo de (V. Abs).



Figura 83: Ensayo de (V. Abs).



Figura 84: Ensayo de (V. Abs).



Figura 85: Ensayo de (V. Abs).



Figura 86: Ensayo de (V. Abs).



Figura 87: Ensayo de (V. Abs).



Figura 88: Ensayo de (V. Abs).



Figura 89: Ensayo de (V. Abs).



Figura 90: Ensayo de (V. Abs).



Figura 91: Ensayo de (V. Abs).



Figura 92: Muestras de concreto patrón y con adición % de cerámica triturada.



Figura 93: Muestra patrón y muestra con 8% de cerámica triturada.



Figura 94: Ensayo de (V. Abs).



Figura 95: Ensayo de (V. Abs).



Figura 96: Ensayo de (V. Abs).



Figura 97: Ensayo de (V. Abs).

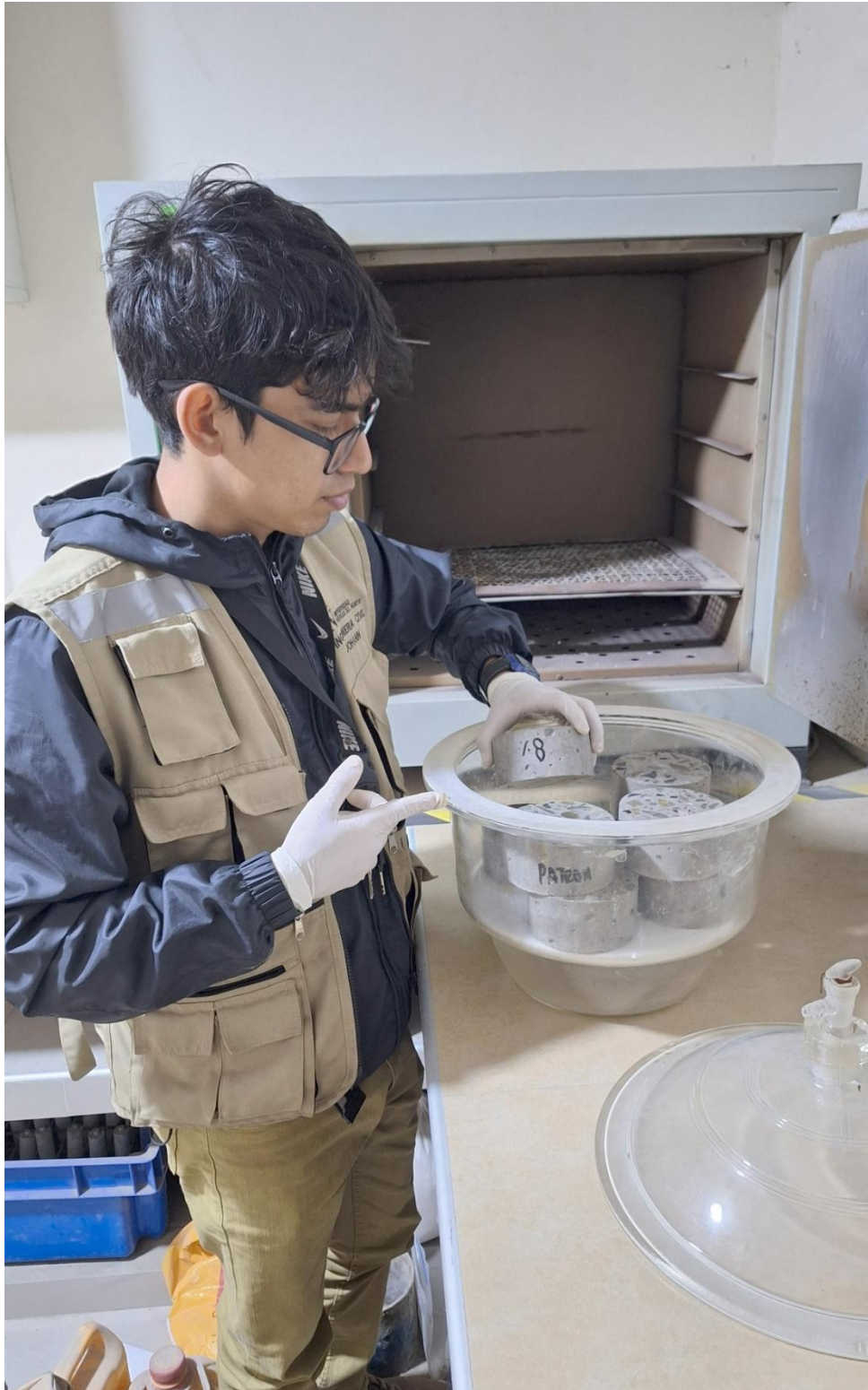


Figura 98: Ensayo de (V. Abs).

