

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

ESCUELA DE POSTGRADO

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN TRANSPORTE



**INFLUENCIA DE FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO
SUPERPLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO
DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE ALTO TRÁNSITO
EN VÍAS URBANAS, CIUDAD NUEVA-TACNA 2024**

TESIS

Presentada por:

Bach. Ángel Joaquín Cordero Machaca

ORCID: 0009-0008-9632-3213

Asesor

Dr. Edgar Vidal Hurtado Chávez

ORCID: 0000-0002-6766-7665

Para Obtener el Grado Académico de:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN TRANSPORTE

TACNA – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

ESCUELA DE POSTGRADO

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN TRANSPORTE



**INFLUENCIA DE FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO
SUPERPLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO
DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE ALTO TRÁNSITO
EN VÍAS URBANAS, CIUDAD NUEVA-TACNA 2024**

TESIS

Presentada por:

Bach. Ángel Joaquín Cordero Machaca

ORCID: 0009-0008-9632-3213

Asesor

Dr. Edgar Vidal Hurtado Chávez

ORCID: 0000-0002-6766-7665

Para Obtener el Grado Académico de:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN TRANSPORTE

TACNA – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN TRANSPORTE

Tesis

**“INFLUENCIA DE FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO
SUPERPLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO
DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE ALTO TRÁNSITO
EN VÍAS URBANAS, CIUDAD NUEVA-TACNA 2024”**

Presentada por:

Bach. CORDERO MACHACA, ANGEL JOAQUIN

**Tesis sustentada y aprobada el 20 de setiembre de 2024; ante el siguiente
jurado examinador:**

PRESIDENTE: Mtro. Rolando Gonzalo SALAZAR CALDERÓN JUÁREZ

SECRETARIO: Dr. Dennys Geovanni CALDERÓN PANIAGUA

VOCAL: Mag. Domingo VICENTE ROMERO

ASESOR: Dr. Edgar Vidal HURTADO CHÁVEZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Ángel Joaquín CORDERO MACHACA, en calidad de: egresado de la Maestría en Ingeniería Civil con mención en Transportes de la Escuela de Postgrado de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 47967573.

Soy autor de la tesis titulada:

“INFLUENCIA DE FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE ALTO TRÁNSITO EN VÍAS URBANAS, CIUDAD NUEVA-TACNA 2024.”, con asesor: Dr. Edgar Vidal Hurtado Chávez.

DECLARO BAJO JURAMENTO

Ser el único autor del texto entregado para obtener el grado académico de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN TRANSPORTES, y que tal texto no ha sido entregado ni total ni parcialmente para obtención de un grado académico en ninguna otra universidad o instituto, ni ha sido publicado anteriormente para cualquier otro fin.

Así mismo, declaro no haber trasgredido ninguna norma universitaria con respecto al plagio ni a las leyes establecidas que protegen la propiedad intelectual.

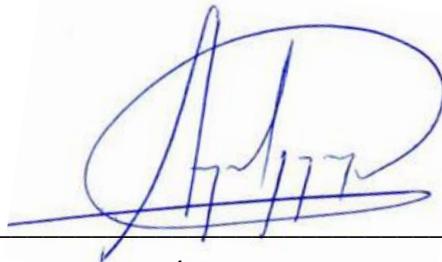
Declaro, que después de la revisión de la tesis con el software Turnitin se declara 18% de similitud, además que el archivo entregado en formato PDF corresponde exactamente al texto digital que presento junto al mismo.

Por último, declaro que para la recopilación de datos se ha solicitado la autorización respectiva a la empresa u organización, evidenciándose que la información presentada es real y soy conocedor (a) de las sanciones penales en caso de infringir las leyes del plagio y de falsa declaración, y que firmo la presente con pleno uso de mis facultades y asumiendo todas las responsabilidades de ella derivada.

Por lo expuesto, mediante esta asumo ante LA UNIVERSIDAD, cualquier responsabilidad derivada de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como de los derechos sobre la obra o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Lugar y fecha: Tacna, 20 de setiembre del 2024

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'A' followed by several vertical strokes and a horizontal line at the bottom.

ÁNGEL JOAQUÍN CORDERO MACHACA

47967573

DEDICATORIA

Agradezco a mis padres, Felipe Cordero Ramos y Gladys Celia Machaca, así como a mi sobrino Oscar Salas Cordero, por su apoyo incondicional durante esta investigación. Siempre me brindaron lo mejor y muchos de mis logros se los debo a ellos, quienes me dedicaron tiempo y paciencia durante el año de estudio.

También quiero mencionar a mi hermana Brísela Cordero Machaca, quien me cuida y protege desde el cielo. Sus enseñanzas en vida han guiado mis pasos en cada momento y me han impulsado a continuar mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mis padres, hermanos, sobrino y amigos por su apoyo inquebrantable en esta fase de mi carrera profesional. Ellos son mi fuente de inspiración para continuar capacitándome y mejorando profesionalmente.

También quiero expresar mi gratitud al Dr. Edgar Vidal Hurtado Chávez por su invaluable ayuda en la finalización de este proyecto.

Asimismo, agradezco al laboratorio de suelos Geología & Geotecnia Geoingeniería E.I.R.L., cuya colaboración ha sido fundamental para la conclusión de este proyecto.

INDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	v
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
INDICE	ix
INDICE DE TABLAS	xiii
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	3
EL PROBLEMA	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2.1 Interrogante principal.....	5
1.2.2 Interrogantes específicas	5
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.4.1 Objetivo general	7
1.4.2 Objetivos específicos	7
MARCO TEORICO.....	8
2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS	8
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	8
2.1.2 Antecedentes Nacionales	10
2.2 BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS.....	11

2.2.1 Bases normativas.....	11
2.2.2 Bases teorica de la Variable Independiente	13
2.2.3 Bases teorica de la Variable Dependiente.....	18
2.3 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.....	23
CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO.....	26
3.1 HIPÓTESIS	26
3.1.1 Hipótesis general.....	26
3.1.2 Hipótesis especificas	26
3.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	26
3.2.1 Identificación de la variable independiente.....	26
3.2.2 Identificación de la variable dependiente.....	26
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.6 ÁMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.7 POBLACIÓN Y MUESTRA	30
3.7.1 Unidad de estudio.....	30
3.7.2 Población.....	31
3.7.3 Muestra.....	31
3.8 PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS E INSTRUMENTO.....	31
3.8.1 Procedimiento	32
3.8.2 Técnicas.....	32
3.8.3 Instrumentos.....	33
CAPITULO IV.....	34
RESULTADO	34

4.1	DESCRIPCION DE TRABAJO DE CAMPO	34
4.2	DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.	36
4.2.1	Propiedades físicas de los agregados	36
4.2.2	Propiedades mecánicas de los agregados.	40
4.2.3	Diseño de mezcla del concreto por el metodo ACI 211.....	41
4.2.4	Elaboración de concreto con fibra de vidrio y aditivo superplastificante.	48
4.2.5	Ensayo de laboratorio para las propiedades fisica del concreto.....	53
4.2.6	Ensayo de laboratorio para las propiedades mecánicas del concreto....	54
4.3	RESULTADOS.	58
4.3.1	Para el objetivo específico N°1 : cálculo del diseño de mezclas para pavimento rígido	58
4.3.2	Para el objetivo específico N°2: Trabajabilidad del concreto fresco para pavimentos rígidos.	62
4.3.3	Para el objetivo específico N°3: Determinación de la resistencia mecánica del concreto en pavimento rígidos.	67
4.4	PRUEBA ESTADISTICA.....	73
4.4.1	Datos de entrada para la correlación	73
4.4.2	Análisis estadístico.....	73
4.5	COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS.....	77
4.6	DISCUSIÓN.....	78
4.6.1	Discusión de los resultados de la mezcla del concreto.	78
4.6.2	Discusión de los resultados de la trabajabilidad del concreto en estado fresco.	78
4.6.3	Discusión de los resultados en la resistencia mecánica del concreto Para pavimento rígidos.	79

CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES	83
REFERENCIA	83
ANEXOS	88
ANEXO 1: Matriz de consistencia	
ANEXO 2: Evidencia fotográfica	
ANEXO 3: Instrumentos de investigación	
ANEXO 4: Instrumentos de medición	
ANEXO 5: Ficha técnica aditivo	
ANEXO 6: Ficha técnica de la fibra Mat	
ANEXO 7: Resultados de ensayo de laboratorio.	
ANEXO 8: Resultados de diseño de mezcla de concreto	
ANEXO 9: Resultado de tandas de mezcla de concreto.	
ANEXO 10: Resultados de resistencia a compresión y flexión	
ANEXO 11: Certificado de calibración	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de las clases de asentamiento	23
Tabla 2 Operación de Variable del proyecto de investigación.....	28
Tabla 3 Coordenadas geográficas	34
Tabla 4 Resistencia promedio a la compresión requerida.....	41
Tabla 5 Tipos de asentamiento.....	42
Tabla 6 Volumen del Agua	42
Tabla 7 Relación de a/c para el diseño.....	43
Tabla 8 Relación de agua y cemento.....	43
Tabla 9 Peso del agregado grueso por unidad del volumen del concreto	44
Tabla 10 Formulación de la mezcla en estado húmedo	46
Tabla 11 Determinación de mezcla en p3	46
Tabla 12 Número de probetas cilíndricas preparadas con la incorporación de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.	50
Tabla 13 Número de probetas cilíndricas estándar de concreto fabricadas.	51
Tabla 14 Cantidad probetas prismáticas de fibra de vidrio y aditivo superplastificante	52
Tabla 15 Número de probetas prismáticas estándar de concreto	52
Tabla 16 Peso unitario de la Arena gruesa.....	58
Tabla 17 Peso unitario de la piedra angular de media.....	58
Tabla 18 Ensayo de contenido de humedad	59
Tabla 19 Ensayo de peso específico y absorción en arena gruesa	59
Tabla 20 Ensayo de peso específico y absorción de piedra angular de media.....	60
Tabla 21 Resultado de las Propiedades físicas de los agregados	61

Tabla 22 Los materiales necesarios por metro cúbico para el diseño del concreto estándar	61
Tabla 23 Los materiales ajustados por metro cúbico para el diseño del concreto estándar, considerando la relación agua/cemento.	62
Tabla 24 Porcentaje de fibra de vidrio	62
Tabla 25 Porcentaje de aditivo superplastificante.....	62
Tabla 26 Asentamiento de las tandas de concreto según diferentes porcentajes de adición de fibra de vidrio	63
Tabla 27 El peso volumétrico del concreto en estado fresco cambia según los diferentes porcentajes de fibra de vidrio añadida y aditivo superplastificante.	65
Tabla 28 Cambios porcentuales en el peso específico del concreto fresco en función de diferentes niveles de adición de fibra de vidrio.....	65
Tabla 29 Resistencia a la compresión de concreto a los 7 días.....	67
Tabla 30 Resistencia a la compresión de concreto a los 14 días.....	68
Tabla 31 Resistencia a la compresión de concreto a los 28 días.....	68
Tabla 32 Resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido.....	69
Tabla 33 Resistencia a flexión a los 7 días.....	70
Tabla 34 Resistencia a flexión a los 14 días.....	70
Tabla 35 Resistencia a flexión a los 28 días.....	71
Tabla 36 Resistencia a la flexión del concreto en estado endurecido.	71
Tabla 37 Porcentaje de fibra de vidrio y aditivo superplastificante	73
Tabla 38 Prueba de la normabilidad para la Resistencia a la compresión	74
Tabla 39 Prueba de la normabilidad para la Resistencia a la flexión.....	74
Tabla 40 Prueba de homogeneidad de varianza para datos a la Resistencia a la compresión	75

Tabla 41 Análisis de varianza para datos a la resistencia a la compresión	76
Tabla 42 Prueba de homogeneidad de varianza para datos a la Resistencia a la flexión	76
Tabla 43 Análisis de varianza para datos a la resistencia a la flexión	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipo de fibra de vidrio según su forma.....	15
Figura 2 Aumento de la resistencia con la edad.....	19
Figura 3 Diagrama de patrones habituales de fractura en cilindros de concreto.	19
Figura 4 Esquema ensayo de flexión en 4 puntos.....	21
Figura 5 Ubicación del Proyecto.....	30
Figura 6 Fallas en el pavimento rígido de la calle Daniel Alcides Carrión	34
Figura 7 Vista panorámica de la ubicación de la cantera Arunta.....	35
Figura 8 Fibra de Vidrio Mat 450	47
Figura 9 Aditivo superplastificante	47
Figura 10 Muestra de materiales de agregados	48
Figura 11 Premezclado de concreto	49
Figura 12 Probetas cilíndricas del concreto patrón.....	50
Figura 13 Probetas cilíndricas con Adición de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.....	50
Figura 14 Probetas prismáticas con adición de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.....	51
Figura 15 Curado de Probetas.....	53
Figura 16 Slump con adición de fibra de vidrio y aditivo superplastificante	54
Figura 17 Resistencia a compresión con diferentes porcentajes de fibra de vidrio y Aditivo superplastificante	55
Figura 18 Esquema de roturas típicas	56
Figura 19 Fractura con adición de fibra de vidrio y aditivo superplastificante ...	56
Figura 20 Muestras prismáticas con sus respectivos trazos	57
Figura 21 Rotura del ensayo a flexión	57

Figura 22 Granulometría para la arena gruesa	60
Figura 23 Asentamiento slump con diferentes porcentajes de fibra de vidrio.....	64
Figura 24 Peso unitario del concreto con diferente porcentaje de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.	66
Figura 25 Resistencia a la compresión con diferentes porcentajes de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.	69
Figura 26 Resistencia a la flexión variando los niveles de fibras de vidrio y aditivos superplastificantes.	72

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general “Determinar la influencia la fibra de vidrio y aditivo superplastificante en el comportamiento mecánico del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024”. Metodológicamente es de tipo básico, nivel explicativo y diseño experimental. Los resultados obtenidos indican que la resistencia a la compresión del concreto con la dosificación de 3% de fibra de vidrio y 1.2% de aditivo superplastificante obtuvo el valor máximo de 233.84 kg/cm² promedio a los 28 días, asimismo, la resistencia a flexión del concreto con la misma dosificación se obtuvo un módulo de rotura de 39.69 kg/cm² a los 28 días. La fibra de vidrio es un componente que es empleado cuando se desea aumentar la resistencia del concreto, pero si lo utilizamos en una dosis equivocada disminuimos su resistencia; sin embargo, si se agrega aditivo superplastificante en proporción a la mezcla mejora tal propiedad. Se concluye que el porcentaje de fibra de vidrio y aditivo superplastificante tiene un efecto favorable para la resistencia a la compresión y flexión de acuerdo a los porcentajes utilizados en este estudio.

Palabras clave: Fibra de vidrio, aditivo superplastificante, comportamiento mecánico en concreto.

ABSTRACT

The general objective of this research was “To determine the influence of fiberglass and superplasticizer additive on the mechanical behavior of concrete for high-traffic rigid pavements on urban roads, Ciudad Nueva-Tacna 2024.” Methodologically it is basic type, explanatory level and experimental design. The results obtained indicate that the compressive strength of the concrete with the dosage of 3% fiberglass and 1.2% superplasticizer additive obtained the maximum value of 233.84 kg/cm² average after 28 days, likewise, the flexural strength of the concrete with the same dosage a modulus of rupture of 39.69 kg/cm² was obtained after 28 days. Fiberglass is a component that is used when you want to increase the resistance of concrete, but if we use it in the wrong dose we decrease its resistance; However, if a superplasticizer additive is added in proportion to the mixture, this property improves. It is concluded that the percentage of glass fiber and superplasticizer additive has a favorable effect on the compression and bending resistance according to the percentages used in this study.

Keywords: Fiberglass, superplasticizer additive, mechanical behavior in concrete.

INTRODUCCIÓN

El pavimento rígido se constituye en la infraestructura vial más importante entre las vías urbanas, considerando que su diseño y construcción permite soportar elevadas cargas de tránsito, por lo que su capacidad de respuesta debe ser estructuralmente elevada. Este tipo de pavimento se estructura desde la subrasante hasta la carpeta de concreto hidráulico, con el propósito de garantizar su resistencia y durabilidad. Es crucial evaluar tanto el estado de conservación como el comportamiento mecánico del pavimento, incluyendo las posibles fallas que pueden surgir debido a la fatiga de los materiales, principalmente causada por la baja resistencia del concreto frente a cargas cíclicas.

Sin embargo, como se data en el ámbito nacional e internacional, su comportamiento estructural no es infalible, mostrando daños en el pavimento causados por diversos factores, como el diseño, el proceso constructivo, las sobrecargas no previstas, y, sobre todo, la climatología zonal con énfasis en la precipitación y la infiltración que pueden fácilmente desestabilizar los componentes estructurales del pavimento. Siendo uno de los daños más comunes los vinculados a la capacidad resistiva del pavimento, ha hecho que las investigaciones se centren en buscar alternativas de solución con diversos aditivos tanto naturales como químicos que incrementen la resistencia del concreto a las diversas sollicitaciones a las que se ven sometidos los pavimentos rígidos. Por ejemplo, en España, Colombia y otros países, aplican la fibra de vidrio AR como una alternativa viable para incrementar la resistencia, tanto a la compresión como flexión del concreto hidráulico, por ende, España es el país que utiliza con mayor frecuencia esta fibra en muchos de sus proyectos.

En la actualidad, en Perú se ha potenciado la infraestructura vial con diversos materiales para pavimentos, siendo los más comunes en pavimento rígido y el pavimento flexible, pero que, como es natural en un país tan diverso climatológicamente, los daños en la infraestructura vial son constantes, por lo que ha requerido un incremento en los niveles de investigación para lograr la aplicación de nuevas tecnologías en la mejora de pavimentos, principalmente en vías urbanas que permitan mayor seguridad y acceso a la población, aportando al desarrollo

sostenible al país. La utilización de nuevos materiales como adición a las mezclas de concreto nos ayuda a mejorar las propiedades mecánicas de los pavimentos rígidos, siendo una buena alternativa de solución, frente al pavimento convencional. Por lo tanto, este estudio propone el diseño de pavimentos rígidos utilizando fibra de vidrio y aditivo superplastificante con el fin de incrementar la resistencia a la flexión y compresión. Como resultado, se espera reducir las fallas en el concreto, asegurando así una mayor durabilidad durante su vida útil y manteniendo su estado de conservación.

En el Capítulo I se abordan el planteamiento, la formulación, la justificación y los objetivos del problema. El Capítulo II presenta el marco teórico, que incluye los antecedentes de estudios locales, nacionales e internacionales, así como las bases teóricas y la definición de conceptos clave. En el Capítulo III, se desarrolla el marco metodológico, detallando las hipótesis, variables, tipo y nivel de investigación, diseño del estudio, contexto y periodo temporal del estudio social, población y muestra, así como los procedimientos, técnicas e instrumentos utilizados. El Capítulo IV se centra en los procedimientos, análisis y cálculos realizados para obtener resultados válidos que permitan verificar las hipótesis planteadas y discutirlos. Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, la lista de referencias y los anexos correspondientes.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad el incremento del parque automotor y la mayor capacidad vehicular, en cuanto se refiere a mayor cantidad de pasajeros y carga, inciden directamente en el deterioro de las vías urbanas, que generalmente no fueron diseñadas respetando los parámetros de flujo vehicular. Ello conlleva a un deterioro acelerado de estas vías, presentando consecuentemente daños considerables como fisuras, hundimientos, grietas, fallas en las juntas y otros, que dificultan el tránsito en general y los vehículos livianos en particular, que reducen velocidad de tránsito generando caos vehicular y embotellamientos en las calles, dificultando el tránsito urbano. Si se tiene en consideración que la vida útil de un pavimento flexible es corta y este es más susceptible a los cambios de capacidad de carga, siendo una alternativa óptima y adecuada el cambio a pavimentos rígidos, que por la adición de materiales externos y aditivos permitan el incremento de la resistencia mecánica y por tanto mejorar el comportamiento para las exigencias de mayor tránsito y mayor tonelaje, garantizando una vida útil más extensa.

Por otra parte, los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) al 2030, buscan reducir la aplicación de materiales (asfalto) que no sean amigables al medio ambiente, como lo fija el ODS 9 que propende a una infraestructura sostenible y amigable, como lo es el concreto que está compuesto por materiales naturales.

Por lo manifestado, el presente proyecto de investigación busca determinar la influencia de materiales adicionados, como la fibra de vidrio y el aditivo superplastificante para incrementar las condiciones resistivas y la capacidad de carga de pavimentos rígidos a nivel de vías urbanas, como es el caso de la calle Daniel Alcides Carrión en el tramo comprendido entre la avenida El Sol con la avenida Jorge Basadre Grohmann del distrito de Ciudad Nueva en Tacna.

En relación con este tema,(Kumar & Gupta, 2020) han realizado estudios con el propósito de investigar los impactos en las propiedades mecánicas del concreto. Sus estudios indican que el concreto presenta ciertas propiedades no deseables, lo que resalta la importancia de mejorarlas mediante la sustitución parcial con fibra de vidrio. Además, concluyen que la inclusión de fibra de vidrio mejora la resistencia a la compresión y flexión del material.

Cornejo (2019) analizó el rendimiento mecánico de una columna de corta longitud, fortalecida con bandas de fibra de vidrio. Como resultado, observó un aumento en la capacidad de resistencia frente a cargas laterales. También notó que los refuerzos ayudaron a controlar el ancho de las grietas que se desarrollaron en la muestra de referencia, Igualmente, en su artículo, Sócrates et al. (2021) indican que las fibras tienen el potencial de incrementar la resistencia a la compresión del concreto, si bien este efecto está condicionado por el tipo particular de fibra empleada.

En una perspectiva diferente, Huerta (2020) señala que los aditivos utilizados para mejorar las características del concreto en su estado fresco y endurecido pueden ser reemplazados por aditivos de origen natural, como el extracto de mucílago de cactus, lo cual puede influir en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto.

Asimismo, Bernal (2017) en su investigación obtiene buenos resultados adicionando aditivos superplastificantes, donde indica que la mayor resistencia a la compresión se logró con aditivo superplastificante, también que el aditivo utilizado otorga una mayor trabajabilidad al concreto.

Bustos (2018) analiza cómo la introducción de fibras impacta en las características del mortero, observando una notable mejora en su resistencia mecánica y un desempeño satisfactorio a largo plazo. De forma paralela, Cordero (2015) concluye que la inclusión de fibra de vidrio refuerza la resistencia y ductilidad del material sin afectar su manejabilidad, lo que resulta en un comportamiento estable del hormigón autocompactante. Además, señala que, aunque la durabilidad de las fibras de vidrio ha sufrido deterioro con el

tiempo, aún supera las prestaciones del UHPC sin fibras. Del planteamiento del problema se deducen las preguntas que van a continuación.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Interrogante principal

¿Cómo influye la fibra de vidrio y aditivo superplastificante en el comportamiento mecánico del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024?

1.2.2 Interrogantes específicas

- ¿Cómo se calculan las mezclas de concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Tacna-2024?
- ¿Cómo influye la fibra de vidrio y el aditivo superplastificante en la trabajabilidad del concreto fresco para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024
- ¿Cómo influye la fibra de vidrio y el aditivo superplastificante en la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024?

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Justificación social

Esta investigación se justifica socialmente porque en el distrito de Ciudad Nueva, el mejoramiento de los pavimentos respecto a su comportamiento mecánico reducirá ostensiblemente los daños en el concreto rígido, beneficiando a los usuarios tanto peatonales como vehiculares, conllevando a una satisfacción social por la disminución de posible accidentes o riesgos de daños en los vehículos; debido a que la fibra de vidrio en pavimentos rígidos con un material adicionado mejorará las propiedades mecánicas del concreto rígido para pavimentos reduciendo el espesor de la losa, optimizando por tanto su costo y la correspondiente resistencia al alto tránsito vehicular. Por otro lado, al trabajarse con concreto rígido como aglutinante de materiales naturales

contribuye con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) propuesto por Naciones Unidas, como el ODS 9 y 11 (CEPAL, 2019) que en sus objetivos específicos consideran el desarrollo de la ciencia y tecnología (20), el desarrollo de infraestructura resiliente (21), el ordenamiento y gestión territorial (34), que se encuentran relacionados con el propósito de esta investigación.

Justificación teórica y tecnológica

Se justifica teórica y tecnológicamente, por aportar al conocimiento de materiales adicionados en concretos para pavimentos rígidos al permitir la reducción del espesor de losa e incremento de resistencias tanto a la compresión como a la flexión, optimizando la economía de la infraestructura y la reducción de daños en beneficio de la población. Al respecto Cornejo (2019) menciona que, las mezclas de concreto con adiciones de fibra de vidrio han sido usadas en otros países, pero en el Perú no se ha logrado aún uso generalizado de este tipo de adición. En las investigaciones realizadas se ha logrado muy buenos resultados en cuanto a la mejora de las propiedades mecánicas del concreto con fibra en cuanto a la resistencia al agrietamiento y a la compresión. Según (Sócrates et al, 2021), las fibras tienen el potencial de aumentar la resistencia a la compresión y flexión del concreto, si bien este efecto varía según el tipo de fibra utilizado. Además, como señala (Bernal 2017), el uso de aditivos contribuye a mejorar la trabajabilidad de las mezclas de concreto.

Justificación práctica

En cuanto a la justificación práctica, se circunscribe en la aplicación de materiales como la fibra de vidrio que aporta capacidades resistentes a la mezcla de concreto para pavimentos. Y en la justificación metodológica se seguirá un proceso ordenado y coherente, iniciando con la obtención de la información básica, los cálculos de las mezclas de alta resistencia y luego, paulatinamente ir incrementando fibra de vidrio y superplastificantes hasta lograr resultados óptimos en la resistencia y durabilidad del concreto para

pavimento rígido en proyectos viales. Según lo planteado por Jaramillo (2020), se sugiere emplear fibra de vidrio y aditivos en la composición del concreto destinado a la construcción de pavimentos rígidos de alto tránsito, se llevó a cabo una evaluación del desempeño del concreto que incorpora polvo de vidrio, tanto en estado fresco como endurecido. Los resultados obtenidos revelaron mejoras significativas en la resistencia a la compresión y flexión en algunas propiedades de durabilidad, lo que indica la viabilidad de emplear este tipo de concreto para pavimentos rígidos.

Justificación técnica

Se justifica técnicamente debido a que, la fibra de vidrio al trabajar con el aditivo superplastificante y al mezclarse con el concreto obtiene mayor resistencia a la compresión y flexión del pavimento rígido.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

Determinar la influencia la fibra de vidrio y aditivo superplastificante en el comportamiento mecánico del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024.

1.4.2 Objetivos específicos

- Calcular las mezclas de concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Tacna-2024.
- Determinar la influencia de la fibra de vidrio y el aditivo superplastificante en la trabajabilidad del concreto fresco para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Tacna-2024.
- Determinar la influencia de la fibra de vidrio y el aditivo superplastificante en la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Tacna-2024.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS

2.1.1 Antecedentes Internacionales.

Miranda (2021) en su estudio titulado "Evaluación del comportamiento mecánico del concreto con incorporación de fibras naturales (bagazo de caña) y fibras sintéticas (polipropileno)", enfocó en cómo analizar el comportamiento mecánico de una mezcla de concreto fortalecida con fibras derivadas del bagazo de caña de azúcar. El propósito principal consistió en llevar a cabo pruebas de resistencia a la flexión en 25 muestras de concreto reforzado con diferentes concentraciones de fibras de bagazo de caña de azúcar (0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 3.0% en relación al peso del agregado grueso). Los resultados obtenidos señalaron que la adherencia entre la fibra y los materiales de la mezcla contribuye a prevenir una falla súbita en el elemento de concreto, lo cual contrarresta las características negativas presentes en el concreto convencional. Sin embargo, se observó una afectación considerable en el módulo de rotura, lo que sugiere que los concretos fibro-reforzados no son considerados como materiales ideales para aplicaciones a nivel estructural.

Kumar & Gupta (2020) en su artículo de investigación "Efecto de la ceniza de bagazo, las fibras de acero enganchadas y fibra de vidrio sobre las propiedades mecánicas del hormigón", tuvo como propósito investigar las características mecánicas del hormigón, mediante la parcial sustitución del aglomerante por ceniza de bagazo, además de la incorporación de fibras de acero en forma de gancho y fibras de vidrio en la proporción óptima de sustitución de ceniza de bagazo en la mezcla de concreto. Para los resultados de la prueba se realizaron muestras de hormigón con ceniza de bagazo con porcentajes de reemplazo de 5, 10, 15 y 20, incluyendo fibras de acero enganchadas y fibra de vidrio. Sin embargo, la resistencia máxima con fibras de vidrio obtuvo mayor resistencia a la flexión, compresión respectivamente. Por lo que, la trabajabilidad disminuyó a medida que aumentó la proporción de

ceniza de bagazo. Por lo tanto, el autor llegó a la conclusión de que es factible desarrollar hormigón de ceniza de bagazo mediante la optimización de un 1% de fibras de acero o un 1.5% de fibras de vidrio, junto con un reemplazo del 10% de ceniza de bagazo.

Bustos (2018) en su estudio titulado "Mejora de las propiedades de ductilidad en morteros mediante la adición de fibras de vidrio, carbono y basalto", uno de sus objetivos fue examinar el comportamiento de los muros construidos con ladrillos, reforzados mediante la aplicación de un revestimiento de mortero de bajo espesor cuando se someten a esfuerzos de compresión diagonal. Concluyó que la inclusión de fibras en el mortero conduce a una mejora en la resistencia al corte, un aumento en la capacidad de deformación y previene la fractura frágil del muro, evitando así el desprendimiento de fragmentos (p. 260).

En el estudio realizado por Bernal (2017), titulado "Mejora de la resistencia a compresión del concreto utilizando cementos tipo I y aditivos superplastificantes", éste propuso mejorar la resistencia a compresión del concreto mediante la utilización de cementos tipo I y aditivos superplastificantes. El estudio incluyó la elaboración de 08 especímenes sin aditivo y 08 especímenes para cada grupo experimental. Los resultados mostraron que los grupos experimentales que emplearon superplastificante al 1.00% del peso del cemento lograron una mayor resistencia a la compresión en comparación con el grupo control. También se notó que la mezcla del aditivo superplastificante con el cemento tipo I generó una resistencia a la compresión, un 11.00% mayor que el grupo de control correspondiente y un 24.80% más alta que la resistencia a la compresión especificada (p. 99).

Jaramillo (2020) en su investigación titulada "Características mecánicas y durabilidad de concretos de ultra altas prestaciones (UHPC) utilizando diversos materiales cementantes suplementarios", se propuso abordar la necesidad de encontrar opciones para la sustitución parcial del cemento y el humo de sílice por otros materiales cementantes adicionales, tales como el polvo de vidrio con tamaños de partícula de 7 μm y 28 μm , y carbonato de

calcio. Este enfoque tenía como objetivo desarrollar un material que fuera más sostenible y económico, determinando que la resistencia a la compresión en las tres mezclas fue superior a los 150 MPa; sin embargo, la mezcla con dosificación D3 exhibió un mejor rendimiento en ciertas propiedades de durabilidad (p. 101).

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Cornejo (2019), en su investigación “Comportamiento experimental de columnas cortas con refuerzo externo”, tuvo como finalidad estudiar el comportamiento mecánico de una columna reforzada con bandas de fibra de carbono y con fibra de vidrio ante una carga lateral cíclica, concluyendo que el refuerzo con bandas resultó efectivo al incrementar la resistencia con carga lateral en un 39% y 44% respectivamente (p. 10).

Gamarra (2022), en su investigación titulada "Optimización de la trabajabilidad del concreto bombeable mediante la adición de sacarosa", se propuso mejorar la calidad del concreto bombeable mediante el uso de sacarosa. Para ello, el autor diseñó dos grupos de estudio: un grupo de control utilizando concreto simple y un grupo experimental que incorporaba sacarosa en la mezcla. Este estudio, de tipo experimental, buscaba determinar los efectos de la sacarosa en las propiedades del concreto. Los resultados indicaron que la adición de sacarosa en dosis del 0.01% y 0.20% modificó significativamente el tiempo necesario para alcanzar un asentamiento de 4", con variaciones que oscilaron entre un mínimo de 21.74% y un máximo de 204.35%. En cuanto al tiempo de fraguado inicial, se observaron reducciones mínimas del 16.47% con una dosis del 0.40%, mientras que el máximo aumento fue del 152.94% con una dosis del 0.20%. Para el tiempo de fraguado final, se registraron variaciones mínimas del 22.92% con una dosis del 0.01%, y un aumento máximo del 154.67% con una dosis del 0.40%. Estos resultados se mantuvieron dentro de los límites establecidos por la ASTM.

Asimismo, se encontró que la resistencia a compresión a los 28 días fue máxima con una dosis del 0.20% (105%) y mínima con una dosis del 0.40%

(30%), lo que sugiere una mejora en las propiedades del concreto bombeable mediante la adición de sacarosa.

Huerta (2020) en su tesis titulada "Impacto del uso del mucílago de cactus como aditivo en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto", propuso reemplazar los aditivos químicos por opciones naturales autóctonas, utilizando específicamente extracto de mucílago de cactus como aditivo en la ciudad de Caraz, provincia de Huaylas. El objetivo principal fue evaluar cómo este aditivo afecta la consistencia y resistencia a la compresión del concreto. La investigación se llevó a cabo bajo una metodología experimental aplicada, con un enfoque cuantitativo. Los resultados indicaron que el uso del extracto de mucílago tiene un impacto directo tanto en la consistencia del concreto en su estado fresco como en su resistencia a la compresión una vez endurecido. Se observó una influencia significativa en la resistencia a la compresión en las dosificaciones del mucílago del cactus, específicamente en 0,25%, 0,50%, 0,75% y 1.0%, con coeficientes de correlación altamente significativos: a 0,25% ($r = 0,856$), 0,50% ($r = 0,862$), 0,75% ($r = 0,756$) y 1.0% ($r = 0,850$).

2.2 BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS

2.2.1 Bases normativas

Pavimento rígido

El pavimento o carpeta de rodadura está compuesta por capas que apoyan su superficie sobre el terreno dentro de un rango de serviciabilidad, donde su definición incluye pistas, estacionamiento, aceras, veredas y otros. La norma indica que la entidad encargada podrá considerar otras soluciones en la etapa de ejecución tales como concreto reforzado principal, concreto con fibras, concreto compactado con rodillo (Vivienda, 2006, p. 33; MTC, 2006).

Componentes del concreto.

El hormigón es una amalgama compuesta por cemento, arena gruesa, arena fina, piedra, agua y otros elementos complementarios, todos incorporados en proporciones adecuadas con el fin de lograr una mezcla de hormigón de alta calidad. Además, de acuerdo con las regulaciones de la Comisión

Panamericana de Normas Técnicas - COPANT, el concreto también es conocido como Hormigón (Vivienda, 2006).

- **Cemento.**

El cemento como componente del concreto, “Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes” (Gamarra, 2022, p.27). El cemento Portland según la Norma Técnica Peruana (NTP 334.009) es un cemento hidráulico producto de la pulverización del Clinker conformado por silicatos de calcio, así mismo está conformado por Clinker Portland más yeso, polvo verdoso muy fino al mezclar con agua forma pasta plástica, moldeable, que fragua y alcanza una resistencia y durabilidad.

A. Tipos de cemento.

La norma (NTP 334.009) clasifica los cementos de esta manera: Tipo I: Para uso general sin características especiales. Tipo II: Para uso general y en contextos que requieren resistencia moderada a sulfatos o un calor de hidratación moderado. Tipo III: Diseñado para alcanzar altas resistencias iniciales. Tipo IV: Ideal para situaciones que demandan bajo calor de hidratación. Tipo V: Formulado para proporcionar una alta resistencia a los sulfatos.

- **Agregados.**

Los agregados en el concreto son componentes inertes que, al mezclarse con la pasta de cemento, crean la estructura resistente del concreto. Representan del 60% al 75% del volumen total del concreto, lo que subraya su relevancia. Las propiedades físicas, químicas y térmicas de estos agregados tienen un impacto directo en las características del concreto (Gamarra, 2022, p.37)

Agregado Grueso

Los agregados gruesos están formados por grava única, mezclas de gravas o agregados triturados, con partículas que generalmente varían entre 9.5 mm y

38 mm. Para ser adecuados para la producción de concreto, estos materiales deben cumplir con normativas específicas. Deben ser duraderos, limpios y resistentes a la corrosión, y no deben contener materiales que puedan dañar el concreto, como recubrimientos o arcilla, que podrían afectar negativamente la relación de hidratación y la interacción del cemento (Choque, 2021, p.18).

2.2.2 Base teórica de la variable independiente

Fibra de vidrio (variable independiente 1).

La fibra de vidrio es de naturaleza inorgánica, fabricada con vidrio con diferentes composiciones que se funden a altas temperatura, la base de esta es la sílice (SiO_2) es su forma más pura que existe como polímero. Estos materiales tienen una capacidad de resistencia a los álcalis, están enriquecidos con circonio y sodio, lo que les confiere una notable resistencia tanto a los ácidos como a los álcalis. Además de ser químicamente estables dentro de una matriz de cemento, presentan una baja conductividad tanto térmica como eléctrica (Bustos, 2018) Se trata de un compuesto formado por hilos de vidrio unidos con resinas que al entrelazarse crean una estructura resistente y adecuada para fortalecer otros materiales en aplicaciones estructurales (Cordero, 2015).

- Propiedades Químicas de la fibra de vidrio

Hurtado et al. (2023) indican que la fibra de vidrio se obtiene al fundir un material inorgánico, lo que da lugar a hilos finos cuyo diámetro puede ser hasta 100 veces menor que su longitud. Estas fibras, con un diámetro de entre 0.10 y 0.13 mm se enfrían sin cristalizarse, formando varios tipos de vidrio como AR, E, S y C. Además, se menciona que la fibra de vidrio, hecha de sílice, ofrece un refuerzo adicional al hormigón, ayudando a reducir costos, peso y volumen gracias a su gran variedad y versatilidad, en comparación con la fibra de carbono, que es más rígida.

- **Propiedades físicas de la fibra de vidrio**

De acuerdo con el American Concrete Institute (2008), la fibra de vidrio tiene propiedades físicas que resultan ventajosas para el transporte, ya que su baja densidad reduce la carga muerta sobre la estructura y simplifica su manejo y aplicación en el lugar de trabajo. En términos de propiedades mecánicas, la fibra de vidrio se comporta bajo tracción con una relación de tensión elástica lineal hasta que ocurre una falla súbita y quebradiza. La resistencia a la rigidez y tracción varía en función del tipo de fibra, su orientación y la cantidad utilizada. Además, su comportamiento bajo compresión es longitudinal y puede presentar fallas transversales a la tracción o por cizallamiento, dependiendo del tipo de fibra y resina utilizados.

- **Tipos de fibra de vidrio**

De acuerdo con Cordero (2015), se identifican distintos tipos de fibra de vidrio, tales como:

- El roving ensamblado o mechas: Son rollos de hilos de fibra presentados en bobinas u ovillos. Existen dos tipos principales: las mechas duras, que se adaptan bien a las resinas de impregnación, y las mechas blandas, cuyos hilos mojados se separan con facilidad.
- Los hilos cortados: Son ovillos de hilos que se han reducido a longitudes determinadas. Se emplean en la preparación de mezclas premezcladas para fabricar amasados, colado-vibrado o proyecciones de pastas. Entre los hilos cortados, se distinguen dos tipos: los hilos cortados íntegros, que resisten bien las abrasiones durante el amasado, y los hilos cortados dispersables en agua, que se separan en filamentos individuales cuando entran en contacto con una solución acuosa.
- El Mat o filamentos continuos: Son hilos cortados que se agrupan utilizando un ligante químico, formando un material similar a un fieltro con un gramaje bajo (100-225 gr/cm²). Esto permite una fácil dosificación y orientación de las fibras. Se presenta en rollos de 1 a 1.5

metros de ancho y proporciona una resistencia uniforme en todas las direcciones.

- La fibra molida: Está formada por hilos de vidrio triturado que se ofrecen a granel y son adecuados para ser utilizados con resinas específicas en distintos compuestos termoplásticos.
- Los velos de superficie: Son tejidos delgados de fibra de vidrio con una textura lisa y uniforme, que se emplean como capa externa para alisar las superficies de piezas moldeadas.

Figura 1

Tipo de fibra de vidrio según su forma



Nota. En esta investigación se utilizó la fibra Mat debido que es la más comercial en nuestra ciudad

- **Fibra de vidrio del tipo “e”.**

La fibra de vidrio tipo "E" es la más utilizada en el mercado, debido a sus múltiples ventajas económicas y su versatilidad en aplicaciones extensivas. Se usa comúnmente en sistemas de protección contra incendios y en conexiones eléctricas. Este tipo de fibra tiene una densidad de 2.6 gramos por centímetro cúbico. En términos de propiedades mecánicas soporta una resistencia a la tracción de 3400 megapascles y una elongación hasta la ruptura del 4.5%. Desde el punto de vista químico, es eficaz en ambientes húmedos, resistiendo temperaturas de humedad relativa entre 20 °C y 60 °C con un contenido de

humedad del 0.1%. Además, la fibra tipo "E" es muy resistente a los disolventes, muestra mínima deformación y proporciona una notable protección contra la intemperie al bloquear los rayos UV. Ofrece alta resistencia a la tracción y a la compresión, absorbe impactos sin romperse, siendo resistente a los agentes atmosféricos, además de ser fácil de instalar en obra (Mantilla, 2017, p.20).

Aditivo (variable independiente 2)

De acuerdo con las normas del ACI (2005) en el estándar ACI 318, los aditivos son sustancias distintas al agua, agregados o cemento hidráulico que se incorporan al concreto para modificar sus propiedades. Estos aditivos se mezclan con el concreto antes o durante el proceso de mezcla con el objetivo de cambiar sus características.

-Aditivo superplastificante

Los superplastificantes o reductores de alto rango son compuestos orgánicos surfactantes con carga aniónica. Al disolverse en agua, dispersan las partículas de cemento, mejorando así la cohesión y la plasticidad del sistema cementante. Estos aditivos pueden ser empleados para mejorar la trabajabilidad y la resistencia del concreto, al mismo tiempo permiten reducir la cantidad de cemento necesaria en la mezcla (Bernal, 2017, p.15).

Según la norma NTP 334.088 y la ASTM C 494, los aditivos de la categoría "Tipo G" se clasifican como superplastificantes o reductores de agua de alto rango.

Según Heredia & Peñaloza (2021) los aditivos superplastificantes pueden cumplir tres funciones principales:

Mejorar la trabajabilidad: Es una mezcla de hormigón con un asentamiento, una relación agua/cemento y una proporción de cemento definida, el superplastificante se utiliza para mejorar la trabajabilidad de la mezcla sin cambiar las características esenciales del diseño. Según la cantidad y el tipo de aditivo aplicado, el asentamiento en el cono de Abrams puede aumentar de

manera considerable (Potugal, 2017 citado por Heredia & Peñaloza, 2021, p.25)

Incrementar la resistencia: En una mezcla de hormigón con un asentamiento y una proporción de cemento establecidos, el superplastificante se usa para ajustar la cantidad de agua y aditivo necesarios para obtener el asentamiento deseado. Dependiendo de la dosis y el tipo de aditivo, la reducción de agua puede llegar hasta un 40%, lo que mejora la resistencia al disminuir la relación agua/cemento. Esta técnica se aplica para fabricar hormigón de alta resistencia (Potugal, 2017 citado por Heredia & Peñaloza, 2021, p.26)

Reducir la cantidad de cemento: En una mezcla de concreto con una relación agua/cemento, slump y proporción de cemento definidos, el aditivo se utiliza para disminuir la cantidad de agua sin alterar la relación agua/cemento, lo que reduce la cantidad de cemento necesaria. Aunque esta función ha sido comúnmente empleada, no se aconseja usarla para reducir la proporción de cemento debido al posible impacto negativo en la durabilidad del concreto. Sin embargo, se ha comprobado que es posible ahorrar hasta un 30% en el contenido de cemento, aunque desde una perspectiva económica, esto podría no ser beneficioso debido al mayor costo del aditivo (Potugal, 2017 citado por Heredia & Peñaloza, 2021, p.26).

Aditivos superplastificantes Sikament-290 N.

Este aditivo líquido, de color marrón oscuro, está compuesto por resinas sintéticas y combina propiedades de reductor de agua y fluidificante de alto rendimiento. Facilita la reducción de hasta un 20% del agua en la mezcla de concreto estándar, cumpliendo con los estándares especificados en la norma ASTM C 494 Tipo D y actuando como superplastificante según la Norma ASTM C 494, tipo G. La dosis recomendada de este aditivo oscila entre el 0.7% y el 1.2% del peso del cemento, con una dosificación óptima del 1.20%.

2.2.3 Bases teórica de la variable dependiente.

Resistencia mecánica del concreto (variable dependiente)

Las propiedades del hormigón provienen de ensayos adicionales en los que se pueden calcular tensiones y deformaciones a partir de los valores de obtenidos a los 7, 14 y 28 días según (Choque, 2021, p.30). por lo tanto, las cualidades mecánicas del concreto requieren considerar el desempeño de las unidades cúbicas de concreto, en línea con los principios del proceso ACI, que tengan buenas propiedades de integración, resistencia, durabilidad, densidad, entrada y formación (Riva, 2015 citado por Choque, 2021, p.30)

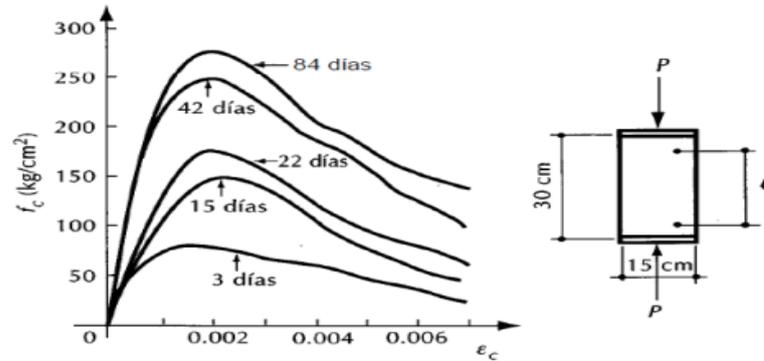
- Resistencia a la compresión (dimensión de la variable)

La Norma Técnica Peruana NTP 339.034 (INDECOPI, 2008) se propone evaluar la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas. En este estudio, se empleará el ensayo descrito en esta norma para determinar la resistencia del concreto reforzado con fibras de vidrio. Este procedimiento implica aplicar una carga axial a la probeta cilíndrica a una velocidad constante dentro de un rango específico, mientras se produce la falla.

Centurión (2022) , define como la capacidad del concreto para soportar cargas y esfuerzos. La resistencia del concreto no se puede medir en su estado plástico; por ello, la normativa aconseja tomar muestras durante el proceso de mezcla, las que, tras un período de curado específico (generalmente 28 días), se someten a pruebas de compresión. La resistencia a la compresión es el máximo esfuerzo que un material puede soportar sin fracturarse (agrietamiento o ruptura). Esta resistencia se evalúa mediante un ensayo de compresión de probetas cilíndricas de concreto (ASTM C39/NTP 339.034). Las probetas cilíndricas deben tener dimensiones de 6 x 12 o 4 x 8 pulgadas, o una relación longitud-diámetro superior a 1.75. Además, el diámetro del cilindro debe ser al menos tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Figura 2

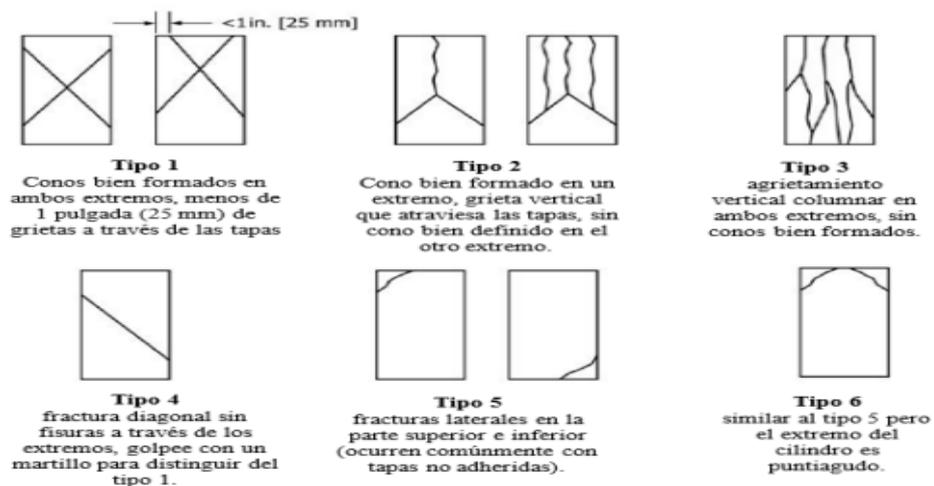
Aumento de la resistencia con la edad



Nota. Se observa el incremento de resistencia de concreto conforme a los días.

Figura 3

Diagrama de patrones habituales de fractura en cilindros de concreto.



Nota. Se observa los diferentes tipos de fracturas de cilindros de concreto.

- Resistencia a la flexión (dimensión de la variable)

La capacidad de resistencia a la flexión puede ser vista como una indicación indirecta de la fuerza de tracción. Cuando se evalúa el concreto para su uso en pavimentos, se llevan a cabo pruebas de flexión de acuerdo con las normas técnicas peruanas NTP 339.078 y NTP 339.079. Estas pruebas implican cargar las muestras en los puntos tercios y en el punto medio, permitiendo así determinar su calidad y aptitud para aplicaciones estructurales (Choque, 2021, p.28).

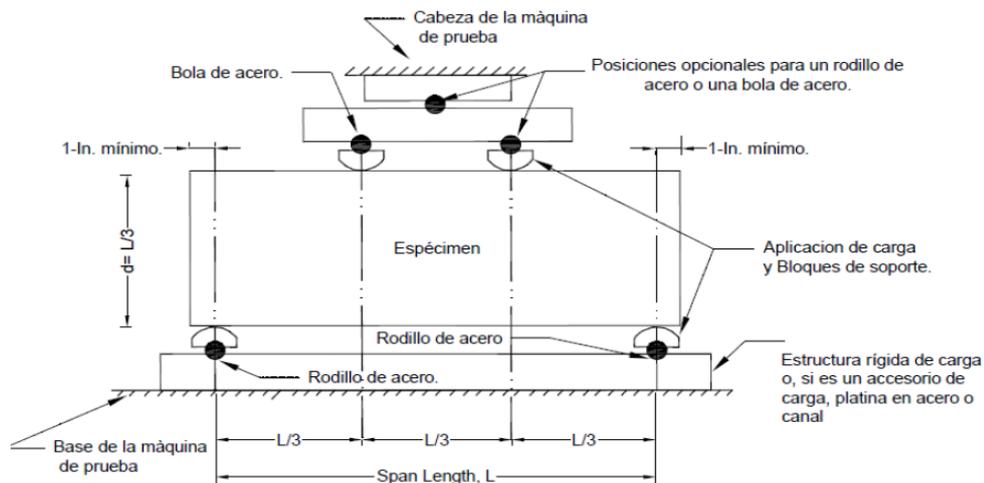
Además, la resistencia a la flexión en estructuras de concreto simple es crucial en las losas de pavimento, debido a que los esfuerzos de tracción se producen por la flexión de las placas bajo el paso de vehículos. Estos esfuerzos de tracción son fundamentales en el agrietamiento del concreto, ya que están vinculados con la restricción de la contracción provocada por la caída de temperatura (Guzmán, 2014 citado por Miranda, 2021) .

- **Ensayo de flexión en cuatro puntos**

Según (Aire, 2018, p.723) , este procedimiento estándar consiste en someter una viga a pruebas de flexión aplicando carga en los tercios del claro entre los apoyos. Las dimensiones comunes de la viga son 150 mm x 150 mm x 500 mm, fabricadas y curadas conforme a la norma ASTM C 192 (2019). No obstante, la norma ACI 544.2R (2017) permite el uso de especímenes de 100 mm x 100 mm x 350 mm, siempre que la sección de la viga sea al menos tres veces mayor que la longitud de las fibras y el tamaño máximo nominal del agregado grueso. El ensayo se realiza midiendo el desplazamiento y registrando tanto la carga como el desplazamiento en el centro del claro entre los apoyos, se registra continuamente la carga y la deflexión hasta la falla del elemento, generando una curva de carga-desplazamiento. Este ensayo permite determinar la resistencia a la flexión en el momento de la primera fisura, utilizando la carga registrada en la curva carga-deflexión para calcular el módulo de rotura (p.723)

Figura 4

Esquema ensayo de flexión en 4 puntos.



Nota. La Figura 4, representa el montaje a realizar para el Ensayo a flexión en cuatro puntos. Basado en la norma (ASTM C78, 2002)

Miranda (2021) señala que el máximo esfuerzo a tensión teórico aplicado a la fibra inferior de la viga probada se conoce como módulo de ruptura. Si la falla ocurre en el tercio medio de la viga, se determina utilizando la Ecuación 1.

$$MR = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:

MR: Módulo de rotura del concreto (MPa)

P: Carga máxima aplicada (N)

L: Luz libre entre apoyos (mm)

b: Ancho de la viga (mm)

d: Altura de la viga (mm)

En cambio, si la falla ocurre fuera del tercio medio de la viga, pero a una distancia menor al 5% de la luz libre del apoyo más cercano, el módulo de ruptura se calcula de la siguiente manera:

$$MR = \frac{3PL}{bd^2}$$

Finalmente, si la falla ocurre fuera del tercio medio de la viga y a una distancia superior al 5% de la luz libre, el ensayo debe ser descartado (Miranda, 2021, p.35)

- **Correlación entre la resistencia a compresión y el módulo de rotura**

Conforme la resistencia a la compresión del concreto incrementa, también lo hace su resistencia a la flexión, aunque la relación entre estos dos comportamientos mecánicos no es lineal. Ambos, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, aumentan, pero el incremento en la resistencia a la compresión es más pronunciado. Además, el módulo de rotura varía entre el 10% y el 20% de la resistencia a la compresión, según el Comité Europeo del Concreto. (Miranda, 2021, p.36)

$$MR = k \sqrt{f'c}$$

Donde:

MR: Módulo de rotura del concreto (kg/cm²)

f'c: Resistencia a compresión del concreto (kg/cm²)

K: Valor que varía entre 2.0 y 2.7, en Colombia es de aproximadamente 2.39

- **Trabajabilidad.**

Heredia & Peñaloza (2021) explican lo sencillo que es mezclar, colocar, compactar y terminar el concreto fresco sin segregación ni exudación durante el proceso. Esta propiedad se puede medir evaluando parámetros reológicos como la viscosidad plástica y el esfuerzo de fluencia estática (p.20).

- **Consistencia**

La consistencia del concreto refleja el grado de humedad de la mezcla en función de su fluidez. Es decir, una mayor humedad en la mezcla facilita el flujo del concreto durante la colocación. Aunque la consistencia está

relacionada con la trabajabilidad, no son idénticas. Por ejemplo, una mezcla muy trabajable para pavimentos puede tener alta consistencia, mientras que una mezcla menos trabajable en estructuras con alta concentración de acero puede tener una consistencia plástica. (Heredia & Peñaloza, 2021)

Tabla 1

Clasificación de las clases de asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad
Seca	0" a 2"	Poco trabajable
Plástica	3" a 4"	Trabajable
Fluida	>5	Muy Trabajable

Nota. La tabla 1 indica la clasificación de trabajabilidad según su consistencia.

2.3 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.

Pruebas de asentamiento (indicador)

El ensayo de asentamiento del concreto, también conocido como prueba del cono de Abrams, es una técnica de control de calidad empleada para medir la consistencia del concreto. La consistencia del concreto se evalúa mediante este ensayo, y el resultado se clasifica en cinco tipos distintos (seca, plástica, blanda, fluida y líquida), basados en el grado de asentamiento obtenido. El ACI (2005) tiene varias publicaciones y normativas que describen el ensayo de asentamiento, como el ACI 211.1 "Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete".

Estudio de tráfico

De acuerdo con las directrices del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), tanto las especificaciones como el trazado de una carretera deben fundamentarse en un análisis exhaustivo de los volúmenes de tráfico y en consideraciones fundamentales para su operatividad. Por consiguiente, es de suma importancia examinar todos los tipos de vehículos, clasificarlos en grupos y seleccionar tamaños representativos de cada grupo para su incorporación en

el diseño del proyecto. Los vehículos específicos, que poseen peso, dimensiones y comportamientos operativos representativos, y que se emplean como referencia para definir los estándares en los proyectos de carreteras, son denominados vehículos de diseño (Frisancho, 2021, p. 19).

Tránsito

El desplazamiento que realizan las personas, animales u objetos de un lugar a otro, en los distintos modos de movilización como: a pie en bicicleta, automóvil, bus y etc. (Lituma, 2018).

Tráfico

Según las directrices establecidas en la Norma Técnica CE:0.10 para pavimentos Urbanos (MTC, 2006), se establece el procedimiento para determinar el número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente, evaluado durante el período de diseño específico. Cuando la cantidad de aplicaciones es inferior a 104 ESALs, se clasifica como tráfico ligero. Si está en el rango entre 104 ESALs y menos de 106 ESALs, se considera tráfico medio. Para valores que exceden los 106 ESALs, se designa como tráfico alto.

Vehículo de carga

De acuerdo con el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, se define a los vehículos pesados como aquellos que están diseñados para transportar grandes cantidades de carga o pasajeros, cuentan con dos o más ejes y seis o más ruedas. Esta categoría engloba tanto a los autobuses como a los camiones (Frisancho, 2021, p 28).

Trabajabilidad

Muestra lo fácil que es mezclar, fraguar, compactar y terminar concreto nuevo sin agrietar ni sangrar durante su manipulación. Esta propiedad se puede calcular evaluando parámetros reológicos como la viscosidad plástica y el límite elástico (Heredia y Peñaloza, 2021, p. 20).

Cemento Portland tipo IP

Es un polvo gris que mezclado con agua sufre una reacción química mediante un proceso de hidratación, solidificándose, y se llama conglomerante hidráulico porque presenta una fase sólida y estable en agua (Heredia y Peñaloza, 2021, p. 24).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 Hipótesis general

La fibra de vidrio al 5% y superplastificante al 1.2% influyen sustancialmente en la mejora del comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024.

3.1.2 Hipótesis específicas

- Las mezclas de concreto se calculan con base a normas y métodos válidos para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024.
- La fibra de vidrio al 5% y el aditivo superplastificante al 1.2% influyen sustancialmente en la mejora de la trabajabilidad del concreto fresco para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024.
- La fibra de vidrio al 5% y el aditivo superplastificante al 1.2% influyen sustancialmente en el incremento de la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024.

3.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

3.2.1 Identificación de la variable independiente.

La investigación presenta dos variables independientes que son: fibra de vidrio y aditivo superplastificante. Estas variables se operacionalizan a través de sus dimensiones: Dosis de fibra de vidrio y dosis de aditivo superplastificante. Los indicadores correspondientes a cada dimensión, sus escalas y los rangos de medición pueden visualizarse en la Tabla 1, correspondiente a la operacionalización de variables.

3.2.2 Identificación de la variable dependiente

La variable dependiente es: Resistencia mecánica del concreto. Esta variable se operacionaliza a través de sus dimensiones: Trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. Los indicadores correspondientes a cada dimensión, sus escalas y los rangos de medición pueden visualizarse en la Tabla 1, correspondiente a la operacionalización de variables.

3.2.3 Variables intervinientes

La presente investigación, no considera variables intervinientes.

Tabla 2*Operación de Variable del proyecto de investigación*

Variable	Definición de variables	Marco teórico operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Rango De medición	Tipo de variable
DEPENDIENTE							
Resistencia mecánica del concreto	Es el comportamiento mecánico que se define como la capacidad para soportar carga en un área determinada y es expresada en refuerzos (Choque, 2021).	La variable dependiente comportamiento mecánico se operacionaliza a través de sus dimensiones trabajabilidad y la resistencia la compresión y flexión. Asimismo, para se estudiará el comportamiento con la prueba de asentamiento y el esfuerzo resistente.	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajabilidad • Resistencia a la compresión • Resistencia a la flexión 	Prueba de asentamiento Esfuerzo resistente	Slump Kg/cm ² Kg/cm ²	2'' < A < 6'' 210 < f' < 245 34 ≤ M. R	Discreta Discreta Discreta
INDEPENDIENTE							
Fibra de vidrio	Es un material compuesto de filamentos de vidrio aglomerados con resinas que, cuando se entrelazan, dan lugar a una estructura fuerte y perfecta para ser utilizada como refuerzo estructural de otros materiales (Cordero, 2015).	La variable independiente fibra de vidrio se operacionaliza mediante su dimensión dosis en peso de fibra porcentualmente a la mezcla de concreto para luego medir la trabajabilidad y posteriormente su aporte resistivo.	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis de fibra de vidrio 	En peso y porcentual En peso y porcentual En peso y porcentual	Kg/m ³ - % Kg/m ³ - % Kg/m ³ - %	5 kg/m ³ 4 kg/m ³ 3 % kg/m ³	Discreta Discreta Discreta
Aditivo superplastificante	El superplastificante añadido a las mezclas de concreto posibilita la disminución del contenido de agua en un máximo del 20%, dependiendo de la cantidad utilizada (Salazar, 1990, p. 33).	La variable aditivo superplastificante se operacionaliza mediante su dimensión dosis en porcentaje de aditivo superplastificante, al adicionarse facilita la trabajabilidad del concreto fresco con fibra de vidrio y mejora las condiciones resistivas del mismo.	Dosis de aditivo super plastificante	En porcentaje En porcentaje por peso	%/peso ml/kg %/peso	500ml/42.5 kg 1.2%/42.5K g de cemento (una bolsa)	Discreta Discreta

Nota. Esta tabla muestra las variables del comportamiento mecánico del pavimento rígido con porcentajes de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La naturaleza de la investigación es de carácter básico. Para Baena (2014), la investigación básica o pura se define como el estudio de un problema destinado exclusivamente a la búsqueda de conocimiento (p. 11). Su objetivo principal es generar nuevos conocimientos o ajustar los principios teóricos existentes, contribuyendo así al avance del conocimiento científico.

Enfoque de investigación

Es una investigación cuantitativa. De acuerdo con Hernández et al. (2014), este método implica la recopilación de datos con el propósito de verificar hipótesis previamente establecidas antes del proceso metodológico. Con un enfoque cuantitativo, se formula un problema y preguntas específicas, de las cuales se derivan las hipótesis.

3.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de nivel explicativo. Conforme a la descripción ofrecida por Arias (2012), la investigación explicativa se enfoca en explorar las razones subyacentes de los sucesos, estableciendo conexiones de causa y efecto. En este contexto, tales estudios pueden ocuparse tanto de la identificación de las causas (investigación post facto) como de los efectos (investigación experimental), mediante la evaluación de hipótesis. Los hallazgos y conclusiones obtenidos reflejan un nivel de comprensión más profundo.

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

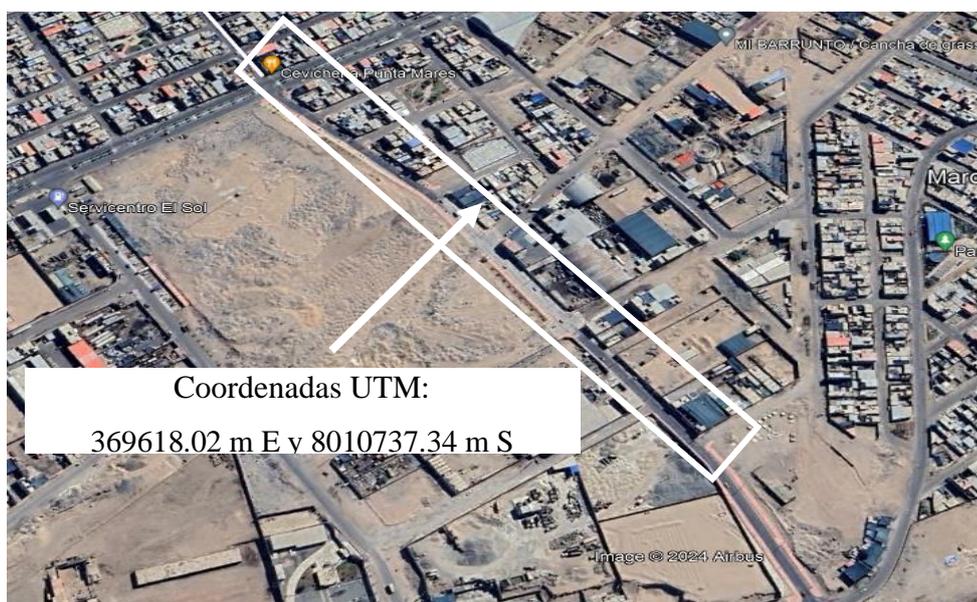
El diseño de investigación es experimental, ya que Hernández et al. (2014) caracterizan este tipo de diseño como aquellos estudios en los que no se manipulan deliberadamente las variables y se observan únicamente los fenómenos en su entorno natural para su posterior análisis.

3.6 ÁMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

El ámbito de investigación es el distrito de Ciudad Nueva, departamento de Tacna, ubicada en las siguientes coordenadas UTM: 369618.02m E y 8010737.34m S, al sur del Perú.

Figura 5

Ubicación del Proyecto



Nota. Ubicación del proyecto en figura extraída del Google Earth Pro En relación al calendario social, el estudio se llevó a cabo durante el lapso comprendido entre marzo y junio de 2024.

3.7 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.7.1 Unidad de estudio

La unidad de estudio de la presente investigación se circunscribe en el pavimento rígido de alto tránsito, que permite determinar la influencia de material adicionado como es la fibra de vidrio y el aditivo superplastificante, actuando el primero como un material incidente en el mejoramiento de las condiciones resistivas del concreto rígido, a nivel de resistencia a la flexión como de resistencia a la compresión; en cuanto al aditivo superplastificante, si bien aporta igualmente a una mejora en la resistencia, su función principal es permitir una trabajabilidad en el concreto fresco.

Los porcentajes adicionados en La cantidad de porcentaje de fibra de vidrio al diseño de mezcla patrón se da en kg/m^3 , y en relación al aditivo superplastificante, el aporte se da en ml/m^3 .

3.7.2 Población

La población estuvo conformada por tres (03) tandas de mezcla de concreto fresco de $210 \text{ kg/cm}^2 * \frac{1}{2} \text{ cm}^3$, de las que se extrajeron cuarenta y dos (42) testigos para realizar las diversas pruebas de compresión y veintiún (21) vigas prismáticas para pruebas a flexión, sometiéndolos a los equipos correspondientes, utilizando porcentajes controlados de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.

De acuerdo con la definición de Hernández et al. (2014), la población se refiere a la totalidad de casos que cumplen con ciertas especificaciones específicas (p. 174). Para Arias (2012) es un grupo de elementos que pueden ser finitos o infinitos, los cuales comparten características similares y sobre los cuales las conclusiones del estudio serán válidas de manera generalizada (p. 81).

3.7.3 Muestra

La muestra consistió en cuarenta y dos (42) especímenes de mezcla de concreto. De estos, siete (7) se destinarán al análisis de la trabajabilidad, variando los porcentajes de fibra de vidrio y aditivo superplastificante, mientras que los treinta seis (36) restantes se utilizarán para evaluar las resistencias a la compresión y flexión bajo diferentes proporciones de fibra de vidrio y aditivo superplastificante. Se empleará un método de muestreo no probabilístico por conveniencia.

3.8 PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS E INSTRUMENTO

Para el estudio nos basamos en las normas actuales emitidas por el gobierno nacional e internacional.

3.8.1 Procedimiento

El procedimiento empleado fue secuencial. Primero, se determinaron los parámetros necesarios para el diseño de mezclas de concreto, estableciendo la relación agua/cemento, el diámetro máximo nominal del agregado, y aplicando la metodología establecida por el ACI según la norma ACI 211. Este enfoque permitió calcular las proporciones de cemento, agua, agregado grueso y piedra angular media requeridas para el diseño de las mezclas.

Establecida la muestra patrón de concreto fresco y endurecido, se pasó a calibrar por peso y porcentaje las cantidades de fibra de vidrio a adicionarse, en concordancia al aditivo superplastificante, para lograr una trabajabilidad óptima. Seguidamente se procedió a realizar las pruebas de laboratorio para medir la trabajabilidad del concreto fresco adicionado con fibra de vidrio y superplastificante de acuerdo a las variables de estudio, siguiendo los parámetros y recomendaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 “concreto armado” y otras normas.

Asimismo, se procedió a determinar las resistencias del concreto probando en laboratorio la rotura de especímenes, tanto para pruebas de flexión como de compresión. Finalmente, la información se procesó, analizó e interpretó utilizando Microsoft Excel para la creación de diversas tablas de cálculo, garantizando un adecuado control de los datos. Además, Microsoft Word se empleó para la elaboración y presentación del documento final.

3.8.2 Técnicas

Técnica de diseño de mezclas de concreto simple

Se utilizó esta técnica en la aplicación de las normas ACI para el diseño de mezclas, teniendo en cuenta normatividades nacionales e internacionales al respecto.

Técnica de laboratorio de materiales.

Considera una serie de normatividades técnicas peruanas como las NTP e internacionales como ASTM, ACI, que han sido aplicadas para las diversas

pruebas de ensayo de materiales en laboratorio, aplicando para ello diversos equipos de laboratorio debidamente calibrados.

Técnica documental.

Facilitó la recolección de información primaria y secundaria, abarcando normatividad técnica e institucional, así como otra información complementaria que cubre los requisitos técnicos, tecnológicos, y las normas y procedimientos necesarios para la ejecución de la investigación.

3.8.3 Instrumentos

Protocolo de diseño de mezclas

Es la secuencia en el diseño de mezclas siguiendo los procedimientos establecidos en la norma ACI 211.1, utilizando las fichas de diseño y resultados correspondientes. Además, permitió realizar un seguimiento técnico operativo del diseño de la mezcla para concretos.

Ficha de observación de laboratorio de materiales

Permitió registrar todo el proceso de prueba y análisis de los testigos de concreto, tanto para concreto fresco como para concreto endurecido a 7, 14 y 28 días. Este registro abarcó desde el ingreso de las muestras al laboratorio hasta la obtención de los resultados.

Análisis documental

Se utilizó una ficha de registro de información documental secundaria a nivel de normatividad técnica, institucional u otra información para el registro de información válida.

CAPITULO IV

RESULTADO

4.1 DESCRIPCION DE TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo consistió en la visita a la zona de investigación y la ubicación de la cantera para la extracción de materiales.

Figura 6

Fallas en el pavimento rígido de la calle Daniel Alcides Carrión



Nota. Se observan fallas transversales en la calle Daniel Alcides Carrión.

Extracción de muestra de cantera.

Se utilizó agregados provenientes de la cantera Arunta, ubicada en el distrito Gregorio Albarracín, la cual extiende agregado grueso y piedra mediana angular, se encuentra ubicada en la localización geográfica detallada a continuación.

Tabla 3

Coordenadas geográficas

COORDENADAS GEOGRAFICAS	
latitud	longitud
18°01'44"S	70°13'26"O

Figura 7

Vista panorámica de la ubicación de la cantera Arunta



Nota. Vista panorámica de la cantera Arunta, que muestra la ubicación del punto de extracción de agregado grueso y piedra angular. Fuente: Google Earth

En la indicada cantera se adquirió 260 kilos de piedra de media angular y 260 kilos arena gruesa, habiéndose trasladado estos agregados al laboratorio de Geología y Geotecnia Geoingeniería E.I.R.L, ubicado en el distrito Gregorio Albarracín, Asociación Las Américas Manzana E, lote 11.

Cuarteo de agregados

Se llevó a cabo la subdivisión de los agregados según la Norma NTP 400.043. La muestra fue colocada en una superficie plana y limpia. El material fue mezclado tres veces mediante volteos sucesivos, formando un cono con la muestra en la última vuelta. Se niveló el cono utilizando una pala hasta alcanzar las dimensiones deseadas de diámetro y grosor. La muestra fue separada en cuatro sectores circulares opuestos y fue retirada utilizando una pala o espátula. Este procedimiento se repitió hasta obtener la cantidad requerida de muestra.

4.2 DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

4.2.1 Propiedades físicas de los agregados

El agregado grueso y la piedra angular de tamaño media están compuestos por granos duros y compactos, que idealmente tienen una forma adecuada y perfilada. Debido a su naturaleza, estos agregados pueden incluir partículas de limo, arcilla y otras materias orgánicas que se encuentran en la zona de extracción.

Peso específico de los agregados

El peso específico es el resultado de dividir el peso de los agregados por su volumen, sin considerar los espacios vacíos. Este parámetro es fundamental en el diseño de mezclas porque permite calcular la cantidad exacta de agregado necesaria para obtener un volumen determinado de concreto utilizable.

Agregado grueso

Se procedió a obtener la muestra mediante el método de cuarteo correspondiente, resultando en 1 kg de agregado para el análisis. La muestra fue colocada en un recipiente y sumergida en agua durante 24 horas. Después de la decantación, se procedió al secado de la muestra de manera que se evitara la pérdida de finos y la adherencia entre partículas. Una vez que la muestra estuvo completamente seca, se compactó en un recipiente cónico en capas de 25 golpes.

Para verificar la sequedad del material, se retiró el molde y se observó si el agregado grueso conservaba su forma; si no la mantenía, se consideró que la muestra estaba lista para su uso.

Posteriormente, se preparó un frasco con 500 g de material y se llenó con agua a una temperatura media de 23 °C, asegurándose de eliminar las burbujas de aire mediante agitación continua durante aproximadamente 5 a 10 minutos. Luego, se determinó el peso del frasco, la muestra y el agua.

Finalmente, la muestra fue retirada del frasco y se secó en un horno a aproximadamente 110 °C durante una hora.

- **Piedra angular de media**

Primero, se realizó el cuarteo del agregado para obtener la muestra de prueba. Luego, se tamizó el material seleccionado utilizando el tamiz N°4, y la fracción retenida fue la muestra que se utilizó. Se pesaron los recipientes empleados antes de pesar la muestra. Después, se procedió a lavar el agregado para asegurar la eliminación de polvo y otras impurezas adheridas. La muestra fue luego colocada en un horno a una temperatura entre 100°C y 110°C durante 24 horas, seguido de un período de reposo de 1 a 3 horas fuera del horno y luego de 24 horas sumergida en agua. Al finalizar el período de inmersión, se secó la muestra con una tela absorbente o papel para eliminar el exceso de agua y humedad superficial. Los fragmentos grandes se secaron individualmente. Una vez seca, se obtuvo el peso superficialmente seco de la muestra. Posteriormente, se verificaron la balanza y la canastilla metálica, y se pesó la muestra a una temperatura entre 21°C y 25°C para determinar su peso sumergido en agua. Luego de medirlo, la muestra se introdujo nuevamente en el horno a una temperatura entre 100°C y 110°C durante 24 horas. Finalmente, se retiró la muestra del horno, se dejó enfriar y se pesó para obtener el peso final de la muestra seca.

Análisis granulométrico

Se llevó a cabo el análisis granulométrico de los agregados gruesos según lo establecido en la norma NTP 400.012 de la siguiente manera: Inicialmente, se pesó la muestra seca a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Posteriormente, la muestra fue tamizada manualmente utilizando la serie de tamices especificada. El proceso de tamizado continuó hasta que, transcurrido un tiempo adecuado, no quedó más del 1% de la muestra retenida en cada tamiz. Finalmente, se registraron los pesos retenidos, asegurándose de que la suma de estos pesos coincidiera con el peso inicial de la muestra seca.

Contenido de humedad

Se llevó a cabo el procedimiento para determinar el contenido de humedad conforme a la norma NTP 339.185, de la siguiente manera: En primer lugar, se

pesó la muestra húmeda utilizando 3 kg de material según las especificaciones indicadas, registrando el peso inicial. Posteriormente, la muestra fue sometida a un proceso de secado en una estufa a una temperatura constante de 110 ± 5 °C durante 24 horas para asegurar un secado uniforme. Una vez completado el tiempo de secado, la muestra fue retirada de la estufa y se dejó enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente. Finalmente, se realizó el pesaje de la muestra ya completamente seca.

Peso unitario

Para determinar el peso unitario de los agregados gruesos y de la piedra angular de media, tanto en estado suelto como compactado, se utilizaron los siguientes instrumentos.

- Balanza precisa con una sensibilidad de 0.1 gramos.
- Recipiente cilíndrico o molde, con volumen conocido.
- Varilla con un diámetro de 5/8 de pulgada y una longitud de 60 centímetros.
- Cucharón metálico.
- Horno.

Peso unitario del agregado grueso (NTP 400.01.017)

Para este procedimiento específico, se comenzó preparando la muestra mediante un proceso de lavado, seguido de secado en horno a $110 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ durante 24 horas, antes de proceder con el ensayo.

- Peso unitario suelto

El procedimiento para determinar el peso unitario suelto comenzó con la medición inicial del volumen y peso del molde. Luego, se agregó el material dentro del molde utilizando un cucharón metálico, llenándolo hasta alcanzar una altura de 5 cm sobre el borde del molde. Posteriormente, se niveló la superficie del material con una varilla lisa de 5/8 de pulgada para eliminar el exceso de material y asegurar un llenado uniforme. Se registró el peso del agregado dentro del molde, procedimiento que se repitió dos veces para obtener un promedio de los resultados.

- **Peso unitario compactado**

Para este ensayo, se comenzó determinando el volumen y peso del cilindro del molde. Luego, se llenó el molde con el agregado hasta un tercio de su capacidad y se compactó con 25 golpes, utilizando una varilla de 5/8 de pulgada distribuida uniformemente por toda el área del molde sin que la varilla tocara el fondo, para lograr una compactación uniforme del material. Este proceso se repitió dos veces hasta que el molde estuvo completamente lleno. Después, se niveló la superficie del material en el molde utilizando la varilla, se pesó el agregado dentro del molde y se registró el valor obtenido. Este procedimiento se repitió dos veces para obtener un promedio de los resultados.

Peso unitario de la piedra angular de media (NTP 400.01.017)

- **Peso unitario suelto**

Para determinar el peso unitario suelto, primero se determinó el volumen y peso del molde. Luego, se colocó el agregado dentro del molde con ayuda del cucharón metálico, llenándolo a una altura de 5 cm sobre el molde, se enrasó con ayuda de la varilla lisa de 5/8" para quitar el material excedente. Posteriormente, se pesó el agregado dentro del molde y se registró el valor obtenido. Este procedimiento se repitió dos veces para obtener un promedio de resultado.

- **Peso unitario compactado**

Se determinó inicialmente el volumen y peso del molde cilíndrico. Luego, se agregó el material dentro del molde hasta llenarlo a un tercio de su capacidad y se compactó mediante 25 golpes distribuidos uniformemente con una varilla de 5/8 de pulgada, asegurándose de que la varilla no tocara el fondo para lograr una compactación uniforme del material. Este proceso se repitió dos veces hasta que el molde estuvo completamente lleno. Después, se niveló la superficie del material en el molde utilizando la varilla de 5/8 de pulgada, se pesó el agregado dentro del molde y se registró este

valor. Este procedimiento se repitió dos veces para obtener un promedio de los resultados obtenidos.

4.2.2 Propiedades mecánicas de los agregados.

Abrasión en máquina de Los Ángeles

Se llevó a cabo este procedimiento con el propósito de calcular el porcentaje de desgaste de los agregados, siguiendo las directrices establecidas por la norma NTP 400.019. Los equipos utilizados fueron los siguientes.

- Aparato de abrasión Los Ángeles
- Tamices de 12.5 mm (1/2”), 9.5 mm (3/8”) y 2.0 mm (N° 10)
- Balanza calibrada con una precisión de 0.1 gramos
- Bolas de acero
- Bandeja
- Horno
- Cucharón

Para este procedimiento, se siguió la granulometría específica de nuestra muestra. Se optó por el método B, por lo tanto, se procedió a pesar 2.5 kg de agregado grueso retenido en el tamiz de 3/4 de pulgada y otros 2.5 kg de agregado grueso retenido en el tamiz de 1/2 pulgada, obteniendo una muestra de 5.0 kg. Luego se colocó la muestra obtenida dentro de la máquina de Los Ángeles y las 11 esferas metálicas, programando la máquina para un periodo de 15 minutos a 500 revoluciones. Una vez terminado el tiempo programado se retiró el material de la máquina de Los Ángeles, donde el material es tamizado con la malla N° 10, a la vez se descartó el material que pasa por esta malla. El material retenido en la malla N°10 fue lavado, puesto en una bandeja y llevado al horno a una temperatura de 110°C por un periodo de 24 horas. Pasado las 24 horas el material fue retirado del horno, luego se dejó enfriar y se pesó para su registro de peso final de la muestra.

4.2.3 Diseño de mezcla del concreto por el metodo ACI 211

Posterior a la determinación de las propiedades físicas de los agregados en laboratorio, se procedió a realizar el diseño de mezcla por el método ACI 211 para la obtención de un concreto $f'c = 210$ Kgf/cm.

Cálculos de la resistencia a compresión

Para determinar la resistencia a la compresión del concreto a utilizar, se tomó un valor superior al de la resistencia de diseño, dado que no se contó con el registro de probetas como base para la dosificación, habiéndose determinado con base a la siguiente tabla.

Tabla 4

Resistencia promedio a la compresión requerida

Resistencia especificada a la compresión	Resistencia promedio requerida a la compresión
Menos de 210	$F'c+70$
210-250	$F'c+84$
>350	$F'c+98$

Tamaño máximo nominal

Se describe la malla del tamaño máximo del agregado que se debe utilizar, donde existen varias consideraciones. En esta tesis el tamaño máximo nominal del agregado es 1/2".

Ensayo del cono de Abrams

Para evaluar el asentamiento del concreto diseñado para este proyecto, se utilizó la prueba de consistencia plástica conocida como Slump.

La siguiente tabla muestra el grado de asentamiento observado en el concreto.

Tabla 5*Tipos de asentamiento*

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

Volumen unitario del agua

Este procedimiento implicó calcular la cantidad de agua por unidad de volumen necesaria para el concreto, siguiendo las directrices proporcionadas por el ACI 211.

Tabla 6*Volumen del Agua*

Asentamiento	Agua en l/m ³ , para tamaños máximos nominales de agregado							
	grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Para lograrlo, la mezcla de revestimiento de consistencia plástica tuvo un asentamiento entre 3 a 4 pulgadas y un tamaño máximo nominal de 1/2 pulgada, teniendo como resultado 216 litros por metro cúbico.

Relación agua / cemento

Para determinar la relación agua-cemento, se tuvo en cuenta las condiciones necesarias para asegurar la durabilidad de la muestra, considerando el valor de

resistencia a la compresión del concreto (f_c), ya sea con o sin aire incorporado en la mezcla.

Tabla 7

Relación de a/c para el diseño

F'cr (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

Como se mencionó anteriormente, el valor de resistencia a la compresión es de f_{cr} es de 294 kg/cm². Para encontrar su ubicación en la tabla, es necesario realizar una interpolación utilizando valores superiores e inferiores a 294.

Tabla 8

Relación de agua y cemento

fcr	a/c
250.00	0.62
294.00	X
300.00	0.55

La relación de agua/cemento de la interpolación es de 0.56. Para poder establecer una buena pasta trabajable en la mezcla de concreto se realizó una corrección A/C al 5% teniendo como resultado 0.586 a/c.

Factor cemento

El factor del cemento se determina utilizando la siguiente fórmula:

$$F_c = \frac{\text{Volumen unitario del agua}}{\text{relacion a/c}} = \frac{216 \frac{l}{m^3}}{0.586} = 368.400 \text{ kgf/m}^3$$

Peso del agregado Grueso

Para la obtención del agregado grueso, se tomó como dato el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de finesa del agregado grueso utilizando la siguiente tabla.

Tabla 9

Peso del agregado grueso por unidad del volumen del concreto

Tamaño máximo del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finesa(b/bo)			
	2.4	2.60	2.8	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Se tiene un módulo de finesa de 2.86 y un tamaño máximo de piedra angular de 1/2", y como resultado de la interpolación un módulo de finesa de b/bo 0.54.

Para la obtención del agregado grueso se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{Peso del agregado grueso} = \text{peso de unitario compactado} * \frac{b}{bo}$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 1504 * 0.54 = 812.16 \text{ kgf}$$

Contenido de agregado grueso y piedra angular de media

Se determinó el volumen del agregado grueso y de la piedra angular de media utilizando la fórmula del volumen unitario del concreto. Una vez obtenido el

volumen necesario, se dividió el peso del material entre la densidad del material determinada en el ensayo.

$$\text{Volumen unitario del material} = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Densidad del material}}$$

$$\text{Cemento} = \frac{368.400 \text{ kgf/m}^3}{2.8 \text{ grf/cm}^3} = 0.132 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{216 \text{ l/m}^3}{1000 \text{ grf/cm}^3} = 0.216 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{812.16}{21615} = 0.311 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 2.5\% = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 0.683 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado} = 1 - 0.683 = 0.317 \text{ m}^3$$

Determinación del volumen absoluto del agregado grueso

Se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen absoluto del agregado grueso} = 0.317 * 2525 = 800.05 \text{ m}^3$$

Corrección del peso de los agregados por el contenido de humedad.

Para realizar las adecuaciones necesarias relacionadas con el contenido de humedad de los agregados, se aplicó lo indicado en la normativa correspondiente:

Agregado grueso

$$\text{Peso humedo} = 800.05 * \left(\frac{1.90\%}{100} + 1 \right) = 815.25 \text{ kg}$$

Piedra angular de media

$$\text{Peso humedo} = 812.16 * \left(\frac{0.29\%}{100} + 1 \right) = 814.52 \text{ kg}$$

Agua efectiva

$$\left(216 - \left(815.25 * \frac{2.14 - 1.90}{100} \right) \right) + \left(814.52 * \frac{1.39 - 0.29}{100} \right) = 226.92 \text{ l}$$

Tabla 10*Formulación de la mezcla en estado húmedo*

Material	Peso /m3
Cemento	368.400
Agua	226.916
Agregado grueso	815.25
Piedra angular de media	814.52

Proporción de cemento, agregados y agua

Se calcula la proporción de los materiales en P3.

Tabla 11*Determinación de mezcla en p3*

Material	Peso húmedo /m3
Cemento	1 p3
Agua	26.17 lt
Agregado grueso	2.213 p3
Piedra angular de media	2.211p3

Nota. Para la obtención del p3 se dividió el peso húmedo de m3 de los agregados entre peso húmedo del cemento.

Diseño de mezcla para fibra de vidrio y aditivo superplastificante

Una vez completado el diseño de la mezcla con las dosificaciones precisas, se determinó el peso específico de los materiales por grupo según lo requerido para la investigación. Se utilizarán probetas cilíndricas de dimensiones 10 x 20 para realizar ensayos de compresión, y se fabricarán vigas prismáticas de dimensiones 15 x 15 x 50 para realizar ensayos de flexión.

Fibra de vidrio

Para la presente investigación se utilizó la fibra de vidrio MAT 450, empleando implementos de seguridad tales como: guantes, tapa boca y lentes para su manejo. Debido a que la fibra de vidrio adquirida tiene una presentación en

rollos, se cortaron en filamentos finos de 15 mm de forma manual. El porcentaje de fibra de vidrio fue en relación al porcentaje por bolsa de cemento: 3%, 4% y 5%.

Figura 8

Fibra de Vidrio Mat 450



Nota. Corte de la fibra de vidrio en filamentos de 15 mm de longitud.

Aditivo superplastificante

Para el uso del aditivo superplastificante SIKAMENT-290N, nos recomienda los porcentajes por bolsa de cemento 0.7% - 1.20% para el diseño de mezcla de concreto con aditivo superplastificante.

Figura 9

Aditivo superplastificante



Nota. Sikament 290° recomienda 0.7%-1.2% del peso del cemento.

4.2.4 Elaboración de concreto con fibra de vidrio y aditivo superplastificante.

Según el diseño de mezcla establecido, se procedió a preparar el concreto con la dosificación calculada para llevar a cabo los ensayos, cumpliendo con los requisitos de la norma ASTM C31, que especifica lo siguiente:

- Seleccionar cuidadosamente los materiales para la elaboración del concreto de acuerdo con el diseño establecido, asegurando una mezcla homogénea y precisa según la dosificación.
- Preparar adecuadamente los moldes correspondientes para el vertido del concreto.
- Una vez preparada la mezcla de concreto, se observa el comportamiento del asentamiento de la mezcla antes de proceder con el vertido en los moldes específicos requeridos para estos ensayos.

Figura 10

Muestra de materiales de agregados



Nota. Se observa los materiales a usar en el diseño de mezcla.

Figura 11*Premezclado de concreto*

Nota. Se aprecia el premezclado del concreto con diferentes porcentajes de fibra de vidrio.

Preparación de probetas cilíndricas utilizando fibra de vidrio y un aditivo superplastificante.

Los moldes de las probetas cilíndricas empleadas en este ensayo están regulados por la norma ASTM-C470, con dimensiones de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura. Para la preparación de las muestras, se requirió compactarlas con una varilla de 5/8 de pulgada en tres capas, aplicando 25 golpes de manera uniforme en cada fase, con el fin de asegurar que no queden espacios vacíos en la probeta cilíndrica:

- A: Probeta estándar de concreto del diseño de mezcla con resistencia de 210 kgf/cm²
- B: probeta con fibra de vidrio al 5% y 1.2% aditivo superplastificante.
- C: probeta con fibra de vidrio al 4% y 1.2% aditivo superplastificante.
- D: probeta con fibra de vidrio al 3% y 1.2% aditivo superplastificante.
- E: probeta con fibra de vidrio al 5% y 0.7% aditivo superplastificante.
- F: probeta con fibra de vidrio al 4% y 0.7% aditivo superplastificante.
- G: probeta con fibra de vidrio al 3% y 0.7 % aditivo superplastificante.

Figura 12*Probetas cilíndricas del concreto patrón***Figura 13***Probetas cilíndricas con Adición de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.*

A continuación, se detallan las cantidades de probetas cilíndricas que fueron elaboradas:

Tabla 12*Número de probetas cilíndricas preparadas con la incorporación de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.*

Probetas cilíndricas	7 días	14 días	28 días	Total
5% F.v.* + 1.2% Ad.**	2	2	2	6 probetas
4% F.v.* + 1.2% Ad.**	2	2	2	6 probetas
3% F.v.* + 1.2% Ad.**	2	2	2	6 probetas
5% F.v.* + 0.7% Ad.**	2	2	2	6 probetas
4% F.v.* + 0.7% Ad.**	2	2	2	6 probetas
3% F.v.* + 0.7% Ad.**	2	2	2	6 probetas
Total de probetas				36 probetas

Nota: F.v.*: fibra de vidrio **Aditivo superplastificante.

Tabla 13

Número de probetas cilíndricas estándar de concreto fabricadas.

Probetas cilíndricas	7 días	14 días	28 días	Total
Concreto patrón	2	2	2	6
Total de probetas				6 probetas

Preparación de vigas prismáticas para ensayos de flexión, utilizando fibra de vidrio y aditivo superplastificante.

Las muestras prismáticas utilizadas en este ensayo cumplen con la normativa ASTM C31 y tienen dimensiones de 15 cm x 15 cm x 55 cm. Para su preparación, se empleó una varilla de 5/8” para realizar 54 pasadas espirales y se golpeó con un martillo de goma 15 veces, asegurando una distribución uniforme del concreto para evitar la formación de espacios vacíos en la probeta prismática. Finalmente, se aplicó una capa adicional de concreto para enrasar y nivelar de manera homogénea, seguido de la colocación de su identificación correspondiente.

Figura 14

Probetas prismáticas con adición de fibra de vidrio y aditivo superplastificante



Nota. Manufactura de moldes prismáticos con concreto patrón y diferentes porcentajes de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.

Tabla 14*Cantidad probetas prismáticas de fibra de vidrio y aditivo superplastificante*

Probetas cilíndricas	7 días	14 días	28 días	Total
5% F.v.* + 1.2% Ad.**	1	1	1	3 probetas
4% F.v.* + 1.2% Ad.**	1	1	1	3 probetas
3% F.v.* + 1.2% Ad.**	1	1	1	3 probetas
5% F.v.* + 0.7% Ad.**	1	1	1	3 probetas
4% F.v.* + 0.7% Ad.**	1	1	1	3 probetas
3% F.v.* + 0.7% Ad.**	1	1	1	3 probetas
Total de probetas				18 probetas

Nota: F.v.: fibra de vidrio **Aditivo superplastificante.***Tabla 15***Número de probetas prismáticas estándar de concreto*

Probetas cilíndricas	7 días	14 días	28 días	Total
Concreto patrón	1	1	1	3
Total de probetas				3 probetas

Curado de las probetas

Una vez que las probetas cilíndricas y prismáticas pasan del estado fresco al estado endurecido por el proceso de fraguado, se trasladan a tanques de agua para llevar a cabo el curado. En estos tanques, las probetas son completamente sumergidas durante períodos de 7, 14 y 28 días, según sea necesario, mientras se verifica periódicamente la temperatura del concreto para asegurar un control adecuado

Figura 15

Curado de Probetas



Nota. Se aprecia el curado de los probetas prismáticas y cilíndricas con diferentes porcentajes de fibra de vidrio y aditivo superplastificante a los 7,14 y 28 días.

4.2.5 Ensayo de laboratorio para las propiedades física del concreto.

Prueba de consistencia con cono de Abrams.

Para verificar la trabajabilidad del concreto, se realizó la prueba del cono de Abrams. Para este ensayo, se empleó un molde de cono truncado con las siguientes dimensiones: altura de 30 cm, diámetro de base de 20 cm y diámetro superior de 20 cm. Para compactar el concreto, se utilizó una varilla lisa de acero de 5/8 de pulgada de diámetro y 60 cm de longitud, con un extremo ovalado y libre de imperfecciones.

Para llevar a cabo este ensayo, se colocó el molde sobre una base metálica plana previamente humedecida para asegurar que permanezca estable sin movimientos durante la prueba. Se vertió la primera capa de concreto, que representaba un tercio del volumen total del cono de Abrams, y luego se compactó utilizando la varilla de acero liso de 5/8 de pulgada, aplicando 25 golpes de manera uniforme en toda la superficie del cono. Después, se

añadieron otras dos capas de concreto, cada una de un tercio del volumen, siguiendo el mismo proceso de compactación para asegurar que la varilla penetre adecuadamente en la capa inferior y evite la formación de espacios vacíos. La tercera y última capa se llenó con un ligero exceso de concreto para luego enrasarla y obtener una superficie uniforme. Una vez que el cono estuvo completamente lleno y enrasado, se levantó delicadamente el molde.

Figura 16

Slump con adición de fibra de vidrio y aditivo superplastificante



Nota: Se precisa el inicio de la operación hasta el término del ensayo. Este no debe pasar más de 2 min, luego el proceso de desmolde deberá ser lo más rápido, máximo 5 segundos.

4.2.6 Ensayo de laboratorio para las propiedades mecánicas del concreto.

Ensayo de resistencia a compresión

Este ensayo se llevó a cabo en el laboratorio Geología y Geotecnia E.I.R.L., que cuenta con una máquina compresora de rotura de probetas a resistencia a la compresión, previamente certificada y calibrada. El ensayo se realizó de

acuerdo con la norma ASTM C39, la cual indica que la carga axial debe aplicarse en la base superficial circular de la probeta.

Los equipos empleados son el compresor para la ruptura de probetas y discos circulares de acero macizo. Se utiliza este ensayo de resistencia a la compresión debido a su simplicidad para evaluar las muestras de concreto. En este contexto, las propiedades mecánicas del concreto varían considerablemente, lo que resulta en un aumento de la resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión de las muestras cilíndricas se calculó utilizando la fórmula siguiente.

$$f_c = \frac{P}{A} \left(\frac{kgf}{m^2} \right); A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Donde

- **f_c**: Es la resistencia a la compresión del concreto en kgf/cm².
- **P**: Representa la carga axial máxima que produce la ruptura de la probeta, medida en kg.
- **D**: Indica el diámetro de la probeta en centímetros (cm).
- **A**: Es el área promedio de la sección transversal de la base de la probeta, medida en centímetros cuadrados (cm² (cm2)).

Figura 17

Resistencia a compresión con diferentes porcentajes de fibra de vidrio y Aditivo superplastificante



Nota. En la figura se observa la rotura de las probetas cilíndricas y las fallas por compresión.

Tipo de fractura

Este tipo de ensayos también permite detectar defectos como grietas y rupturas, conforme a las directrices de la norma ASTM C39. Los tipos de fractura que pueden observarse son los siguientes.

Figura 18

Esquema de roturas típicas

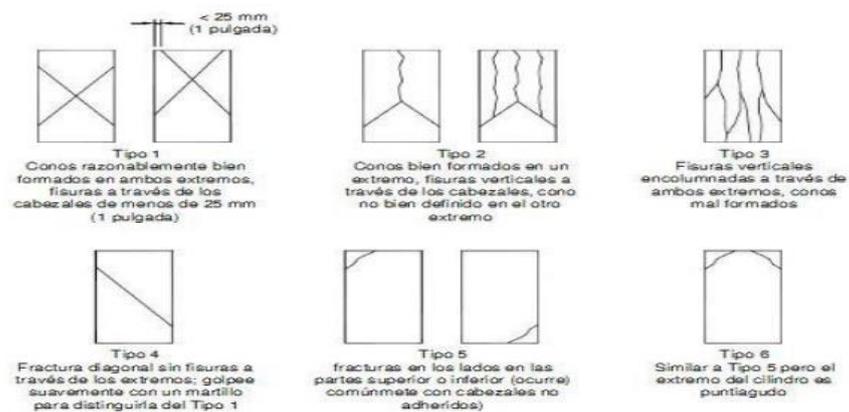


Figura 19

Fractura con adición de fibra de vidrio y aditivo superplastificante



Nota. En la figura se aprecia rotura de briquetas con diferente tipo de fallas.

Ensayo de resistencia a flexión.

El ensayo de resistencia a flexión se realizó de acuerdo con la norma NTP 339.078 en 21 probetas prismáticas, evaluadas a edades de 7, 14 y 28 días. Para este procedimiento, las muestras prismáticas de concreto fueron retiradas de la poza de curado con agua, codificadas, medidas en longitud, ancho y altura, pesadas y luego sometidas a carga en una máquina de ensayo hasta la falla. Se registraron todos los datos meticulosamente durante el proceso. El módulo de rotura se determina en la zona de tensión, dentro del tercio central de la luz de la viga.

Por lo tanto, se calcula el módulo de rotura utilizando la siguiente fórmula.

$$R = \frac{P.L}{b.d^2}$$

Figura 20

Muestras prismáticas con sus respectivos trazos

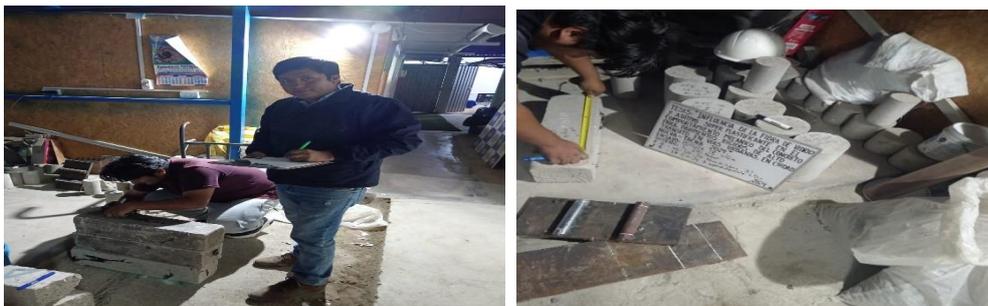


Figura 21

Rotura del ensayo a flexión



*Nota. *Las muestras deben exhibir una superficie uniforme y suave, sin grietas ni agujeros, para asegurar la máxima resistencia del espécimen.*

4.3 RESULTADOS.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el laboratorio mediante tablas y figuras:

4.3.1 Para el objetivo específico N°1: cálculo del diseño de mezclas para pavimento rígido .

Resultado de las propiedades físico mecánicas de los agregados

Para poder obtener las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la cantera - Arunta se realizaron diferentes ensayos, para la piedra angular y el agregado grueso.

Tabla 16

Peso unitario de la Arena gruesa

Procedimiento	Arena						
	Suelto			Varillado			
N° de ensayo		01	02	03	01	02	03
Peso del molde	gr.	8203	8203	8203	8203	8203	8203
Volumen del molde	cc.	3242.72	3242.72	3242.72	3242.72	3242.72	3242.72
Peso molde + muestra	gr.	13303	13298	13316	14207	14259	14229
Peso de muestra neta	gr.	5100	5095	5113	6004	6056	6026
Pesos unitarios	gr./cc.	1.573	1.571	1.577	1.852	1.868	1.858
Peso unitario promedio	gr./cc.	1.574			1.859		

Tabla 17

Peso unitario de la piedra angular de media

Procedimiento	Grava						
	Suelto			Varillado			
N° de ensayo		01	02	03	01	02	03
Peso del molde	gr.	8287	8287	8287	8287	8287	8287
Volumen del molde	cc.	3242.11	3242.11	3242.11	3242.11	3242.11	3242.11
Peso molde+muestra	gr.	12632	12626	12578	13172	13153	13165
Peso de muestra neta	gr.	4345	4339	4291	4885	4866	4878
Pesos unitarios	gr./cc.	1.340	1.338	1.324	1.507	1.501	1.505
Peso unitario promedio	gr./cc.	1.334			1.504		

Tabla 18*Ensayo de contenido de humedad*

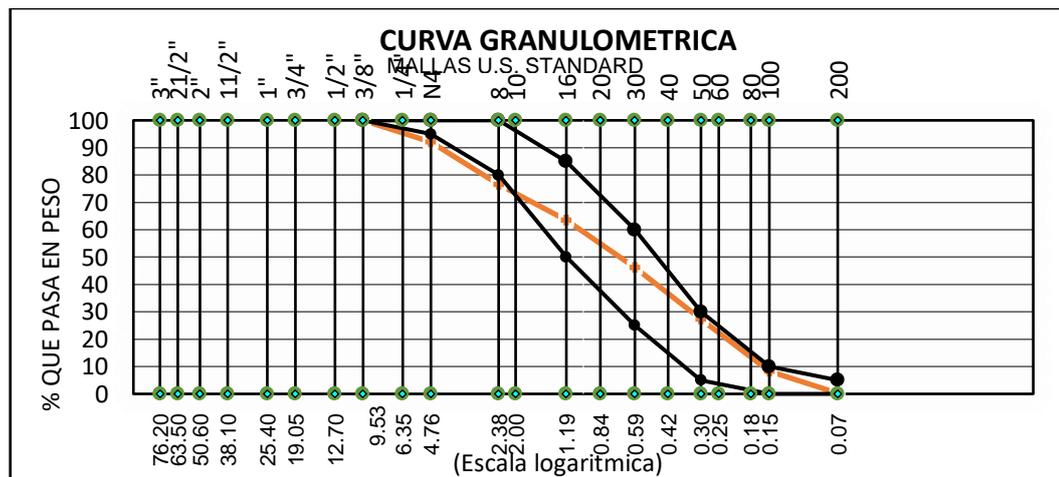
Procedimiento		Grava	Arena
		Muestra 01	Muestra 02
Peso de la tara	gr.	46.17	0.00
Peso de la muestra húmeda + tara	gr.	701.90	1197.80
Peso de la muestra seca + tara	gr.	700.00	1175.50
Peso del agua	gr.	1.90	22.30
Peso de la muestra seca	gr.	653.83	1175.50
Contenido de humedad	%	0.29	1.90

Tabla 19*Ensayo de peso específico y absorción en arena gruesa*

Agregado grueso - norma E 205				
N° de ensayo		01	02	03
Peso mat. sat. sup. seco (en aire)	gr.	102.40	102.90	
Peso fiola + agua	gr.	644.80	643.10	
Peso fiola + agua + a	gr.	747.20	746.00	
Peso del mat. + agua en la fiola	gr.	707.10	706.50	
Vol. de masa + vol. de vacios	gr.	40.10	39.50	
Peso de mat. seco en estufa (105°C)	gr/cc.	100.10	100.90	
Vol. de masa	gr/cc.	37.80	37.50	
P.e. bulk (base seca)	gr/cc.	2.496	2.554	2.525
P.e. bulk (base saturada)	gr/cc.	2.554	2.605	2.579
P.e. aparente (base seca)	gr/cc.	2.648	2.691	2.669
% de absorcion		2.298	1.982	2.140
P.e. (base seca)	gr/cc.		2.525	

Tabla 20*Ensayo de peso específico y absorción de piedra angular de media*

Agregado grueso - norma mtc 206				
N° de ensayo		01	02	03
Peso mat. sat. sup. seco (en aire)	gr.	4420.00	4548.00	
Peso mat. sat. sup. seco (en agua)	gr.	2755.00	2830.00	
Vol. masa + vol. de vacíos	gr.	1665.00	1718.00	
Peso de mat. seco en estufa (105°c)	gr.	4358.00	4487.00	
Vol. de masa	gr.	1603.00	1657.00	
P.e. bulk (base seca)	gr/cc.	2.617	2.612	2.615
P.e. bulk (base saturada)	gr/cc.	2.655	2.647	2.651
P.e. aparente (base seca)	gr/cc.	2.719	2.708	2.713
% de absorción		1.423	1.359	1.391
P.e. (base seca)	gr/cc.		2.615	

Figura 22*Granulometría para la arena gruesa*

Nota. Se obtuvo el módulo de finura del agregado grueso obtenido en la cantera Arunta, con valor de 2.86.

Resultados del cálculo del diseño de mezclas para pavimento rígido

Tabla 21

Resultado de las Propiedades físicas de los agregados

Tipo de agregado	Propiedades	Cantera Arunta
Agregado grueso	Contenido de humedad (%)	1.90
	Peso específico (gr/cm ³)	2.525
	Porcentaje de absorción (%)	2.14
	PUS seco (kg/cm ³)	1574
	PUC seco (kg/cm ³)	1859
	Tamaño máximo nominal	1/2
	Perfil del agregado	Angular
Piedra angular de media	Contenido de humedad (%)	0.29
	Peso específico (gr/cm ³)	2.615
	Porcentaje de absorción (%)	1.39
	PUS seco (kg/cm ³)	1334
	PUC seco (kg/cm ³)	1504

Nota. La tabla muestra las propiedades físicas de los agregados.

Para el diseño de mezcla del pavimento rígido se tuvo las siguientes consideraciones, características de los agregados, asentamiento (SLUM) de 3 – 4 con el fin de analizar la resistencia del concreto. Para obtener una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se empleó el Método ACI 211, respecto a los rangos establecidos, con el fin de dar al concreto fresco ciertas propiedades en función a la estructura que va a ser diseñado.

Tabla 22

Los materiales necesarios por metro cúbico para el diseño del concreto estándar

Material de Diseño	
Cemento	386.82 kg
Agregado grueso	798.32 kg
Piedra angular de media	814.52 kg
Agua	226.88 lt

Tabla 23

Los materiales ajustados por metro cúbico para el diseño del concreto estándar, considerando la relación agua/cemento.

Material de Diseño	
Cemento	368.40 kg
Agregado grueso	815.25 kg
Piedra angular de media	814.52 kg
Agua	226.92 lt

Nota. Se ajustó la relación agua/cemento en el diseño de mezcla para mejorar la trabajabilidad del concreto.

Tabla 24

Porcentaje de fibra de vidrio

Fibra de vidrio adicionado	
3% fibra de vidrio	11.05 kg
4% fibra de vidrio	14.74 kg
5% fibra de vidrio	18.42 kg

Tabla 25

Porcentaje de aditivo superplastificante

Aditivo superplastificante	
0.7 Ad. superplastificante	2.71
1.2 Ad. superplastificante	4.64

Nota. Porcentaje de aditivo superplastificante en relación a la cantidad de cemento por m³.

4.3.2 Para el objetivo específico N°2: Trabajabilidad del concreto fresco para pavimentos rígidos.

Asentamiento de concreto

Para el ensayo de revenimiento o asentamiento en el cono de Abrams se realizó de acuerdo a lo indicado en la NTP.339.35, tomando como muestra las tandas de concreto según los diferentes porcentajes de fibra de vidrio para un slump

de 3-4, teniendo como resultado de las tres tandas de concreto una trabajabilidad al 3% de fibra de vidrio y 1.20% de aditivo superplastificante con un promedio de asentamiento de 3.5%.

Tabla 26

Asentamiento de las tandas de concreto según diferentes porcentajes de adición de fibra de vidrio

Tanda	Patrón	3 fibra de vidrio	3 fibra de vidrio	4 fibra de vidrio	4 fibra de vidrio	5 fibra de vidrio	5 fibra de vidrio
		1.20%	0.70%	1.20%	0.70%	1.20%	0.70%
Asentamiento del concreto en el cono de abrams (pulg)							
N°1	3.9	3.6	2.4	3.0	2	2.7	1.7
N°2	3.8	3.4	2.3	2.8	1.8	2.5	1.4
N°3	3.7	3.5	2.5	2.8	1.9	2.6	1.5
Promedio	3.8	3.5	2.4	2.9	1.9	2.6	1.5

Nota. Se realizó el ensayo de revenimiento en tres tandas de concreto donde el 3% de fibra vidrio y 1.20% de aditivo superplastificante es trabajable para un pavimento rígido.

Se evaluó la trabajabilidad utilizando el ensayo de asentamiento en el cono de Abrams, cuyos resultados se detallan en la Tabla 26. Se observa que el promedio de asentamiento disminuye a medida que aumenta el porcentaje de fibra de vidrio añadida. Además, se nota que tanto para el concreto patrón como para el concreto con 3% de fibra de vidrio y 1.2% de aditivo superplastificante, el asentamiento oscila entre 3” - 4”, indicando que la mezcla es adecuadamente trabajable. En contraste, para los concretos con 4% y 5% de fibra de vidrio y aditivo superplastificante, el asentamiento está entre 0” – 3”, lo que indica que la mezcla tiene una menor trabajabilidad.

Figura 23

Asentamiento slump con diferentes porcentajes de fibra de vidrio



Nota. En la figura se observa ensayo de slump con diferente porcentaje de fibra y aditivo superplastificante.

Peso unitario del concreto fresco

Resultados del peso unitario del concreto fresco con diferentes porcentajes de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.

Tabla 27

El peso volumétrico del concreto en estado fresco cambia según los diferentes porcentajes de fibra de vidrio añadida y aditivo superplastificante.

Resultados de concreto fresco							
Probeta	Patrón	3% f.v	3% f.v	4% f.v	4% f.v.	5% f.v	5% f.v.
		Ad	Ad	Ad	Ad.	Ad.	Ad.
Peso unitario del concreto fresco							
N°1	3.507	3.414	3.425	3.385	3.378	3.497	3.324
N°2	3.424	3.364	3.445	3.370	3.372	3.425	3.390
N°3	3.515	3.434	3.330	3.381	3.369	3.275	3.314
Promedio	3.482	3.404	3.400	3.379	3.373	3.399	3.343

Nota. Es el resultado del peso en estado fresco con diversas proporciones de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.

Tabla 28

Cambios porcentuales en el peso específico del concreto fresco en función de diferentes niveles de adición de fibra de vidrio.

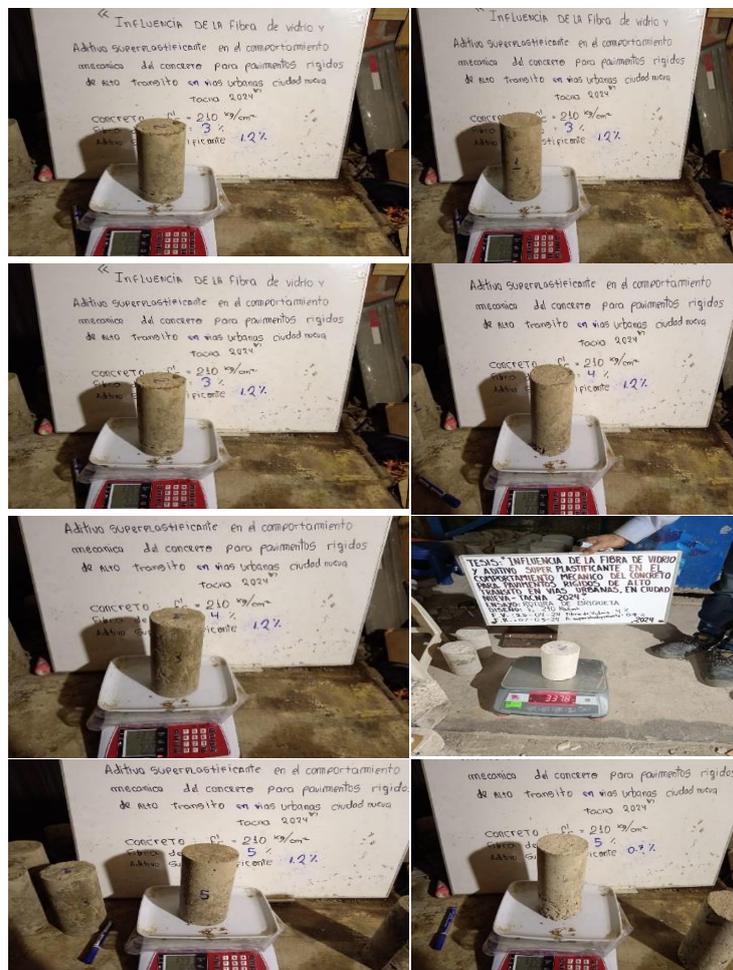
% Adicionado de fibra de vidrio	P.u. fresco (kg/m ³)	Variación
Diseño Patrón	3.482	
3% de fibra de vidrio + 1.2% A. superplastificante	3.404	-2.24%
3% de fibra de vidrio + 0.7% A. superplastificante	3.400	-2.35%
4% de fibra de vidrio + 1.2% A. superplastificante	3.379	-2.97%
4% de fibra de vidrio + 0.7% A. superplastificante	3.373	-3.13%
5% de fibra de vidrio + 1.2% A. superplastificante	3.399	-2.38%
5% de fibra de vidrio + 0.7% A. superplastificante	3.343	-4.00%

Nota. En la tabla se puede notar que la variación en el peso debido a la fibra de vidrio es notable en comparación con el peso unitario del concreto estándar. En la Tabla 27 se muestran los resultados del peso unitario del concreto en estado fresco, los cuales indican una disminución a medida que se incrementa

la cantidad de fibra de vidrio añadida. Esta reducción se debe a que las fibras ocupan espacio en la mezcla, lo que reduce la proporción de otros componentes y, al ser menos densas, también contribuyen a disminuir el peso promedio del concreto. Es importante destacar que estos valores se encuentran dentro del rango típico establecido por la NTP 339.046, que especifica un intervalo de 2200 a 2400 Kg/m³ para esta propiedad. Por otro lado, la Tabla 28 muestra que estas variaciones son mínimas en comparación con el peso unitario del concreto estándar en estado fresco.

Figura 24

Peso unitario del concreto con diferente porcentaje de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.



4.3.3 Para el objetivo específico N°3: Determinación de la resistencia mecánica del concreto en pavimentos rígidos.

Evaluación de los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión a los intervalos de 7, 14 y 28 días.

Después de realizar los ensayos planificados de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días utilizando mezclas de concreto convencional con una resistencia especificada $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y consultando la normativa técnica peruana 339.034, se utilizó un conjunto de 42 muestras en este estudio de investigación.

Tabla 29

Resistencia a la compresión de concreto a los 7 días

Muestra	Tipo diseño	Fecha de modelo	Fecha de rotura	Resistencia kg/cm^2	Resistencia obtenida	Promedio %
1	PATRON	19/04/2024	26/04/2024	172.27	82.04%	82.45%
2	PATRON	19/04/2024	26/04/2024	170.62	81.25%	
3	3%+ 1.2 AD	20/04/2024	27/04/2024	176.60	84.10%	
4	3%+ 1.2 AD	20/04/2024	27/04/2024	177.24	84.40%	
5	4%+ 1.2 AD	21/04/2024	28/04/2024	175.58	83.61%	
6	4%+ 1.2 AD	21/04/2024	28/04/2024	174.69	83.19%	
7	5%+ 1.2 AD	22/04/2024	29/04/2024	173.04	82.40%	
8	5%+ 1.2 AD	22/04/2024	29/04/2024	176.60	84.10%	
9	5%+ 0.7 AD	23/04/2024	30/04/2024	167.44	79.73%	
10	5%+ 0.7 AD	23/04/2024	30/05/2024	169.98	80.94%	
11	4%+ 0.7 AD	24/04/2024	01/05/2024	171.26	81.55%	
12	4%+ 0.7 AD	24/04/2024	01/05/2024	170.36	81.13%	
13	3%+ 0.7 AD	25/04/2024	01/05/2024	175.46	83.55%	
14	3%+ 0.7 AD	25/04/2024	01/05/2024	172.91	82.34%	

Tabla 30*Resistencia a la compresión de concreto a los 14 días*

Muestra	Tipo diseño	Fecha de modelo	Fecha de rotura	Resistencia kg/cm ²	Resistencia obtenida	Promedio %
1	PATRON	19/04/2024	02/05/2024	197.03	93.82%	94.33%
2	PATRON	19/04/2024	02/05/2024	197.61	94.10%	
3	3% + 1.2 AD	20/04/2024	03/05/2024	202.32	96.34%	
4	3% + 1.2 AD	20/04/2024	03/05/2024	204.11	97.19%	
5	4% + 1.2 AD	21/04/2024	04/05/2024	199.01	94.77%	
6	4% + 1.2 AD	21/04/2024	04/05/2024	202.96	96.65%	
7	5% + 1.2 AD	22/04/2024	05/05/2024	192.14	91.49%	
8	5% + 1.2 AD	22/04/2024	05/05/2024	207.16	98.65%	
9	5% + 0.7 AD	23/04/2024	06/05/2024	190.61	90.77%	
10	5% + 0.7 AD	23/04/2024	06/05/2024	192.26	91.55%	
11	4% + 0.7 AD	24/04/2024	07/05/2024	194.05	92.40%	
12	4% + 0.7 AD	24/04/2024	07/05/2024	193.28	92.04%	
13	3% + 0.7 AD	25/04/2024	08/05/2024	203.60	96.95%	
14	3% + 0.7 AD	25/04/2024	08/05/2024	197.10	93.86%	

Tabla 31*Resistencia a la compresión de concreto a los 28 días*

Muestra	Tipo diseño	Fecha de modelo	Fecha de rotura	Resistencia a kg/cm ²	Resistencia a obtenida	Promedio %
1	PATRON	19/04/2024	17/05/2024	230.34	109.68%	108.50%
2	PATRON	19/04/2024	17/05/2024	223.84	106.59%	
3	3% + 1.2 AD	20/04/2024	18/05/2024	226.64	107.93%	
4	3% + 1.2 AD	20/04/2024	18/05/2024	241.03	114.78%	
5	4% + 1.2 AD	21/04/2024	19/05/2024	228.43	108.77%	
6	4% + 1.2 AD	21/04/2024	19/05/2024	230.34	109.68%	
7	5% + 1.2 AD	22/04/2024	20/05/2024	226.90	108.05%	
8	5% + 1.2 AD	22/04/2024	20/05/2024	226.01	107.62%	
9	5% + 0.7 AD	23/04/2024	21/05/2024	226.01	107.62%	
10	5% + 0.7 AD	23/04/2024	21/05/2024	223.33	106.35%	
11	4% + 0.7 AD	24/04/2024	22/05/2024	227.28	108.23%	
12	4% + 0.7 AD	24/04/2024	22/05/2024	223.33	106.35%	
13	3% + 0.7 AD	25/04/2024	23/05/2024	223.84	106.59%	
14	3% + 0.7 AD	25/04/2024	23/05/2024	232.50	110.71%	

Nota. En la tabla 31 se observa que la Resistencia a compresión aumento conforme aumenta la fibra de vidrio y aditivo superplasticante.

Resumen de la resistencia a la compresión

Tabla 32

Resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido.

Resultado de ensayo a compresión para un concreto FC'=210 kg/cm ²							
	Diseño de mezcla	7 Días	%	14 Días	%	28 Días	%
A	PATRÓN	172.27	82.04%	197.03	93.82%	230.34	109.68%
	PATRÓN	170.62	81.25%	197.61	94.10%	223.84	106.59%
B	3% FV+ 1.2 AD	176.60	84.10%	202.32	96.34%	226.64	107.93%
	3% FV+ 1.2 AD	177.24	84.40%	204.11	97.19%	241.03	114.78%
C	4% FV+ 1.2 AD	175.58	83.61%	199.01	94.77%	228.43	108.77%
	4% FV+ 1.2 AD	174.69	83.19%	202.96	96.65%	236.70	112.72%
D	5% FV + 1.2 AD	173.04	82.40%	192.14	91.49%	226.90	108.05%
	5% FV+ 1.2 AD	176.60	84.10%	207.16	98.65%	226.01	107.62%
E	5% FV+ 0.7 AD	167.44	79.73%	190.61	90.77%	226.01	107.62%
	5% FV+ 0.7 AD	169.98	80.94%	192.26	91.55%	223.33	106.35%
F	4% FV+ 0.7 AD	171.26	81.55%	194.05	92.40%	227.28	108.23%
	4% FV + 0.7 AD	170.36	81.13%	193.28	92.04%	223.33	106.35%
G	3% FV+ 0.7 AD	175.46	83.55%	203.60	96.95%	223.84	106.59%
	3% FV+ 0.7 AD	172.91	82.34%	197.10	93.86%	232.50	110.71%

Nota. Se observa que el concreto con diferentes proporciones de fibra de vidrio y un aditivo superplastificante del 1.2%, presenta una resistencia a la compresión superior a la del diseño estándar.

Figura 25

Resistencia a la compresión con diferentes porcentajes de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.



Determinación de los resultados de los ensayos de la resistencia a flexión a los 7, 14 y 28 días.

Tabla 33

Resistencia a flexión a los 7 días

Muestra	Tipo diseño	Fecha de modelo	Fecha de rotura	Resistencia kg/cm ²	Resistencia obtenida	Promedio %
1	PATRON	19/04/2024	26/04/2024	26.24	74.98%	
2	3% + 1.2 AD	20/04/2024	27/04/2024	31.49	89.97%	
3	4% + 1.2 AD	21/04/2024	28/04/2024	31.00	88.56%	
4	5% + 1.2 AD	22/04/2024	29/04/2024	30.34	86.69%	84.88%
5	5% + 0.7 AD	23/04/2024	30/04/2024	29.69	84.82%	
6	4% + 0.7 AD	24/04/2024	01/05/2024	29.36	83.88%	
7	3% + 0.7 AD	25/04/2024	02/05/2024	29.85	85.28%	

Nota. Se observa la resistencia a flexión a los 7 días calendario con un promedio de 84.88% respecto al módulo de rotura M=35 kg/m².

Tabla 34

Resistencia a flexión a los 14 días

Muestra	Tipo diseño	Fecha de modelo	Fecha de rotura	Resistencia kg/cm ²	Resistencia obtenida	Promedio %
1	14	PATRON	19/04/2024	28.70	82%	
2	14	3% + 1.2 AD	20/04/2024	34.77	99%	
3	14	4% + 1.2 AD	21/04/2024	34.28	98%	
4	14	5% + 1.2 AD	22/04/2024	32.97	94%	91.38%
5	14	5% + 0.7 AD	23/04/2024	30.34	87%	
6	14	4% + 0.7 AD	24/04/2024	30.83	88%	
7	14	3% + 0.7 AD	25/04/2024	31.98	91%	

Nota. Se registra un promedio del 91.38% para la resistencia a los 14 días con un módulo de ruptura de M=35 kg/m².

Tabla 35*Resistencia a flexión a los 28 días*

Muestra	Tipo diseño	Fecha de modelo	Fecha de rotura	Resistencia kg/cm ²	Resistencia obtenida	Promedio %
1	PATRON	19/04/2024	17/05/2024	34.44	98.41%	
2	3% +1.2 AD	20/04/2024	18/05/2024	39.69	113.40%	
3	4% +1.2 AD	21/04/2024	19/05/2024	38.21	109.18%	
4	5% +1.2 AD	22/04/2024	20/05/2024	35.75	102.15%	100.28%
5	5% +0.7 AD	23/04/2024	21/05/2024	31.16	89.03%	
6	4% +0.7 AD	24/04/2024	22/05/2024	31.49	89.97%	
7	3% +0.7 AD	25/04/2024	23/05/2024	34.93	99.81%	

Resumen de la resistencia a flexión.**Tabla 36***Resistencia a la flexión del concreto en estado endurecido.*

Resultado de ensayo a flexión para un concreto $f_c' = 210$ (MR=35kg/cm ²)							
Diseño de mezcla		7 DIAS	%	14 DIAS	%	28 DIAS	%
A	PATRÓN	26.24	82.00%	28.70	82.00%	34.44	98.41%
B	3% FV + 1.2 AD	31.49	99.34%	34.77	99.34%	39.69	113.40%
C	4% FV + 1.2 AD	31.00	97.94%	34.28	97.94%	38.21	109.18%
D	5% FV + 1.2 AD	30.34	94.19%	32.97	94.19%	35.75	102.15%
E	5% FV+ 0.7 AD	29.69	86.69%	30.34	86.69%	31.16	89.03%
F	4% FV + 0.7 AD	29.36	88.10%	30.83	88.10%	31.49	89.97%
G	3% FV + 0.7 AD	29.85	91.38%	31.98	91.38%	34.93	99.81%

Nota. Se observa que el índice de flexión de las muestras prismáticas aumenta a medida que se incrementa tanto el contenido de fibras de vidrio como el de aditivos superplastificantes, alcanzando un promedio del 28% en relación con el módulo de ruptura.

Figura 26

Resistencia a la flexión variando los niveles de fibras de vidrio y aditivos superplastificantes.



Nota. La figura muestra los experimentos de flexión llevados a cabo en el laboratorio utilizando distintas cantidades de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.

4.4 PRUEBA ESTADÍSTICA

4.4.1 Datos de entrada para la correlación

Diseño experimental con post prueba únicamente, porque no hay posibilidades de poder aislar las variables extrañas que puedan afectar la validez interna del trabajo.

Tabla 37

Porcentaje de fibra de vidrio y aditivo superplastificante

	Fibra de vidrio	% Aditivo superplastificante	
		1.20%	0.7%
Fibra de vidrio	5.00%	X1	X2
	4.00%	X3	X4
	3.00%	X5	X6

- A; Xo: probeta de concreto patrón del diseño de mezcla 210 kg/cm²
- B; X1: probeta con fibra de vidrio al 5% y 1.2% Aditivo superplastificante.
- C; X2: probeta con fibra de vidrio al 4% y 1.2% Aditivo superplastificante.
- D; X3: probeta con fibra de vidrio al 3% y 1.2% Aditivo superplastificante.
- E; X4: probeta con fibra de vidrio al 5% y 0.7% Aditivo superplastificante.
- F; X5: probeta con fibra de vidrio al 4% y 0.7% Aditivo superplastificante.
- G; X6: probeta con fibra de vidrio al 3% y 0.7 % Aditivo superplastificante.

4.4.2 Analisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico para la resistencia a la compresión y flexión se tomó datos de la tabla 32 y 36.

Prueba de normalidad Shapiro Wilk

Se aplica a muestras pequeña menores o igual a 50.

Ho = la muestra sigue una distribución normal.

H1 = la muestra no sigue una distribución normal.

Interpretación:

p-valor es el valor de la probabilidad del estadístico en la distribución utilizada por el estadístico y alfa es el nivel de significancia

Si p-value < alfa: se rechaza la Hipótesis nula

Si $p\text{-value} > \alpha$: no se rechaza la Hipótesis nula

Tabla 38

Prueba de la normabilidad para la Resistencia a la compresión

	Días	Kolmogorov-Smirnov ^o			Shapiro - wilk		
		Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Medida	7	138	14	200*	950	14	560
	14	147	14	200*	942	14	447
	28	190	14	200*	827	14	011

Nota. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. ^o corrección de significación de Lilliefos.

Los 7 y 14 días no rechazan la hipótesis nula, ya que el $p\text{-value}$ es mayor a 0.05, pero la prueba de 28 días presenta un $p\text{-value}$ menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Esto último puede estar relacionado con la presencia de un valor outlier en la muestra, por lo tanto, los resultados que se obtengan de la prueba ANOVA para este caso, no se deberían considerar significativos ya que está incumpliendo uno de los principales supuestos para su aplicación.

Tabla 39

Prueba de la normabilidad para la Resistencia a la flexión

	Días	Kolmogorov-Smirnov ^o			Shapiro - wilk		
		Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Medida	7	275	7	117	856	7	560
	14	138	7	200*	967	7	447
	28	158	7	200*	944	7	011

Nota: Esto es un límite inferior de la significación verdadera. ^o corrección de significación de Lilliefos.

En ambos casos, las variables resultaron seguir una distribución normal, ya que, en los tres casos, el $p\text{-value}$ es mayor, a 0.05. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula.

Análisis de la varianza ANOVA

El análisis de la varianza permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de K poblaciones ($K > 2$) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

Para la realización del Anova se requiere lo siguiente:

- * Las poblaciones (distribuciones de probabilidad de la variable dependiente correspondiente a cada factor) son normales. (Hecho).
- * Las K muestras sobre las que se aplican los tratamientos son independientes. (Por supuesto son independientes).
- * Las poblaciones tienen todas igual varianza (homoscedasticidad). (Se utilizó el estadístico de Levene para comprobarlo).

Test de Levene para igualdad de varianzas:

Ho: Los grupos tienen varianzas iguales

H1: Los grupos tienen varianzas diferentes.

Tabla 40

Prueba de homogeneidad de varianza para datos a la Resistencia a la compresión

		Estadístico de Levene	gl	F	Significancia(p*)
Media	Se basa en la media	1,951	2	39	156
	Se basa en la mediana	1,561	2	39	223
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,561	2	29,916	226
	Se basa en la media	1,809	2	39	177
	recortada				

Nota: En todos los casos, es mayor a 0.05 por lo tanto, la hipótesis nula se mantiene y se asume varianzas iguales entre grupos.

Tabla 41

Análisis de varianza para datos a la resistencia a la compresión

ANOVA					
Media	Suma de cuadros	gl	Media de cuadrática	f	Significancia
Entre grupos	20995.883	2	10947,942	535.610	,000
Dentro de grupos	764,399	39	19,600		
Total	21760.282	41			

Nota: Se rechaza la hipótesis nula y al menos una de las medias es diferente (H1). Es decir, no hay evidencia estadística suficiente para decir que las medias son iguales. Los grupos son distintos.

Tabla 42

Prueba de homogeneidad de varianza para datos a la Resistencia a la flexión

	Estadístico de levente	gl	F	Significancia(p*)	
Media	Se basa en la media	1,424	2	18	267
	Se basa en la mediana	1,365	2	18	281
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,365	2	14,761	286
	Se basa en la media recortada	1,428	2	18	266

Nota. En todos los casos, es mayor a 0.05 por lo tanto, la hipótesis nula se mantiene y se asume varianzas iguales entre grupos.

Tabla 43

Análisis de varianza para datos a la resistencia a la flexión

Media	Suma de cuadros	gl	Media de cuadrática	f	Significancia
Entre grupos	102,469	2	51,234	8,669	,002
Dentro de grupos	106,381	18	5,910		
Total	208,850	20			

Nota. Se rechaza la Hipótesis nula y al menos una de las medias es diferente (H1). Es decir, no hay evidencia estadística suficiente para decir que las medias son iguales. Los grupos son distintos.

4.5 COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS

Las mezclas de concreto se calcularon con base a normas y métodos válidos para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024.

- Se diseñaron las mezclas de concreto teniendo en cuenta las características físicas de los agregados, conforme a las siguientes normativas peruanas: NTP 400.043, NTP 400.017, NTP 400.021, NTP 400.022, NTP 339.185, NTP 400.019, NTP 400.018 y NTP 400.012. Para el diseño de la mezcla se aplicó el método del American Concrete Institute (ACI 211), con el objetivo de alcanzar una resistencia $f_c=210$ kg/cm². Los ensayos se realizaron para determinar el revenimiento del concreto, según la norma NTP 339.035 del cono de Abrams, así como para evaluar la resistencia a compresión y flexión bajo las normas NTP 339.034 y NTP 339.078 respectivamente.

La fibra de vidrio al 5% y el aditivo superplastificante al 1.2% influyen sustancialmente en la mejora de la trabajabilidad del concreto fresco para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024.

- La fibra de vidrio al 5% y el aditivo superplastificante 1.2% influye sustancialmente en la trabajabilidad del concreto, donde se observa que la fibra de vidrio al 5% ocupa un volumen sin peso en diseño de mezcla, volviendo al concreto poco trabajable, asimismo, el aditivo superplastificante 1.2% influye en la consistencia de los agregados manteniendo la relación a/c, así mismo se observa que el asentamiento se encuentra en 0"-3", y esta se vuelve poco trabajable.

La fibra de vidrio al 5% y el aditivo superplastificante al 1.2% influyen sustancialmente en el incremento de la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024.

- La adición de fibras de vidrio y un aditivo superplastificante resulta en una reducción del 0.28% en la resistencia a compresión y del 1.07% para un

concreto con una resistencia de $f_c \sim 210 \text{ kg/cm}^2$. Simultáneamente, aumenta la resistencia a flexión en un 3.81%.

4.6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.6.1 Discusión de los resultados de la mezcla del concreto.

Con base a los resultados del laboratorio, la primera fase del proyecto consistió en la elaboración de los diseños de mezcla definidos. De acuerdo con Miranda (2021) el cemento ocupa entre el 7% y el 15% del volumen de la mezcla, los agregados finos y grueso ocupan un 59% a 76% del volumen de la mezcla y el agua ocupa entre el 14% y el 18% del volumen total de las mezclas, porcentajes que se tuvieron en cuenta, comparándolos con los valores obtenidos en los diseños de mezclas de elaboración propia. El diseño de mezcla realizado en el presente trabajo de investigación se basó en el método de la ACI-211, para lo cual se inició con la caracterización de los materiales (agregado grueso, piedra angular de media y cemento) y para la prueba experimental se agregó diferentes porcentajes de fibra de vidrio al 3%, 4% y 5% con aditivo superplasticante 0.7% y 1.2% en proporción a la bolsa de cemento, estos porcentajes guardan relación con lo que sostiene Cordero (2015), quien da a conocer que la relación a la dosificación de las fibras al concreto se determina el uso de 1% y 2% por volumen de mezcla, ya que las fibra de vidrio tiene diferentes propiedades lo cual hace que se variara el contenido para conseguir mantener la consistencia deseada.

4.6.2 Discusión de los resultados de la trabajabilidad del concreto en estado fresco.

Después de haber realizado el trabajo de investigación se puede apreciar que el incremento de fibra de vidrio vuelve menos trabajable a la mezcla del concreto, por lo que el uso del aditivo superplasticante mejora la consistencia en la trabajabilidad del concreto, debido estos resultados han sido comparados con los otros resultados de otros autores Gamarra (2022), donde experimentó el incremento máximo de la dosis de sacaroso 0.07% e incremento máximo con sacarosa de 0.34%.

Asimismo, estos resultados coinciden con los de Bernal (2017), en lo relacionado con la utilización de aditivos superplastificantes de 1.00%, donde logra una disminución en la cantidad de agua y cemento, así como un incremento en la trabajabilidad y resistencia mecánica, en comparación con los resultados obtenidos en nuestra investigación, el 1.2% de aditivo superplastificante permite mejorar las propiedades de la mezcla del concreto en estado fresco con 3.00% de fibra de vidrio debido que a mayor incremento de fibra de vidrio lo vuelve menos trabajable.

El uso del aditivo superplastificante en concentraciones del 1.2% y 0.7%, junto con aumentos en el porcentaje de fibra de vidrio a 3%, 4% y 5% en un concreto con resistencia $f'_c=210$ kg/cm², resulta en variaciones en el asentamiento del concreto. Esto se debe a que el aditivo superplastificante reduce la cantidad de agua, inicialmente aumentando el asentamiento para luego disminuir gradualmente.

4.6.3 Discusión de los resultados en la resistencia mecánica del concreto

Para pavimento rígidos.

En esta investigación al determinar las propiedades mecánicas en relación entre el porcentaje de fibra de vidrio y aditivo superplastificante en la mezcla del concreto simple $f'_c= 210$ kg/cm², se pudo encontrar que la resistencia a compresión aumenta significativamente, pero las propiedades mecánicas a la resistencia a flexión mejoran el diseño del concreto con 5%,4%,3% de fibra de vidrio, así mismo contrarrestan fisuras y fallas en el pavimento rígido.

Estos resultados coinciden con las conclusiones expuestas por Miranda (2021), quien señaló que la resistencia a la flexión mejora con la adición de fibras. Este efecto se debe a una mejor adherencia entre las fibras y los demás componentes de la mezcla, lo cual ayuda a prevenir la fractura repentina en los elementos de concreto

Del mismo modo, Parashar, Kumar, y Ankur (2020) Dan a conocer que con 1.5% por ciento de fibras de vidrio y 10% de ceniza de bagazo incrementan la resistencia a la flexión y compresión respectivamente. Así mismo la trabajabilidad disminuye. En comparación con los resultados obtenidos de la

investigación, el incremento de porcentaje de fibra de vidrio al 3% y aditivo superplastificante 1.2%

la resistencia a compresión incrementa al 6.75% y la resistencia a flexión al 15% a los 28 días con respecto al concreto patrón.

CONCLUSIONES

1. La fibra de vidrio y aditivo superplastificante influyen en el comportamiento mecánico del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024, al adicionar 3%, 4% y 5% de fibra de vidrio y 0.7% y 1.2% de aditivo superplastificante, incrementa las propiedades mecánicas para un concreto $f'c=210$ kg/cm².
2. Para lograr el diseño de mezcla óptimo se halló el % de reducción de agua, el porcentaje de aire atrapado que fue de 2.5%. El análisis de diseño obtenido arrojó un factor de cemento 386.82 kg/cm³ equivalente a 9.10 bolsas de cemento por cada m³, el peso de la mezcla fue 2226.88 kg/m³, la corrección de humedad para agregado grueso húmedo fue 798.32 kg/m³, piedra angular de media húmedo fue 814.52 kg/m³, la contribución de agua a los agregados fue 226.88 litros por m³ de concreto. En cuanto a la corrección en materiales por m³, para el cemento fue 368.4 kg/m³, agua 226.92 kg/m³, el agregado grueso 815.25 kg/m³, piedra angular de media es 814.52 kg/m³, los porcentajes de fibra de vidrio agregado a la mezcla patrón fue 11.05, 14.14, 18.42 kg/cm³ y aditivo superplastificante 2.71 kg/m³ y 4.64 l/m³.
3. De acuerdo con los resultados de los ensayos de asentamiento, se deduce que al aumentar el porcentaje de fibras de vidrio afecta negativamente la trabajabilidad del concreto, disminuyendo esta característica física. Siendo que para 3% de fibra de vidrio y 1.2% de aditivo superplastificante, la mezcla aún es trabajable con un asentamiento de 3.4 para un pavimento rígido.
4. La adición de fibra de vidrio en concentraciones del 3% y 4%, junto con un 1.2% de aditivo superplastificante, incrementa la resistencia a la compresión. No obstante, esta combinación afecta negativamente otros aspectos del diseño. Tras 28 días, las resistencias a la compresión promedio fueron de 233.84, 229.38, 226.45, 224.67, 225.31 y 228.17 kg/cm², comparadas con 227.09 kg/cm² del concreto de referencia. En cuanto a la resistencia a la flexión, se notó un aumento con la incorporación de fibras de vidrio y aditivo superplastificante

en concentraciones del 3%, 4% y 5%, junto con 1.2% y 0.7%, obteniendo valores de 34.44, 39.69, 38.21 y 34.93 kg/cm³ después de 28 días. Sin embargo, la resistencia a la flexión disminuye cuando se usan concentraciones de fibra de 5%, 4% y 3% con 0.7% y 1.2%, mostrando resultados de 31.16, 31.49 y 34.93 kg/cm³. En resumen, un mayor contenido de fibra de vidrio tiende a reducir ligeramente tanto la resistencia a la compresión como a la flexión.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a próximos investigadores sobre el tema de investigación, que, al aplicar el método ACI 211 para pavimentos rígidos de alto tránsito, es esencial prestar especial atención al porcentaje de agregado grueso, que es fundamental para la mezcla. Además, la fibra de vidrio debe ser incorporada en dimensiones adecuadas, preferiblemente menores a 15 mm, ya que esto mejora las propiedades mecánicas del concreto.
2. En cuanto a los EPPs, en especial para el manipuleo de la fibra de vidrio, se recomienda que los testistas y personal de laboratorio, o cualquier asistente involucrado, empleen el equipo de protección personal como guantes especiales, mascarilla y gafas para prevenir la inhalación de partículas de fibra de vidrio tipo "e". Además, es necesario usar guantes durante la preparación de las probetas, ya que se manipula la mezcla con la adición de esta fibra de vidrio específica.
3. Se recomienda a investigadores que traten el tema de adiciones con fibra de vidrio, tengan en cuenta, que a medida que aumenta la cantidad de fibra de vidrio en el concreto, disminuye su trabajabilidad. Por lo tanto, si se decide utilizar fibra de vidrio, debe considerarse el uso de aditivos superplastificantes para mejorar esta característica física del concreto. Se recomienda también que, a medida que aumenta el porcentaje de fibra de vidrio, la trabajabilidad del concreto disminuye, lo que puede afectar el comportamiento mecánico esperado para un concreto de resistencia 210 kg/cm². Por lo que se debe utilizar un porcentaje apropiado de este material.
4. Finalmente, se recomienda que al implementar este tipo de diseño en proyectos de inversión para pavimentos rígidos de alto tránsito, se debe cumplir obligatoriamente con la norma técnica y utilizar equipos que se ajusten a esta norma, con el objetivo de facilitar la inclusión de fibra de vidrio y aditivo superplastificante en los concretos.

REFERENCIAS

- ACI. (2005). *Requisito de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05)*.
<https://www.concrete.org/topicsinconcrete/topicdetail/ACI%20Committee%20318?search=ACI%20Committee%20318>
- Aire, C. (2018, marzo 5). *Ensayos de control de calidad de hormigón reforzado con fibras en túneles: Experiencia mexicana*.
<https://doi.org/10.4995/hac2018.2018.6329>
- American Concrete Institute. (2008). *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-08) and commentary*. American Concrete Institute.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica (6ta ed.)*. Caracas: Editorial Episteme.
https://tauniversity.org/sites/default/files/libro_el_proyecto_de_investigacion_de_fidias_g_arias.pdf
- Baena, G. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: Grupo Editorial Patria.
<https://web.instipp.edu.ec/Libreria/libro/Metodologia%20Investigacion.pdf>
- Bernal, D. (2017). *Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo i y aditivos superplastificantes*.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1233/TESIS%20EPG%20DBD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bustos. (2018). *Morteros con propiedades mejoradas de ductilidad por adición de fibras de vidrio, carbono y basalto*.
https://oa.upm.es/54114/1/ARTURO_BUSTOS_GARCIA.pdf
- Centurión. (2022). *determinación de la resistencia del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ elaborado con agregados reciclados de vías, en la ciudad de Cajamarca, 2021*.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5368/Tesis%20Mauro%20Centuri%20c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CEPAL. (2019). *Panorama social de América Latina : 2019. Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, CEPAL.* <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/d72d0e2f-76bb-4857-9a02-101784439750/content>
- Choque. (2021). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, agregando grafeno.* https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/5000/Choque_Flores_Leopoldo_Doctorado_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cordero, H. (2015). *Aplicación de hormigón de ultra alta resistencia con fibras de vidrio. caracterización de hormigón de ultra alta resistencia con fibras de vidrio. aplicación de hormigón de ultra alta resistencia con fibras de vidrio. caracterización de hormigón de ultra alta resistencia con fibras de vidrio.* <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/64232/Aplicaci%c3%b3n%20de%20Hormig%c3%b3n%20de%20Ultra%20Alta%20Resistencia%20con%20fibras%20de%20vidrios.Caracterizaci%c3%b3n%20de%20Hormig%c3%b3n%20de%20Ultra%20Alta%20Resistencia%20con%20fibras%20de%20vidrio..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cornejo, C. (2019). *Comportamiento experimental de columnas cortas con refuerzo externo.* <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/15191>
- Frisancho, F. (2021). *Evaluación del nivel de servicio en flujos vehiculares del ovalo Cuzco-Tacna 2019 y simulación de paso a desnivel sentido n- s utilizando synchro v.8.* <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2003/Frisancho-Camero-Felix.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gamarra, R. (2022). *Mantensor de la trabajabilidad del concreto bombeado adicionado con sacarosa.* http://repositorio.unfv.edu.pe:8080/bitstream/handle/20.500.13084/6585/UNFV_EUPG_Reymundo_Gamarra_Richard_Hugo_Doctorado_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Heredia, J., & Peñaloza, K. (2021). *Propuesta del concreto auto consolidante con aditivos superplastificantes para la construcción de estructuras verticales en el proyecto Asturias distrito de surco, Lima-Perú, 2021.*
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4942/J.Heredia_K.Pe%C3%B1aloza%20_Trabajo_de_Investigacion_Maestria_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista M. (2014). *Metodología de la investigación. (6ta ed.). México: Educación.*
<https://www.uncuyo.edu.ar/ices/upload/metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Huerta, M. (2020). *Uso del extracto del mucilago del cactus como aditivo y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto.* <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4363>
- Hurtado, Mera, & Alava. (2023). *Tamaño máximo del agregado y su influencia en la porosidad de un hormigón elaborado con fibra de vidrio maximum size of the aggregate and its influence on the porosity of a concrete made with glass fiber.* 6(11). <https://doi.org/10.46296/ig.v6i11edespmayo.0095>
- INDECOPI. (2008). *La Norma Técnica Peruana NTP 339.034.*
- Jaramillo, D. (2020). *Propiedades mecánicas y de durabilidad de concretos de ultra altas prestaciones (UHPC), con diferentes materiales cementantes suplementarios.*
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/1255/Jaramillo%20%20Murcia%2C%20Diana-2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Kumar, & Gupta. (2020). *Investigation of the effect of bagasse ash, hooked steel fibers and glass fibers on the mechanical properties of concrete* (K. A. Parashar, Ed.; Vol. 44, pp. 801-807). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.711>
- Lituma, C. (2018). *Análisis de respuestas mecánicas de los pavimentos rígidos colocados en las vías urbanas del cantón Cuenca.*
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30393/1/Trabajo%20de%20Titulaci%c3%b3n.pdf>

- Mantilla. (2017). *Influencia de la Fibra de Vidrio Tipo E en las Propiedades Mecánicas Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto $f' c = 210$ kg/cm²*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/10228>
- Miranda, A. (2021). *Comportamiento Mecánico del Concreto con Adición de Fibras Naturales (Bagazo de*.
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/39794/MirandaEspitiaAngelicaNoelia2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Ministerio de Transporte y Comunicaciones*.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- NTP 334.009. (s. f.). *Norma tecnica peruana ntp 334.009 cementos «cementos portland requisitos» campo de aplicación*. Recuperado 28 de julio de 2024, de <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- Socrates, P., Sandoval, F., Martines, E., & Pazos, J. (2021). Revisión de la resistencia a la compresión del concreto incorporando variedades de adiciones de fibras. *Revista Cubana de Ingeniería, XII(1)*, 89-102.
<https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/820/479>
- Vivienda. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. En *Decreto Supremo N°*.
<https://www.riadis.org/wp-content/uploads/2020/10/Decreto-Supremo-011.pdf>

4.7 ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

INFLUENCIA DE FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE ALTA RESISTENCIA EN VÍAS URBANAS DE TRÁNSITO PESADO, TACNA-2024.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA PRINCIPAL ¿Como influye la fibra de vidrio y aditivo superplastificante en el comportamiento mecánico del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cómo se calculan las mezclas de concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Tacna-2024?</p> <p>¿Cómo influye la fibra de vidrio y el aditivo superplastificante en la trabajabilidad del concreto fresco para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024?</p> <p>¿Cómo influye la fibra de vidrio y el aditivo superplastificante en la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar la influencia la fibra de vidrio y aditivo superplastificante en el comportamiento mecánico del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Calcular las mezclas de concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Tacna-2024.</p> <p>Determinar la influencia de la fibra de vidrio y el aditivo superplastificante en la trabajabilidad del concreto fresco para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Tacna-2024.</p> <p>Determinar la influencia de la fibra de vidrio y el aditivo superplastificante en la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Tacna-2024.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL La fibra de vidrio al 5% y superplastificante al 1.2% influyen sustancialmente en el comportamiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>Las mezclas de concreto se calculan con base a normas y métodos válidos para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024.</p> <p>La fibra de vidrio al 5% y el aditivo superplastificante al 1.2% influyen sustancialmente en la trabajabilidad del concreto fresco para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024.</p> <p>La fibra de vidrio al 5% y el aditivo superplastificante al 1.2% influyen sustancialmente en la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos de alto tránsito en vías urbanas, Ciudad Nueva-Tacna 2024.</p>	<p>Variable Independiente (X1) Fibra de vidrio Dimensión: Dosis de fibra de vidrio Indicadores: En peso/porcentual - Kg/m³- % Variable independiente (X2) Aditivo superplastificante Dimensión: Dosis de aditivo superplastificante Indicador: En peso/porcentual - lt/m³- %</p> <p>Variable Dependiente (Y) Resistencia mecánica del concreto Dimensiones: Trabajabilidad Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión Indicadores: Pruebas de asentamiento esfuerzo resistente-g/cm² esfuerzo resistente-g/cm²</p>	<p>Tipo de Investigación Básica Enfoque de investigación Investigación Cuantitativa Nivel de investigación: Nivel explicativo Diseño de Investigación Experimental</p> <p>Ámbito de Estudio Ciudad de Tacna Población tres (03) tandas de mezcla de de concreto fresco de 210 kg/cm²* ½ m³ Muestra: 42 testigos de mezcla de concreto 07 testigos Slump 18 testigo para prueba de compresión. 18 testigos para prueba de flexión No probabilística por conveniencia. Técnicas de Recolección de datos De laboratorio de materiales Técnica de observación Instrumentos Protocolo de diseño de mezclas Ficha de observación de laboratorio. Instrumentos de medición: Prensa hidráulica Cono de Abrams Probeta cilíndrica de concreto fresco</p>
<p>Relevancia de la investigación: La investigación es relevante porque se encuentra en el marco de los ODS 9 y 11 respecto a los objetivos específicos de desarrollo de la ciencia y tecnología (20), desarrollo de infraestructura resiliente (21), ordenamiento y gestión territorial (34); al contribuir con mejorar las vías tránsito pesado en cuanto a trabajabilidad y resistencia a la compresión con una innovación en la adición de cal y cemento en el pavimento afirmado.</p>				

ANEXO 2: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

Fotografía 1

Cuarteo de los agregados para el análisis granulométrico



Nota. Desarrollo de cuarteo de la muestra para agregado grueso y la piedra chancada de media

Fotografía 2

Tamizado y determinación del peso unitario de los agregados



Nota. Desarrollo de los agregados y determinación del peso unitario compactado y suelto

Fotografía 3

Ensayo del peso específico de los agregados



Nota. Desarrollo del peso específico y absorción del agregado grueso y peso específico de la piedra de chancada de media

Fotografía 4

Ensayo abrasión y ensayo de limite liquido y plástico de los agregados



Nota. Se observa el desarrollo de abrasión (desgaste de la piedra chancada de media) y ensayo de limite liquido y plástico del agregado grueso.

Fotografía 5

Curado de Probetas



Nota. Se aprecia el curado de los probetas prismáticas y cilíndricas con diferentes porcentajes de fibra de vidrio y aditivo superplastificante a los 7,14 y 28 días.

Fotografía 6

Slump con adición de fibra de vidrio y aditivo superplastificante





Nota: Se precisa el inicio de la operación hasta el término del ensayo. Este no debe pasar más de 2 min, luego el proceso de desmolde deberá ser lo más rápido, máximo 5 segundos.

Fotografía 7

Resistencia a compresión con diferentes porcentajes de fibra de vidrio y Aditivo



Nota. En la figura se observa la rotura de las probetas cilíndrica y las fallas por compresión.

Fotografía 8

Fractura con adición de fibra de vidrio y aditivo superplastificante



Nota. En la figura se aprecia rotura de briquetas con diferente tipo de fallas.

Fotografía 9

Muestras prismáticas con sus respectivos trazos





Nota. Las muestras deben exhibir una superficie uniforme y suave, sin grietas ni agujeros, para asegurar la máxima resistencia del espécimen.

Fotografía 10

Rotura de muestras prismáticas



Nota. Se observa la rotura de viga en el centro de luz, con diferentes porcentajes de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.

Fotografía 11

Asentamiento slump con diferentes porcentajes de fibra de vidrio



Nota. En la figura se observa ensayo de slump con diferente porcentaje de fibra y aditivo superplastificante.

Fotografía 12

Peso unitario del concreto con diferente porcentaje de fibra de vidrio y aditivo superplastificante



Fotografía 13

Resistencia a la compresión con diferentes porcentajes de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.



Nota. Determinación de los resultados de los ensayos de la resistencia a flexión a los 7, 14 y 28 días.

Fotografía 14

Resistencia a la flexión variando los niveles de fibras de vidrio y aditivos superplastificantes.



Nota. La figura muestra los experimentos de flexión llevados a cabo en el laboratorio utilizando distintas cantidades de fibra de vidrio y aditivo superplastificante.

ANEXO 3: INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Protocolo de Diseño de Mezclas
Objetivo del Protocolo
<ul style="list-style-type: none"> • Propósito: Establecer un procedimiento sistemático para diseñar mezclas de concreto. • Alcance: Este protocolo se aplicará en mezclas para ensayos de laboratorio.
Materiales y Equipos Requeridos
<ul style="list-style-type: none"> • Materiales: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tipos de suelo, aditivos, etc. • Equipos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Prensa hidráulica ○ Cono de Abrams ○ Probeta cilíndrica de concreto fresco
Procedimiento
<ul style="list-style-type: none"> • Selección de Materiales: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tipos de suelo, proporciones, etc. ○ Procedimiento para obtener muestras representativas. • Preparación de Materiales: <ul style="list-style-type: none"> ○ Métodos para preparar los materiales antes de mezclarlos (secado, tamizado, otros).
Diseño de la Mezcla
<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de Proporciones: <ul style="list-style-type: none"> ○ Método para calcular las proporciones de cada componente en la mezcla. ○ Incluir fórmulas o tablas si es necesario. • Preparación de la Mezcla: <ul style="list-style-type: none"> ○ Instrucciones detalladas para la mezcla, incluyendo el orden de adición de los componentes y el tiempo de mezcla. ○ Recomendaciones para asegurar una mezcla homogénea. • Control de Calidad: <ul style="list-style-type: none"> ○ Procedimientos para verificar la calidad de la mezcla, como pruebas de consistencia, pruebas de resistencia, etc.
Ensayos y Pruebas
<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de Caracterización: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tipos de pruebas que se deben realizar en la mezcla, como análisis de granulometría, pruebas de resistencia, etc. • Frecuencia de Ensayos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Frecuencia con la que se deben realizar las pruebas. • Criterios de Aceptación: <ul style="list-style-type: none"> ○ Criterios que la mezcla debe cumplir para ser aceptada, por ejemplo, valores de resistencia mínima.
Documentación y Registro
<ul style="list-style-type: none"> • Registro de Resultados: <ul style="list-style-type: none"> ○ Cómo y dónde se deben registrar los resultados de las pruebas y mezclas. • Informes: <ul style="list-style-type: none"> ○ Formato y frecuencia de los informes sobre el diseño de mezclas.
Seguridad y Manejo de Materiales
<ul style="list-style-type: none"> • Precauciones de Seguridad: <ul style="list-style-type: none"> ○ Medidas de seguridad durante la manipulación de materiales y equipos. • Procedimientos de Emergencia: <ul style="list-style-type: none"> ○ Procedimientos a seguir en caso de accidentes o problemas.
Referencias
<ul style="list-style-type: none"> • Normas, guías, o manuales relevantes utilizados en el diseño de la mezcla.
Revisión y Actualización
<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del Protocolo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Procedimiento para la revisión y actualización del protocolo, incluyendo responsables y periodicidad.

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

TESISTA	
MUESTRA	
N° DE MUESTRA	
DISEÑO DE MUESTRA FC	
UBICACIÓN	
FECHA	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS						
MODULO DE FINURA	DIAMETRO NOMINAL MAXIMO (mm)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm)	ABSORCIÓN (%)	HUMEDAD (%)	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN											
N° BLO.	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD	PESO (Kg)	CARGA (Kg)	AREA DE LA BLOQUETA	F'c DE LA MUESTRA	F'c DE DISEÑO	%	ESPECIFICACIONES
1	DISEÑO										
2											
3											
1	DISEÑO										
2											
3											
1	DISEÑO										
2											
3											

4. OBSERVACIONES

ANEXO 4: INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Prensa hidráulica



Cono de Abrams



Probeta cilíndrica de concreto fresco



ANEXO 5: FICHA TECNICA ADITIVO

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sikament®-290 N

ADITIVO POLIFUNCIONAL E IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament®-290N es un aditivo polifuncional (plastificante o superplastificante) e impermeabilizante. Sikament®-290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

- Sikament®-290N está particularmente indicado para:
- Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretas con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.
 - En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.
 - Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.
 - Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispenser x 1000 L ▪ Cilindro x 200 L ▪ Balde x 20 L ▪ PET x 4 L
Apariencia / Color	Líquido pardo oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
Densidad	1.20 +/- 0.02

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Hoja De Datos Del Producto
Sikament®-290 N
Julio 2020, Versión 03.02
02130201100000115

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Terminación superficial de alta calidad.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejas.
- Reductor de agua.

CERTIFICADOS / NORMAS

Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G.

Dosificación Recomendada

- Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento.
- Como superplastificante: del 0,7 % - 1,2 % del peso del cemento.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN**Como Plastificante impermeabilizante**

Debe incorporarse junto con el agua de amasado.

Como Superplastificante impermeabilizante

Debe incorporarse preferentemente una vez amasado el concreto y haciendo un re-amasado de al menos 1 minuto por cada m³ de carga de la amasadora o camión concretero.

NOTAS

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

NOTAS LEGALES

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



ANEXO 6: FICHA TECNICA DE LA FIBRA MAT



FIBRA DE VIDRIO MAT 450

DESCRIPCIÓN:

Fibra de vidrio cortada es un material de refuerzo de filamento fino, colocada en un patrón aleatorio y unido con un aglutinante en polvo o emulsión.

Esta especialmente diseñada para el laminado manual y el proceso de laminado continuo. Es fácil de manejar y tiene un excelente rendimiento de molde.

Es un excelente material de refuerzo para paneles de techo translucido, tanques de almacenamiento de productos químicos, tuberías de FRP, cascos, cubiertas de barcos y carrocería en general.

USOS:

- Arreglo de materiales: Para arreglos de esquís, canoas y demás embarcaciones.
- Automoción: Para fabricación y reparación de piezas de vehículos
- Industrial: Composites para refuerzo de piezas plásticas, componentes para ordenadores, tejidos de refuerzo de estructuras, decoración y aislante.

CARACTERÍSTICAS:

- Buena transparencia para los laminados
- Mojado rápido
- Fácil de eliminar las burbujas de aire.
- Excelente transparencia de los productos terminados.
- Buena dispersión y uniformidad.
- Bajo consumo de resina

DATOS TÉCNICOS:

- **Ligante:** Emulsión.
- **Peso:** 450 gr/m² + 10% conforme a la norma ISO 3374.
- **Longitud de fibra:** 50 mm.
- **Contenido de humedad:** ≤ 0,20 % conforme a la norma ISO 334

propiedad	peso del area %	contenido de humedad %	contenido de aglutinante %	resistencia a la traccion	ancho
metodo de prueba	ISO 3374	ISO 3344	ISO 1887	ISO 3342	ISO 5025
225	-5+10	≤ 0.20	4.7+0.9	≥ 30	+5
300	-5+10	≤ 0.20	4.0+0.9	≥ 50	+5
450	-5+10	≤ 0.20	3.7+0.8	≥ 70	+5
600	-5+10	≤ 0.20	3.7+0.8	≥ 80	+5
900	-5+10	≤ 0.20	3.5+0.8	≥ 90	+5

FICHA TÉCNICA



PRESENTACIÓN:

- Se presenta en rollos para las cantidades de 5, 10 y 25 m² o superior.
- Se presenta envasado y doblado para la cantidad de 1 m².

ALMACENAMIENTO:

- Almacene en lugares protegidos de la intemperie.
- Los rollos deben almacenarse en su embalaje original
- Temperatura no exceder los 35°C
- Humedad relativa por debajo del 65%.

MODO DE EMPLEO:

Se recorta la cantidad necesaria y una vez acondicionada la superficie, limpia, seca y lijada, se procede al emplastado con resina de poliéster y peróxido.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD:

La fibra de vidrio puede causar irritación temporal en la piel, para evitarlo, después de manejarlo lávese perfectamente con agua y jabón. Use siempre ropa de manga larga guantes y protectores para los ojos. Lave por separado la ropa de trabajo para evitar que la fibra de vidrio que se desprenda se impregne en otras prendas



ANEXO 7: RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO DE



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA MTC E 108 - EM 2016

TESIS: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"

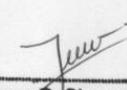
MATERIAL : AGREGADOS
SOLICITANTE : Bach. Angel Joaquin Cordero Machaca
FECHA : 18/04/2024

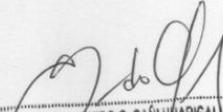
PROCEDIMIENTO		GRAVA	ARENA
		MUESTRA 01	MUESTRA 02
PESO DE LA TARA	gr.	46.17	0.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	gr.	701.90	1197.80
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARA	gr.	700.00	1175.50
PESO DEL AGUA	gr.	1.90	22.30
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	653.83	1175.50
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.29	1.90

OBSERVACIONES

Material muestreado por el solicitante
Piedra de 1/2" de diametro.




 **Juan G. Choque Paye**
TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


 **Mr. Ing. GUIDO G. CANI HUARICAL**
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CID 274012



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com

AGREGADOS.


**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA MTC E 204 - EM 2016**

TESIS: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"

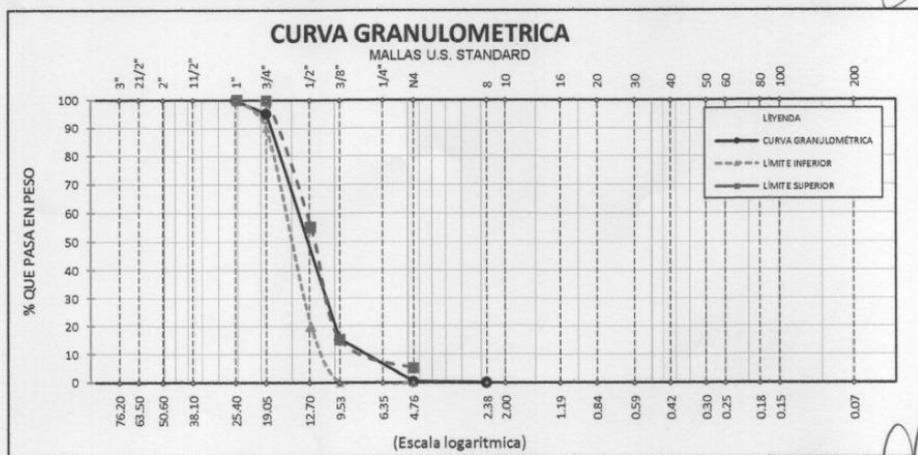
MATERIAL : AGREGADO GRUESO

SOLICITANTE : Bach. Angel Joaquin Cordero Machaca

FECHA : 18/04/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	EG-2013 AG-6	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.00					Tamaño Maximo Nominal 3/4 Pulg	
2.5"	63.500	0.00						
2"	50.600	0.00						
1.5"	38.100	0.00						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100		
3/4"	19.050	1462.00	4.89	4.89	95.11	90 100		L. LIQUIDO -
1/2"	12.700	18147.00	60.75	65.64	34.36	20 55		L. PLASTICO -
3/8"	9.525	5676.00	19.00	84.64	15.36	0 15		L. PLASTICIDAD -
1/4"	6.350	4013.00	13.43	98.08	1.92			Humedad Natural 0.29 %
Nº 4	4.760	470.00	1.57	99.65	0.35	0 5		GRAVA 99.65 %
Nº 8	2.380	104.00	0.35	100.00	0.00		ARENA 0.35 %	
Nº 10	2.000	0.00						
Nº 16	1.190	0.00						
Nº 20	0.840	0.00						
Nº 30	0.590	0.00						
Nº 40	0.420	0.00						
Nº 50	0.300	0.00						
Nº 60	0.250	0.00						
Nº 80	0.180	0.00						
Nº 100	0.149	0.00						
Nº 200	0.074	0.00						
BASE		0.00	0.00	100.00	0.00			
TOTAL		29872.00	100.00					

 OBSERVACIONES
Material muestreado de
por el solicitante

 El material se ajusta al rango AG-6
Del EG-2013 MTC
Piedra de 1/2" de diametro.

OBSERVACIONES

Material muestreado por el solicitante.


Maximo Nominal 3/4 Pulg

RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.

RUC : 20608952071

DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna

TELEFONO : +51 986441250 +51 995343551

EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com

Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna

: +51 986441250 +51 995343551

: gg.geoingenieria@gmail.com

Juan G. Choque Paye

TÉCNICO EN LABORATORIO DE

SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


 Mr. Ing. GUIDO G. CAÑIHUARCALLO
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
PID 215617



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA MTC E 204 - EM 2016**

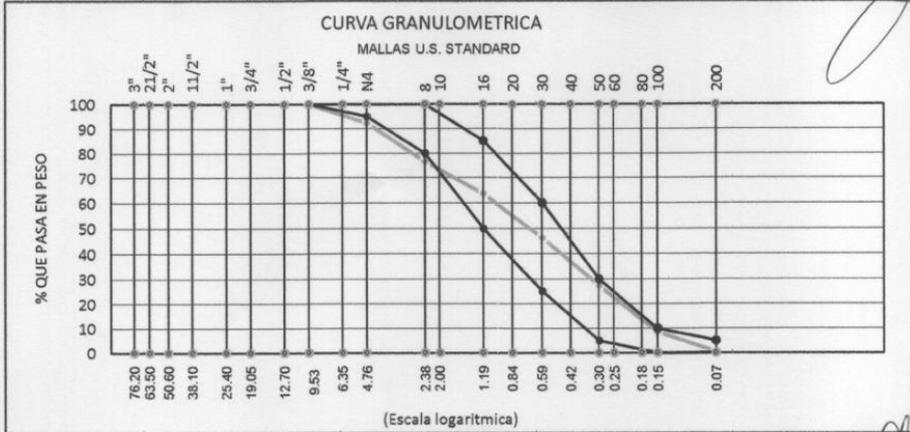
TESIS: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"

MATERIAL : AGREGADO FINO

SOLICITANTE : Bach. Angel Joaquin Cordero Machaca

FECHA : 18/04/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. EG-2013	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						L. LIQUIDO - %
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		L. PLASTICO - %
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	I. PLASTICIDAD - %
1/4"	6.350	32.60	3.03	3.03	96.97		Humedad Natural % 1.90
No4	4.760	51.90	4.82	7.86	92.14	95 100	GRAVA % 7.86
No8	2.380	166.70	15.50	23.35	76.65	80 100	ARENA % 92.14
No10	2.000						
No16	1.190	141.30	13.14	36.49	63.51	50 85	Modulo Fineza 2.86
No20	0.840						
No30	0.590	187.00	17.38	53.87	46.13	25 60	OBSERVACIONES
No40	0.420						Material muestreado
No50	0.300	202.90	18.86	72.73	27.27	5 30	por el solicitante
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	203.90	18.96	91.69	8.31	0 10	
No200	0.074	86.60	8.05	99.74	0.26		
BASE		2.8	0.26	100.00	0.00		
TOTAL		1075.70					



OBSERVACIONES
Material muestreado por el solicitante.

Juan G. Choque Paye
Juan G. Choque Paye
TECNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Guido G. Cantuvarcallo
Mtr. Ing/ GUIDO G. CANTUVARCALLO
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CIP 235647



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geingenieria@gmail.com



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

**ENSAYO DE PESOS UNITARIOS
NORMA MTC E 203 - EM 2016**

TESIS: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"

MATERIAL : AGREGADOS
SOLICITANTE : Bach. Angel Joaquin Cordero Machaca
FECHA : 18/04/2024

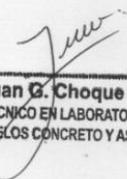
PROCEDIMIENTO	ARENA					
	SUELTO			VARILLADO		
Nº DE ENSAYO	01	02	03	01	02	03
PESO DEL MOLDE gr.	8203	8203	8203	8203	8203	8203
VOLUMEN DEL MOLDE cc.	3242.72	3242.72	3242.72	3242.72	3242.72	3242.72
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	13303	13298	13316	14207	14259	14229
PESO DE MUESTRA NETA gr.	5100	5095	5113	6004	6056	6026
PESOS UNITARIOS gr./cc.	1.573	1.571	1.577	1.852	1.868	1.858
PESO UNITARIO PROMEDIO gr./cc.	1.574			1.859		

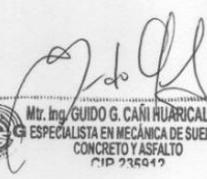
OBSERVACIONES:

PROCEDIMIENTO	GRAVA					
	SUELTO			VARILLADO		
Nº DE ENSAYO	01	02	03	01	02	03
PESO DEL MOLDE gr.	8287	8287	8287	8287	8287	8287
VOLUMEN DEL MOLDE cc.	3242.11	3242.11	3242.11	3242.11	3242.11	3242.11
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	12632	12626	12578	13172	13153	13165
PESO DE MUESTRA NETA gr.	4345	4339	4291	4885	4866	4878
PESOS UNITARIOS gr./cc.	1.340	1.338	1.324	1.507	1.501	1.505
PESO UNITARIO PROMEDIO gr./cc.	1.334			1.504		

OBSERVACIONES

Material muestreado por el solicitante.
Agregados Grava-Arena


Juan G. Choque Paye
TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


Mtr. Ing. GUIDO G. CANI HUARICALLO
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CIP 235949



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20669852071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geingenieria@gmail.com



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

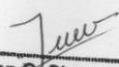
ENSAYO DE PESOS ESPECIFICOS Y ABSORCION
NORMA MTC E 205 - E 206 - EM 2016

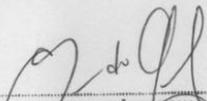
TESIS: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"
MATERIAL : AGREGADOS
SOLICITANTE : Bach. Angel Joaquin Cordero Machaca
FECHA : 18/04/2024

AGREGADO FINO - NORMA E 205				
N° DE ENSAYO		01	02	03
PESO MAT. SAT. SUP. SECO (EN AIRE)	gr.	102.40	102.90	
PESO FIOLA + AGUA	gr.	644.80	643.10	
PESO FIOLA + AGUA + A	gr.	747.20	746.00	
PESO DEL MAT. + AGUA EN LA FIOLA	gr.	707.10	706.50	
VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS	gr.	40.10	39.50	
PESO DE MAT. SECO EN ESTUFA (105°C)	gr/cc.	100.10	100.90	
VOL. DE MASA	gr/cc.	37.80	37.50	
P.E. BULK (BASE SECA)	gr/cc.	2.496	2.554	2.525
P.E. BULK (BASE SATURADA)	gr/cc.	2.554	2.605	2.579
P.E. APARENTE (BASE SECA)	gr/cc.	2.648	2.691	2.669
% DE ABSORCION		2.298	1.982	2.140
P.E. (BASE SECA)	gr/cc.		2.525	

AGREGADO GRUESO - NORMA MTC 206				
N° DE ENSAYO		01	02	03
PESO MAT. SAT. SUP. SECO (EN AIRE)	gr.	4420.00	4548.00	
PESO MAT. SAT. SUP. SECO (EN AGUA)	gr.	2755.00	2830.00	
VOL. MASA + VOL. DE VACIOS	gr.	1665.00	1718.00	
PESO DE MAT. SECO EN ESTUFA (105°C)	gr.	4358.00	4487.00	
VOL. DE MASA	gr.	1603.00	1657.00	
P.E. BULK (BASE SECA)	gr/cc.	2.617	2.612	2.615
P.E. BULK (BASE SATURADA)	gr/cc.	2.655	2.647	2.651
P.E. APARENTE (BASE SECA)	gr/cc.	2.719	2.708	2.713
% DE ABSORCION		1.423	1.359	1.391
P.E. (BASE SECA)	gr/cc.		2.615	

OBSERVACIONES
Material muestreado por el solicitante.
Agregados Grava-Arena


 **Juan G. Choque Paye**
TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


 **Mtr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARICALLA**
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CIP 235042



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20609052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

ABRACION LOS ANGELES

NORMA APLICABLE: NTP 400.019 / ASTM C - 131

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"

SOLICITA : Bach. Angel Joaquín Cordero Machaca
UBICACIÓN : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA - TACNA

1.- DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : CANTERA ARUNTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA
TIPO MAT. : AGREGADO TRATADO

2.- ENSAYO DE ABRACION LOS ANGELES

DESCRIPCION		MUESTRA		ESPECIFICACION TECNICA		
TAMIZ QUE PASA	TAMIZ QUE RETIENE	PESO MUESTRA	UNIDAD	M-1	M-2	
mm	pu/g	mm	pu/g	SEGUN NORMA		
37.5	1 1/2"	25.4	1"			MAXIMO
25	1"	19	3/4"			% DE DESGASTE
19	3/4"	12.7	1/2"	2500 ± 10	gr	2495.0
12.5	1/2"	9.52	3/8"	2500 ± 10	gr	2503.0
9.5	3/8"	6.35	1/4"		gr	2505.0
6.3	1/4"	4.75	N° 04		gr	
4.75	N°4	2.36	N° 08		gr	
Peso muestra total				gr	4998.0	5001.0
Peso de perdida del ensayo				gr	1143.0	1207.0
Peso obtenido despues del ensayo				gr	3855.0	3794.0
Numero de esferas utilizado en el ensayo				n°	11	11
Peso de las esferas utilizado en el ensayo				gr	5000	5000
porcentaje de desgaste				%	22.87	24.14
						PROMEDIO DE DESGASTE
						23.50%
						SI CUMPLE CON LA ESPECIFICACION TECNICA



Juan G. Choque Paye
TECNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Mir. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARCAYO
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CIP 234012



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 206608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geingenieria@gmail.com

ANEXO8: RESULTADO DE DISEÑO DE MEZCLA


**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Telf: +51 986441250

DISEÑO DE CONCRETO ACI 211.1

TITULO STANDARD PRACTICE FOR SELECTING PROPORTIONS FOR NORMAL, HEAVYWEIGHT, AND CONCRETE

TESIS : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024*

SOLICITA : Bach. Angel Joaquin Cordero Machaca

UBICACION : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA

1.- DATOS PARA EL DISEÑO

PROCEDEN: CANTERA ARUNTA METODO : ACI COMITÉ 211 PROF. RESP. : Mtr. Ing. Guido G. Cahu Huaricallo

UBICACIÓN: DISTRITO DE CIUDAD NUEVA fe DISEÑO : 210 kg/cm² TECNICO RESP. : Tec. Juan G. Choque Paye

TIPO MATER: AGREGADO TRATADO fe + fer : 294 kg/cm² FECHA DISEÑO : 18/04/2024

2.- PROPIEDAD FISICAS DEL MATERIAL A UTILIZARSE EN EL DISEÑO

AGREGADO	TAMANO MAX. NOM.	PESO ESPECIFICO	ABSORCION	P. UNITARIO SUELTO	P. UNITARIO COMPACTADO	CONTENIDO DE HUMEDAD	MODULO DE FINEZA	TIPO
AGREGADO GRUESO (ORAYA)	1/2	2.613	1.39	1334	1504	0.29	---	---
AGREGADO FINO (ARENA)	---	2.525	2.14	1574	1859	1.90	2.86	---
CEMENTO	---	2.80	---	---	---	---	---	IP

3.- DATOS DEL DISEÑO

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Asentamiento	Pulg.	3" a 4"
Aire total	%	2.5
Agua de diseño	Litros	216
Relación agua - cemento (a/c)	-	0.586
Cantidad de cemento	kg	368.40
Contenido de agreg. Grueso	kg	812.16

4.- VOLUMENES ABSOLUTOS

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	m ³	0.132
Agua	m ³	0.216
Aire	m ³	0.025
Agregado grueso	m ³	0.311
Volumen arena	m ³	0.317
VOLUMEN TOTAL	m ³	1.000

5.- VALORES DE DISEÑO POR M3 DE CONCRETO

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg	368.40
Agua	Litros	216.00
Agregado fino	kg	800.05
Agregado grueso	kg	812.16
Incorporador de Aire	Litros	---
SikaCem® Plast. (0.7%)	Litros	2.71
Fibra de vidrio (3%)	kg	11.05
PESOS POR M3	kg	2210.37

6.- PESOS CORREGIDO POR HUMEDAD

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg	368.40
Agua	Litros	226.92
Agregado fino	kg	815.25
Agregado grueso	kg	814.515
Incorporador de Aire	Litros	---
SikaCem® Plast. (0.7%)	Litros	2.71
Fibra de vidrio (3%)	kg	11.05
PESOS POR M3	kg	2238.84

PROPORCIONES POR M3			PROPORCIONES POR BOLSA DE CEMENTO			PESOS POR PESO DE CEMENTO		
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	bolsas	8.67	Cemento	Pies3	1	Cemento	kg	42.5
Agua	Litros	226.9	Agua	litros	26.2	Agua	Litros	26.2
Agregado fino	Pies3	18.30	Agregado fino	Pies3	2.11	Agregado fino	kg	94.1
Agregado grueso	Pies3	21.56	Agregado grueso	Pies3	2.49	Agregado grueso	kg	94.0
Incorporador de Aire	Litros	---	Incorporador de Aire	ml	---	Incorporador de Aire	ml	---
SikaCem® Plast. (0.7%)	Litros	2.71	SikaCem® Plast. (0.7%)	ml	312.4	SikaCem® Plast. (0.7%)	ml	312.4
Fibra de vidrio (3%)	kg	11.05	Fibra de vidrio (3%)	gr	1275.0	Fibra de vidrio (3%)	gr	1275.0


Juan G. Choque Paye
 TÉCNICO EN LABORATORIO DE
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Mtr. Ing. GUIDO G. CAHU HUARICALLO
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y ASFALTO
 CIP 235912


RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.

RUC : 20608952071

DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna

TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581

EMAIL : gg.georingeneria@gmail.com



GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

DISEÑO DE CONCRETO ACI 211.1

TITULO STANDARD PRACTICE FOR SELECTING PROPORTIONS FOR NORMAL, HEAVYWEIGHT, AND CONCRETE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"

SOLICITA : Bach. Angel Joaquin Cordero Machaca

UBICACIÓN : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA

1.- DATOS PARA EL DISEÑO

PROCEDENC: CANTERA ARUNTA METODO : ACI COMITÉ 211 PROF. RESP. : Mtr. Ing. Guido G. Cañi Huaricallo
UBICACIÓN : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA fc DISEÑO : 210 kg/cm² TECNICO RESP. : Tec. Juan G. Choque Paye
TIPO MATER: AGREGADO TRATADO fe + fcr : 294 kg/cm² FECHA DISEÑO : 18/04/2024

2.- PROPIEDAD FISICAS DEL MATERIAL A UTILIZAR EN EL DISEÑO

AGREGADO	TAMAÑO MAX. NOM.	PESO ESPECIFICO	ABSORCION	P. UNITARIO SUELTO	P. UNITARIO COMPACTADO	CONTENIDO DE HUMEDAD	MODULO DE FINEZA	TIPO
AGREGADO GRUESO (GRAVA)	1/2	2.615	1.39	1334	1504	0.29	---	---
AGREGADO FINO (ARENA)	---	2.525	2.14	1374	1859	1.90	2.86	---
CEMENTO	---	2.80	---	---	---	---	---	IP

3.- DATOS DEL DISEÑO

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Asentamiento	Pulg.	3" a 4"
Aire total	%	2.5
Agua de diseño	Litros	216
Relación agua - cemento (a/c)	-	0.586
Cantidad de cemento	kg	368.40
Contenido de agreg. Grueso	kg	812.16

4.- VOLUMENES ABSOLUTOS

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	m ³	0.132
Agua	m ³	0.216
Aire	m ³	0.025
Agregado grueso	m ³	0.311
Volumen arena	m ³	0.317
VOLUMEN TOTAL	m³	1.000

5.- VALORES DE DISEÑO POR M3 DE CONCRETO

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg	368.40
Agua	Litros	216.00
Agregado fino	kg	800.05
Agregado grueso	kg	812.16
Incorporador de Aire	Litros	---
SikaCem® Plast. (1.2%)	Litros	4.64
Fibra de vidrio (3%)	kg	11.05
PESOS POR M3	kg	2212.30

6.- PESOS CORREGIDO POR HUMEDAD

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg	368.40
Agua	Litros	226.92
Agregado fino	kg	815.25
Agregado grueso	kg	814.515
Incorporador de Aire	Litros	---
SikaCem® Plast. (1.2%)	Litros	4.64
Fibra de vidrio (3%)	kg	11.05
PESOS POR M3	kg	2240.78

PROPORCIONES POR M3			PROPORCIONES POR BOLSA DE CEMENTO			PESOS POR PESO DE CEMENTO		
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	bolsas	8.67	Cemento	Pies3	1	Cemento	kg	42.5
Agua	Litros	226.9	Agua	litros	26.2	Agua	Litros	26.2
Agregado fino	Pies3	18.30	Agregado fino	Pies3	2.11	Agregado fino	kg	94.1
Agregado grueso	Pies3	21.56	Agregado grueso	Pies3	2.49	Agregado grueso	kg	94.0
Incorporador de Aire	Litros	---	Incorporador de Aire	ml	---	Incorporador de Aire	ml	---
SikaCem® Plast. (1.2%)	Litros	4.64	SikaCem® Plast. (1.2%)	ml	535.5	SikaCem® Plast. (1.2%)	ml	535.5
Fibra de vidrio (3%)	kg	11.05	Fibra de vidrio (3%)	gr	1275.0	Fibra de vidrio (3%)	gr	1275.0

Juan G. Choque Paye
TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Mtr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARICALLO
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CIP 235042



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

DISEÑO DE CONCRETO ACI 211.1

TITULO STANDARD PRACTICE FOR SLECTING PROPORTIONS FOR NORMAL, HEEAVWEIGHT, AND CONCRETE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"

SOLICITA : Bach. Angel Joaquin Cordero Machaca

UBICACIÓN : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA

1.- DATOS PARA EL DISEÑO

PROCEDENC: CANTERA ARUNTA	METODO : ACI COMITÉ 211	PROF. RESP. : Mtr.Ing Guido G. Cañi Huaricallo
UBICACIÓN : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA	fe DISEÑO : 210 kg/cm2	TECNICO RESP. : Tec. Juan G. Choque Paye
TIPO MATER: AGREGADO TRATADO	fe + fcr : 294 kg/cm2	FECHA DISEÑO : 18/04/2024

2.- PROPIEDAD FISICAS DEL MATERIAL A UTILIZARCE EN EL DISEÑO

AGREGADO	TAMAÑO MAX. NOM.	PESO ESPECIFICO	ABSORCION	P. UNITARIO SUELTO	P. UNITARIO COMPACTADO	CONTENIDO DE HUMEDAD	MODULO DE FINEZA	TIPO
AGREGADO GRUESO (GRAVA)	1/2	2.615	1.39	1354	1504	0.29	---	---
AGREGADO FINO (ARENA)	---	2.525	2.14	1574	1859	1.90	2.86	---
CEMENTO	---	2.80	---	---	---	---	---	IP

3.- DATOS DEL DISEÑO

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Asentamiento	Pulg.	3" a 4"
Aire total	%	2.5
Agua de diseño	Litros	216
Relación agua - cemento (a/c)	-	0.586
Cantidad de cemento	kg	368.40
Contenido de agreg. Grueso	kg	812.16

4.- VOLUMENES ABSOLUTOS

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	m³	0.132
Agua	m³	0.216
Aire	m³	0.025
Agregado grueso	m³	0.311
Volumen arena	m³	0.317
VOLUMEN TOTAL	m³	1.000

5.- VALORES DE DISEÑO POR M3 DE CONCRETO

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg	368.40
Agua	Litros	216.00
Agregado fino	kg	800.05
Agregado grueso	kg	812.16
Incorporador de Aire	Litros	---
SikaCem® Plast. (0.7%)	Litros	2.71
Fibra de vidrio (4%)	kg	14.74
PESOS POR M3	kg	2214.05

6.- PESOS CORREGIDO POR HUMEDAD

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg	368.40
Agua	Litros	226.92
Agregado fino	kg	815.25
Agregado grueso	kg	814.515
Incorporador de Aire	Litros	---
SikaCem® Plast. (0.7%)	Litros	2.71
Fibra de vidrio (4%)	kg	14.74
PESOS POR M3	kg	2242.53

PROPORCIONES POR M3			PROPORCIONES POR BOLSA DE CEMENTO			PESOS POR PESO DE CEMENTO		
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	bolsas	8.67	Cemento	Pies3	1	Cemento	kg	42.5
Agua	Litros	226.9	Agua	litros	26.2	Agua	Litros	26.2
Agregado fino	Pies3	18.30	Agregado fino	Pies3	2.11	Agregado fino	kg	94.1
Agregado grueso	Pies3	21.56	Agregado grueso	Pies3	2.49	Agregado grueso	kg	94.0
Incorporador de Aire	Litros	---	Incorporador de Aire	ml	---	Incorporador de Aire	ml	---
SikaCem® Plast. (0.7%)	Litros	2.71	SikaCem® Plast. (0.7%)	ml	312.4	SikaCem® Plast. (0.7%)	ml	312.4
Fibra de vidrio (4%)	kg	14.74	Fibra de vidrio (4%)	gr	1700.0	Fibra de vidrio (4%)	gr	1700.0

Juan G. Choque Paye
TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Mtr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARICALLO
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CID 225642



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
RUC : 20608952071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geointermedia@gmail.com



GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

DISEÑO DE CONCRETO ACI 211.1

TITULO STANDARD PRACTICE FOR SELECTING PROPORTIONS FOR NORMAL, HEAVYWEIGHT, AND CONCRETE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"

SOLICITA : Bach. Angel Josquin Cordero Machaca

UBICACIÓN : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA

1.- DATOS PARA EL DISEÑO

PROCEDENC: CANTERA ARUNTA METODO : ACI COMITÉ 211 PROF. RESP. : Mtr. Ing. Guido G. Cañi Huaricalla
UBICACIÓN : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA fe DISEÑO : 210 kg/cm² TECNICO RESP. : Tec. Juan G. Choque Paye
TIPO MATER: AGREGADO TRATADO fe + f'er : 294 kg/cm² FECHA DISEÑO : 18/04/2024

2.- PROPIEDAD FISICAS DEL MATERIAL A UTILIZARCE EN EL DISEÑO

AGREGADO	TAMAÑO MAX. NOM.	PESO ESPECIFICO	ABSORCION	P. UNITARIO SUELTO	P. UNITARIO COMPACTADO	CONTENIDO DE HUMEDAD	MODULO DE FINEZA	TIPO
AGREGADO GRUESO (GRAVA)	1/2	2.615	1.39	1334	1504	0.29	---	---
AGREGADO FINO (ARENA)	---	2.525	2.14	1574	1859	1.90	2.86	---
CEMENTO	---	2.80	---	---	---	---	---	IP

3.- DATOS DEL DISEÑO

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Asentamiento	Pulg.	3" a 4"
Aire total	%	2.5
Agua de diseño	Litros	216
Relación agua - cemento (a/c)	-	0.586
Cantidad de cemento	kg	368.40
Contenido de agreg. Grueso	kg	812.16

4.- VOLUMENES ABSOLUTOS

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	m ³	0.132
Agua	m ³	0.216
Aire	m ³	0.025
Agregado grueso	m ³	0.311
Volumen arena	m ³	0.317
VOLUMEN TOTAL	m ³	1.000

5.- VALORES DE DISEÑO POR M3 DE CONCRETO

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg	368.40
Agua	Litros	216.00
Agregado fino	kg	800.05
Agregado grueso	kg	812.16
Incorporador de Aire	Litros	---
SikaCem® Plast. (1.2%)	Litros	4.64
Fibra de vidrio (4%)	kg	14.74
PESOS POR M3	kg	2215.99

6.- PESOS CORREGIDO POR HUMEDAD

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg	368.40
Agua	Litros	226.92
Agregado fino	kg	815.25
Agregado grueso	kg	814.515
Incorporador de Aire	Litros	---
SikaCem® Plast. (1.2%)	Litros	4.64
Fibra de vidrio (4%)	kg	14.74
PESOS POR M3	kg	2244.46

PROPORCIONES POR M3			PROPORCIONES POR BOLSA DE CEMENTO			PESOS POR PESO DE CEMENTO		
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	bolsas	8.67	Cemento	Pies3	1	Cemento	kg	42.5
Agua	Litros	226.9	Agua	litros	26.2	Agua	Litros	26.2
Agregado fino	Pies3	18.30	Agregado fino	Pies3	2.11	Agregado fino	kg	94.1
Agregado grueso	Pies3	21.56	Agregado grueso	Pies3	2.49	Agregado grueso	kg	94.0
Incorporador de Aire	Litros	---	Incorporador de Aire	ml	---	Incorporador de Aire	ml	---
SikaCem® Plast. (1.2%)	Litros	4.64	SikaCem® Plast. (1.2%)	ml	535.5	SikaCem® Plast. (1.2%)	ml	535.5
Fibra de vidrio (4%)	kg	14.74	Fibra de vidrio (4%)	gr	1700.0	Fibra de vidrio (4%)	gr	1700.0

Juan G. Choque Paye
TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Mtr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARICALLA
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

DISEÑO DE CONCRETO ACI 211.1

TITULO STANDARD PRACTICE FOR SELECTING PROPORTIONS FOR NORMAL, HEAVYWEIGHT, AND CONCRETE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"

SOLICITA : Bach. Angel Joaquin Cordero Machaca

UBICACIÓN : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA

1.- DATOS PARA EL DISEÑO

PROCEDENC: CANTERA ARUNTA METODO : ACI COMITÉ 211 PROF. RESP. : Mtr. Ing Guido G. Cañi Huaricalló
 UBICACIÓN : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA fe DISEÑO : 210 kg/cm² TECNICO RESP. : Tce. Juan G. Choque Paye
 TIPO MATER: AGREGADO TRATADO fe - fcr : 294 kg/cm² FECHA DISEÑO : 18/04/2024

2.- PROPIEDAD FISICAS DEL MATERIAL A UTILIZAR EN EL DISEÑO

AGREGADO	TAMAÑO MAX. NOM.	PESO ESPECIFICO	ABSORCION	P. UNITARIO SUELTO	P. UNITARIO COMPACTADO	CONTENIDO DE HUMEDAD	MODULO DE FINEZA	TIPO
AGREGADO GRUESO (GRAVA)	1/2	2.615	1.39	1334	1504	0.29	---	---
AGREGADO FINO (ARENA)	---	2.525	2.14	1574	1859	1.90	2.86	---
CEMENTO	---	2.80	---	---	---	---	---	IP

3.- DATOS DEL DISEÑO

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Asentamiento	Pulg	3" a 4"
Aire total	%	2.5
Agua de diseño	Litros	216
Relación agua - cemento (a/c)	-	0.586
Cantidad de cemento	kg	368.40
Contenido de agreg. Grueso	kg	812.16

4.- VOLUMENES ABSOLUTOS

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	m ³	0.132
Agua	m ³	0.216
Aire	m ³	0.025
Agregado grueso	m ³	0.311
Volumen arena	m ³	0.317
VOLUMEN TOTAL	m³	1.000

5.- VALORES DE DISEÑO POR M3 DE CONCRETO

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg	368.40
Agua	Litros	216.00
Agregado fino	kg	800.05
Agregado grueso	kg	812.16
Incorporador de Aire	Litros	---
SikaCem® Plast. (0.7%)	Litros	2.71
Fibra de vidrio (5%)	kg	18.42
PESOS POR M3	kg	2217.74

6.- PESOS CORREGIDO POR HUMEDAD

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg	368.40
Agua	Litros	226.92
Agregado fino	kg	815.25
Agregado grueso	kg	814.515
Incorporador de Aire	Litros	---
SikaCem® Plast. (0.7%)	Litros	2.71
Fibra de vidrio (5%)	kg	18.42
PESOS POR M3	kg	2246.21

PROPORCIONES POR M3			PROPORCIONES POR BOLSA DE CEMENTO			PESOS POR PESO DE CEMENTO		
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	bolsas	8.67	Cemento	Pies3	1	Cemento	kg	42.5
Agua	Litros	226.9	Agua	litros	26.2	Agua	Litros	26.2
Agregado fino	Pies3	18.30	Agregado fino	Pies3	2.11	Agregado fino	kg	94.1
Agregado grueso	Pies3	21.56	Agregado grueso	Pies3	2.49	Agregado grueso	kg	94.0
Incorporador de Aire	Litros	---	Incorporador de Aire	ml	---	Incorporador de Aire	ml	---
SikaCem® Plast. (0.7%)	Litros	2.71	SikaCem® Plast. (0.7%)	ml	312.4	SikaCem® Plast. (0.7%)	ml	312.4
Fibra de vidrio (5%)	kg	18.42	Fibra de vidrio (5%)	gr	2125.0	Fibra de vidrio (5%)	gr	2125.0



Juan G. Choque Paye
TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



Mr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARICALLÓ
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CIP 226812



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
 RUC : 20608052071
 DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
 TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
 EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

DISEÑO DE CONCRETO ACI 211.1

TITULO STANDARD PRACTICE FOR SLECTING PROPORTIONS FOR NORMAL, HEEAVWEIGHT, AND CONCRETE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"

SOLICITA : Bach. Angel Josquin Cordero Machaca

UBICACIÓN : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA

1.- DATOS PARA EL DISEÑO

PROCEDENC: CANTERA ARUNTA METODO : ACI COMITÉ 211 PROF. RESP. : Mtr. Ing. Guido G. Cahi Huaricallo
UBICACIÓN: DISTRITO DE CIUDAD NUEVA fe DISEÑO : 210 kg/cm2 TECNICO RESP. : Tec. Juan G. Choque Paye
TIPO MATER: AGREGADO TRATADO fe + fer : 294 kg/cm2 FECHA DISEÑO : 18/04/2024

2.- PROPIEDAD FISICAS DEL MATERIAL A UTILIZARCE EN EL DISEÑO

AGREGADO	TAMASO MAX. NOM.	PESO ESPECIFICO	ABSORCION	P. UNITARIO SUELTO	P. UNITARIO COMPACTADO	CONTENIDO DE HUEDAD	MODULO DE FINEZA	TIPO
AGREGADO GRUESO (GRAVA)	1/2	2.613	1.39	1334	1504	0.29	---	---
AGREGADO FINO (ARENA)	---	2.525	2.14	1574	1859	1.90	2.86	---
CEMENTO	---	2.80	---	---	---	---	---	IP

3.- DATOS DEL DISEÑO

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Asentamiento	Pulg.	3" a 4"
Aire total	%	2.5
Agua de diseño	Litros	216
Relación agua - cemento (a/c)	-	0.586
Cantidad de cemento	kg	368.40
Contenido de agreg. Grueso	kg	812.16

4.- VOLUMENES ABSOLUTOS

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	m ³	0.132
Agua	m ³	0.216
Aire	m ³	0.025
Agregado grueso	m ³	0.311
Volumen arena	m ³	0.317
VOLUMEN TOTAL	m³	1.000

5.- VALORES DE DISEÑO POR M3 DE CONCRETO

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg	368.40
Agua	Litros	216.00
Agregado fino	kg	800.05
Agregado grueso	kg	812.16
Incorporador de Aire	Litros	---
SikaCem® Plast. (1.2%)	Litros	4.64
Fibra de vidrio (5%)	kg	18.42
PESOS POR M3	kg	2219.67

6.- PESOS CORREGIDO POR HUMEDAD

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg	368.40
Agua	Litros	226.92
Agregado fino	kg	815.25
Agregado grueso	kg	814.515
Incorporador de Aire	Litros	---
SikaCem® Plast. (1.2%)	Litros	4.64
Fibra de vidrio (5%)	kg	18.42
PESOS POR M3	kg	2248.14

PROPORCIONES POR M3			PROPORCIONES POR BOLSA DE CEMENTO			PESOS POR PESO DE CEMENTO		
DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Cemento	bolsas	8.67	Cemento	Pies3	1	Cemento	kg	42.5
Agua	Litros	226.9	Agua	litros	26.2	Agua	Litros	26.2
Agregado fino	Pies3	18.30	Agregado fino	Pies3	2.11	Agregado fino	kg	94.1
Agregado grueso	Pies3	21.56	Agregado grueso	Pies3	2.49	Agregado grueso	kg	94.0
Incorporador de Aire	Litros	---	Incorporador de Aire	ml	---	Incorporador de Aire	ml	---
SikaCem® Plast. (1.2%)	Litros	4.64	SikaCem® Plast. (1.2%)	ml	535.5	SikaCem® Plast. (1.2%)	ml	535.5
Fibra de vidrio (5%)	kg	18.42	Fibra de vidrio (5%)	gr	2125.0	Fibra de vidrio (5%)	gr	2125.0


Juan G. Choque Paye
TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


Mtr. Ing. GUIDO G. CAHI HUARICALLO
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CIP 236012



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com

ANEXO 9: RESULTADO DE TANDAS DE MEZCLA DE CONCRETO



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA O FLUIDEZ DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C143-78)

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"

SOLICITANTE : Bach. Angel Joaquin Cordero Machaca

FECHA : ABRIL, 2024

Tipo de muestra : Concreto fresco

Presentación

F'c de diseño : 210 kg/cm2

MUESTRA Nº	TIPO DE DISEÑO	FECHA	SLUMP ESPERADO	SLUMP OBTENIDO	SUPERVISION VISUAL	ELABORACION DE BRIQUETA 6"x12"	FECHA DESMOLDADO	PESO DE BRIQUETA FRESCA (gr)
1	PATRON (I)	19/04/2024	3" a 4"	3.9"	OK	SI	20/04/2024	3507
2	PATRON (II)	19/04/2024	3" a 4"	3.8"	OK	SI	20/04/2024	3424
3	PATRON (III)	19/04/2024	3" a 4"	3.7"	OK	SI	20/04/2024	3515
4	3% + 1.2 AD (I)	19/04/2024	3" a 4"	3.6"	OK	SI	20/04/2024	3414
5	3% + 1.2 AD (II)	19/04/2024	3" a 4"	3.4"	OK	SI	20/04/2024	3364
6	3% + 1.2 AD (III)	19/04/2024	3" a 4"	3.5"	OK	SI	20/04/2024	3434
7	3% + 0.7 AD (I)	19/04/2024	3" a 4"	2.4"	OK	SI	20/04/2024	3425
8	3% + 0.7 AD (II)	19/04/2024	3" a 4"	2.3"	OK	SI	20/04/2024	3445
9	3% + 0.7 AD (III)	19/04/2024	3" a 4"	2.5"	OK	SI	20/04/2024	3330
10	4% + 1.2 AD (I)	19/04/2024	3" a 4"	3.0"	OK	SI	20/04/2024	3385
11	4% + 1.2 AD (II)	19/04/2024	3" a 4"	2.8"	OK	SI	20/04/2024	3370
12	4% + 1.2 AD (III)	19/04/2024	3" a 4"	2.8"	OK	SI	20/04/2024	3381
13	4% + 0.7 AD (I)	19/04/2024	3" a 4"	2.0"	OK	SI	20/04/2024	3378
14	4% + 0.7 AD (II)	19/04/2024	3" a 4"	1.8"	OK	SI	20/04/2024	3372
15	4% + 0.7 AD (III)	19/04/2024	3" a 4"	1.9"	OK	SI	20/04/2024	3369
16	5% + 1.2 AD (I)	19/04/2024	3" a 4"	2.7"	OK	SI	20/04/2024	3497
17	5% + 1.2 AD (II)	19/04/2024	3" a 4"	2.5"	OK	SI	20/04/2024	3425
18	5% + 1.2 AD (III)	19/04/2024	3" a 4"	2.6"	OK	SI	20/04/2024	3275
19	5% + 0.7 AD (I)	19/04/2024	3" a 4"	1.7"	OK	SI	20/04/2024	3324
20	5% + 0.7 AD (II)	19/04/2024	3" a 4"	1.4"	OK	SI	20/04/2024	3390
21	5% + 0.7 AD (III)	19/04/2024	3" a 4"	1.5"	OK	SI	20/04/2024	3314



Jew
Juan G. Choque Paye
TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Guido
Mr. Ing. GUIDO G. CANI HUARCALLE
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
CIP 215017



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoiingenieria@gmail.com

ANEXO 10: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 339.034)

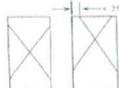
TESIS : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024
 SOLICITANTE : Bachi Angel Josquin Cordero Machaca
 FECE : ABRIL, 2024
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

N°	TIPO DE DISEÑO	FECHA		DATOS DE MUESTRA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
		VACIADO	ROTERA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN (cm²)	RELACION ALTURA / DIÁMETRO (L/D)	PESO (g)	DENSIDAD (g/cm³)	FUERZA MÁXIMA (kg)	F'c ALCANZADA (kg/cm²)	F'c DE DISEÑO (kg/cm²)	%	TIPO DE FALLA
1	PATRON (I)	19/04/2024	26/04/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3524	2.24	15530	197.7	210.0	94.2%	5
2	PATRON (II)	19/04/2024	26/04/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3501	2.23	16400	208.8	210.0	99.4%	5
3	3% + 1.2 AD (I)	20/04/2024	27/04/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3415	2.17	17870	227.5	210.0	108.3%	5
4	3% + 1.2 AD (II)	20/04/2024	27/04/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3397	2.16	17770	226.3	210.0	107.7%	5
5	4% + 1.2 AD (I)	21/04/2024	28/04/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3385	2.15	14690	187.0	210.0	89.1%	5
6	4% + 1.2 AD (II)	21/04/2024	28/04/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3396	2.16	14320	182.3	210.0	86.8%	5
7	5% + 1.2 AD (I)	22/04/2024	29/04/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3361	2.14	13590	173.0	210.0	82.4%	5
8	5% + 1.2 AD (II)	22/04/2024	29/04/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3320	2.11	13870	176.6	210.0	84.1%	5
9	5% + 0.7 AD (I)	23/04/2024	30/04/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3363	2.14	13150	167.4	210.0	79.7%	5
10	5% + 0.7 AD (II)	23/04/2024	30/04/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3332	2.12	13950	177.6	210.0	84.6%	5

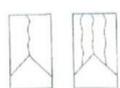
FACTOR DE CORRECIÓN PARA LOS VALORES L/D

L/D	1.75	1.5	1.25	1
FACTOR	0.98	0.96	0.92	0.87

ESQUEMA DE LOS PATRONES DE TIPOS DE FRACTURAS



TIPO 1
Como rasamiento bien formado, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



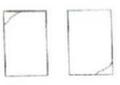
TIPO 2
Como bien formado sobre una base desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



TIPO 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, como no bien formadas



TIPO 4
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1



TIPO 5
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren consistentemente con las capas de embotado



TIPO 6
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acuminado

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación altura/diámetro, por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo

Fuente: NTP 339.034



Juan G. Choque Paye
TÉCNICO EN LABORATORIO DE
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



Mtr. Ing. GUIDO G. CANI HUARCALLI
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELO
CONCRETO Y ASFALTO
CIP 235917



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
 RUC : 20608052071
 DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
 TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
 EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 339.034)

TESIS : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024
 SOLICITANTE : Bach. Angel Joaquin Cordero Machaca
 FECHA : MAYO, 2024
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"
 Fc de diseño : 210 kg/cm2

N°	TIPO DE DISEÑO	FECHA		EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	DATOS DE MUESTRA				RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
		VACIADO	ROTORA				ÁREA DE SECCIÓN (cm²)	RELACION ALTURA / DIÁMETRO (L/D)	PESO (g)	DENSIDAD (g/cm³)	FUERZA MÁXIMA (kg)	Fc ALCANZADA (kg/cm²)	Fc DE DISEÑO (kg/cm²)	%	TIPO DE FALLA
11	4% + 0.7 AD (I)	24/04/2024	01/05/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3378	2.15	14250	181.4	210.0	86.4%	5
12	4% + 0.7 AD (II)	24/04/2024	01/05/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3390	2.16	13980	178.0	210.0	84.8%	3
13	3% + 0.7 AD (I)	25/04/2024	02/05/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3426	2.18	15480	197.1	210.0	93.9%	3
14	3% + 0.7 AD (II)	25/04/2024	02/05/2024	7	10.00	20.00	78.54	2.00	3398	2.16	15580	198.4	210.0	94.5%	5

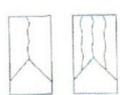
FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LOS VALORES L/D

L/D	1.75	1.5	1.25	1
FACTOR	0.98	0.96	0.97	0.87

ESQUEMA DE LOS PATRONES DE TIPOS DE FRACTURAS



TIPO 1
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menor de 25 mm de grietas entre capas



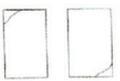
TIPO 2
Como bien formado sobre una base desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



TIPO 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



TIPO 4
Fractura diagonal en grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1



TIPO 5
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embandado



TIPO 6
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acortado

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura/diámetro, por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo



Juan G. Choque Paye
TÉCNICO EN LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
 RUC : 20608052071
 DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
 TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
 EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



Mtr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARICALLO
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
CIP 235012

Planteo: NTP 339.034



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 339.034)

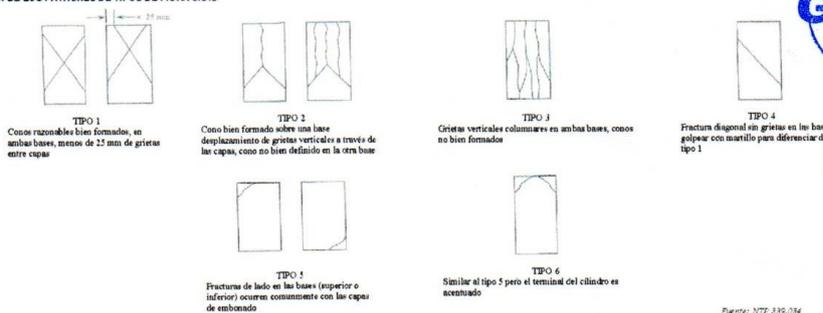
TESIS : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024
 SOLICITANTE : Bach. Angel Joaquin Cordero Michaca
 FECHA : MAYO, 2024
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

N°	TIPO DE DISEÑO	FECHA			DATOS DE MUESTRA						RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
		VACIADO	ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN (cm²)	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO (L/D)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm³)	FUERZA MÁXIMA (kg)	Fc ALCANZADA (kg/cm²)	Fc DE DISEÑO (kg/cm²)	%	TIPO DE FALLA
1	PATRON (I)	19-04-2024	03-05-2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3486	2.22	16474	209.8	210.0	99.9%	3
2	PATRON (II)	19-04-2024	03-05-2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3495	2.22	16520	210.3	210.0	100.2%	3
3	3% + 1.2 AD (I)	20-04-2024	04-05-2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3407	2.17	18160	231.2	210.0	110.1%	5
4	3% + 1.2 AD (II)	20-04-2024	04-05-2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3399	2.16	18860	240.1	210.0	114.3%	5
5	4% + 1.2 AD (I)	21-04-2024	05-05-2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3364	2.14	15630	199.0	210.0	94.8%	5
6	4% + 1.2 AD (II)	21-04-2024	05-05-2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3377	2.15	15940	203.0	210.0	96.6%	5
7	5% + 1.2 AD (I)	22-04-2024	06-05-2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3345	2.13	15090	192.1	210.0	91.5%	3
8	5% + 1.2 AD (II)	22-04-2024	06-05-2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3342	2.13	15270	194.4	210.0	92.6%	3
9	5% + 0.7 AD (I)	23-04-2024	07-05-2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3338	2.13	13720	174.7	210.0	83.2%	5
10	5% + 0.7 AD (II)	23-04-2024	07-05-2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3344	2.13	13900	177.0	210.0	84.3%	5

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LOS VALORES L/D

L/D	1.75	1.9	2.25	3
FACTOR	0.98	0.96	0.92	0.87

ESQUEMA DE LOS PATRONES DE TIPOS DE FRACTURAS



OBSERVACIONES:
 * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
 * Las muestras cumplen con la relación altura/diámetro, por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo

Juan G. Choque Paye
 TÉCNICO EN LABORATORIO DE
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Mtr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARCALLO
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y ASFALTO
 CIP 238912



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
RUC : 20608952071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg-geoingenieria@gmail.com





**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 339.034)

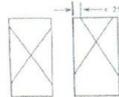
TESIS : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024
 SOLICITANTE : Badi, Angel Joaquin Cordero Machaca
 FECHA : MAYO, 2024
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"
 Fc de diseño : 210 kg/cm2

N°	TIPO DE DISEÑO	FECHA		DATOS DE MUESTRA						RESISTENCIA A LA COMPRESION				TIPO DE FALLA	
		VACIADO	ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN (cm²)	RELACION ALTURA / DIÁMETRO (L/D)	PESO (g)	DENSIDAD (g/cm³)	FUERZA MÁXIMA (kg)	Fc ALCANZADA (kg/cm²)	Fc DE DISEÑO (kg/cm²)		%
11	4% + 0.7 AD (I)	24/04/2024	08/05/2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3379	2.15	15540	197.9	210.0	94.2%	5
12	4% + 0.7 AD (II)	24/04/2024	08/05/2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3386	2.16	15980	203.5	210.0	96.9%	5
13	3% + 0.7 AD (I)	25/04/2024	09/05/2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3412	2.17	16980	216.2	210.0	103.0%	5
14	3% + 0.7 AD (II)	25/04/2024	09/05/2024	14	10.00	20.00	78.54	2.00	3400	2.16	16260	207.0	210.0	98.6%	5

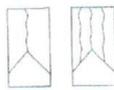
FACTOR DE CORRECIÓN PARA LOS VALORES L/D

L/D	1.75	1.5	1.25	1
FACTOR	0.94	0.96	0.97	0.97

ESQUEMA DE LOS PATRONES DE TIPOS DE FRACTURAS



TIPO 1
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



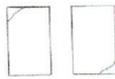
TIPO 2
Como bien formado sobre una base desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



TIPO 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



TIPO 4
Fractura diagonal sin grietas en las bases golpea con martillo para diferenciar del tipo 1



TIPO 5
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embozado



TIPO 6
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acantado

- OBSERVACIONES:**
- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
 - * Las muestras cumplen con la relación altura/diámetro, por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo



Juan G. Choque Paye
TÉCNICO EN LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
RUC : 20608852071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TÉLEFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



Mtr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARICALLC
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
CIP 215042





**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 339.034)

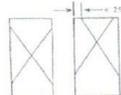
TESIS : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024
 SOLICITANTE : Bach. Angel Joaquin Cordero Machaca
 FECHA : MAYO, 2024
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

Nº	TIPO DE DISEÑO	FECHA		DATOS DE MUESTRA						RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
		VACIADO	ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN (cm²)	RELACION ALTURA / DIÁMETRO (L/D)	PESO (g)	DENSIDAD (gr/cm³)	FUERZA MÁXIMA (kg)	Fc ALCANZADA (kg/cm²)	Fc DE DISEÑO (kg/cm²)	%	TIPO DE FALLA
1	PATRON (I)	19-04-2024	17-05-2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3487	2.22	18090	230.3	210.0	109.7%	5
2	PATRON (II)	19-04-2024	17-05-2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3449	2.20	17580	223.8	210.0	106.6%	5
3	3% + 1.2 AD (I)	20-04-2024	18-05-2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3414	2.17	17800	226.6	210.0	107.9%	5
4	3% + 1.2 AD (II)	20-04-2024	18-05-2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3406	2.17	18930	241.0	210.0	114.8%	3
5	4% + 1.2 AD (I)	21-04-2024	19-05-2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3384	2.15	16630	211.7	210.0	100.8%	3
6	4% + 1.2 AD (II)	21-04-2024	19-05-2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3390	2.16	17940	228.4	210.0	108.8%	5
7	5% + 1.2 AD (I)	22-04-2024	20-05-2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3342	2.13	17090	217.6	210.0	103.6%	5
8	5% + 1.2 AD (II)	22-04-2024	20-05-2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3339	2.13	17270	219.9	210.0	104.7%	5
9	5% + 0.7 AD (I)	23-04-2024	21-05-2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3354	2.14	16750	213.3	210.0	101.6%	5
10	5% + 0.7 AD (II)	23-04-2024	21-05-2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3366	2.14	16540	210.6	210.0	100.3%	5

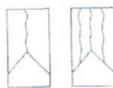
FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LOS VALORES L/D

L/D	1.75	1.5	1.25	1
FACTOR	0.98	0.96	0.92	0.87

ESQUEMA DE LOS PATRONES DE TIPOS DE FRACTURAS



TIPO 1
Como razonables bien formados, en ambos bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



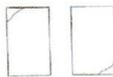
TIPO 2
Como bien formado sobre una base desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



TIPO 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, como no bien formados



TIPO 4
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1



TIPO 5
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de emboñado



TIPO 6
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es reventado

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura/diámetro, por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo

Juan G. Choque Paye
TÉCNICO EN LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
 RUC : 20608952071
 DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
 TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
 EMAIL : gg-georingenieria@gmail.com



Mz. Ing. GUIDO G. CANYHUARICHALLO
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
CIP 235947



Fuente: NTP 339.034



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 339.034)

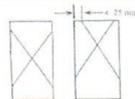
TESIS : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024
 SOLICITANTE : Bch. Angel Joaquin Cordero Machaca
 FECHA : MAYO, 2024
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

N°	TIPO DE DISEÑO	FECHA		DATOS DE MUESTRA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
		VACIADO	ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN (cm²)	RELACION ALTURA/DIÁMETRO (L/D)	PESO (g)	DENSIDAD (g/cm³)	FUERZA MÁXIMA (kg)	F'c ALCANZADA (kg/cm²)	F'c DE DISEÑO (kg/cm²)	%	TIPO DE FALLA
11	4% + 0.7 AD (I)	24/04/2024	22/05/2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3387	2.16	19150	243.8	210.0	116.1%	3
12	4% + 0.7 AD (II)	24/04/2024	22/05/2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3390	2.16	19540	248.8	210.0	118.5%	3
13	3% + 0.7 AD (I)	25/04/2024	23/05/2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3409	2.17	17580	223.8	210.0	106.6%	5
14	3% + 0.7 AD (II)	25/04/2024	23/05/2024	28	10.00	20.00	78.54	2.00	3415	2.17	18260	232.5	210.0	110.7%	5

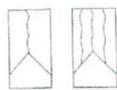
FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LOS VALORES L/D

L/D	1.75	1.5	1.25	1
FACTOR	0.98	0.96	0.92	0.87

ESQUEMA DE LOS PATRONES DE TIPOS DE FRACTURAS



TIPO 1
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre conos.



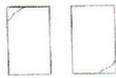
TIPO 2
Cono bien formado sobre una base desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.



TIPO 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



TIPO 4
Fractura diagonal en grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



TIPO 5
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embotado.



TIPO 6
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación altura/diámetro, por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo.

Juan G. Choque Paye
TÉCNICO EN LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
 RUC : 20608852071
 DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
 TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
 EMAIL : gg.geoenjeria@gmail.com



Publote: 3/77-335/034
 Mtr. Ing. GUIDO G. CANI HUARCALCO
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
 CIP 235917





**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (NTP 339.079, ASTM C-293)

TESIS : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024
 SOLICITANTE : Bach. Angel Joaquín Cordero Mihaica
 FECHA : MAYO, 2024
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 Fc de diseño : Indicada en la identificación

N°	UBICACIÓN	FECHA			DATOS DE MUESTRA						RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
		VACIADO	ROTURA	EDAD (Días)	ALTURA (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	PESO (gf)	DENSIDAD (g/cm ³)	FUERZA MÁXIMA (kg)	Fc ALCANZADA (kg/cm ²)	Fc DE DISEÑO (kg/cm ²)	%
1	PATRON (I)	19/04/2024	26/04/2024	7	14.50	50.00	14.50	23716	2.26	1460	23.9	35.0	68.4%
2	3% + 1.2 AD (I)	20/04/2024	27/04/2024	7	14.50	50.00	14.50	23146	2.20	1950	32.0	35.0	91.4%
3	4% + 1.2 AD (I)	21/04/2024	28/04/2024	7	14.50	50.00	14.50	22980	2.19	1970	32.3	35.0	92.3%
4	5% + 1.2 AD (I)	22/04/2024	29/04/2024	7	14.50	50.00	14.50	22767	2.17	1830	30.0	35.0	85.8%
5	5% + 0.7 AD (I)	23/04/2024	30/04/2024	7	14.50	50.00	14.50	22842	2.17	1820	29.8	35.0	85.3%
6	4% + 0.7 AD (I)	24/04/2024	01/05/2024	7	14.50	50.00	14.50	23010	2.19	1840	30.2	35.0	86.2%
7	3% + 0.7 AD (I)	25/04/2024	02/05/2024	7	14.50	50.00	14.50	23324	2.22	1750	28.7	35.0	82.0%



Jew

Juan G. Choque Paye
 TÉCNICO EN LABORATORIO DE
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Guido

Mr. Ing. GUIDO G. CAÑAHUARICALLO
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y ASFALTO
 CIP 235017

OBSERVACIONES:
 • Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
 • Las muestras cumplen con la relación altura/diámetro, por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
 RUC : 20608052071
 DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
 TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
 EMAIL : gg.georingeneria@gmail.com



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (NTP 339.079, ASTM C-293)

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"
 SOLICITANTE : Bach. Angel Joaquín Cordero Machaca
 FECHA : MAYO, 2024
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 Fc de diseño : Indicada en la identificación

N°	UBICACIÓN	FECHA		DATOS DE MUESTRA							RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
		VACIADO	ROTURA	EDAD (Días)	ALTURA (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm ³)	FUERZA MÁXIMA (kg)	Fc ALCANZADA (kg/cm ²)	Fc DE DISEÑO (kg/cm ²)	%
1	PATRON (I)	19/04/2024	03/05/2024	14	14.50	50.00	14.50	23790	2.26	1600	26.2	35.0	75.0%
2	3% + 1.2 AD (I)	20/04/2024	04/05/2024	14	14.50	50.00	14.50	23251	2.21	2130	34.9	35.0	99.8%
3	4% + 1.2 AD (I)	21/04/2024	05/05/2024	14	14.50	50.00	14.50	23000	2.19	2050	33.6	35.0	96.1%
4	5% + 1.2 AD (I)	22/04/2024	06/05/2024	14	14.50	50.00	14.50	22855	2.17	2100	34.4	35.0	98.4%
5	5% + 0.7 AD (I)	23/04/2024	07/05/2024	14	14.50	50.00	14.50	22789	2.17	1935	31.7	35.0	90.7%
6	4% + 0.7 AD (I)	24/04/2024	08/05/2024	14	14.50	50.00	14.50	23122	2.20	2230	36.6	35.0	104.5%
7	3% + 0.7 AD (I)	25/04/2024	09/05/2024	14	14.50	50.00	14.50	23201	2.21	1850	30.3	35.0	86.7%



Juan G. Choque Paye
 TÉCNICO EN LABORATORIO DE
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Mtr. Ing. GILDO G. CAÑI HUARICALLO
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y ASFALTO
 CIP 235912

OBSERVACIONES:
 * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
 * Las muestras cumplen con la relación altura diametro, por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
 RUC : 20608052071
 DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
 TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
 EMAIL : gg.georingeneria@gmail.com



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (NTP 339.079, ASTM C-293)

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE ALTO TRANSITO EN VIAS URBANAS, EN CIUDAD NUEVA - TACNA 2024"
 SOLICITANTE : Bach. Angel Joaquín Cordero Machuca
 FECHA : MAYO 2024
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 Fc de diseño : Indicada en la identificación

N°	UBICACIÓN	FECHA			DATOS DE MUESTRA						RESISTENCIA A LA COMPRESION		
		VACIADO	ROTURA	EDAD (Días)	ALTURA (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm ³)	FUERZA MÁXIMA (kg)	f _c ALCANZADA (kg/cm ²)	f _c DE DISEÑO (kg/cm ²)	%
1	PATRON (I)	19-04-2024	17-05-2024	28	14.50	50.00	14.50	24016	2.28	1920	31.5	35.0	90.0%
2	3% + 1.2 AD (I)	20-04-2024	18-05-2024	28	14.50	50.00	14.50	23217	2.21	2250	36.9	35.0	105.4%
3	4% + 1.2 AD (I)	21-04-2024	19-05-2024	28	14.50	50.00	14.50	23105	2.20	2310	37.9	35.0	108.2%
4	5% + 1.2 AD (I)	22-04-2024	20-05-2024	28	14.50	50.00	14.50	22867	2.18	2330	38.2	35.0	109.2%
5	5% + 0.7 AD (I)	23-04-2024	21-05-2024	28	14.50	50.00	14.50	22779	2.17	2010	33.0	35.0	94.2%
6	4% + 0.7 AD (I)	24-04-2024	22-05-2024	28	14.50	50.00	14.50	22990	2.19	2420	39.7	35.0	113.4%
7	3% + 0.7 AD (I)	25-04-2024	23-05-2024	28	14.50	50.00	14.50	23301	2.22	2190	35.9	35.0	102.6%



Juan G. Choque Paye
 TÉCNICO EN LABORATORIO DE
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Mtr. Ing. GUIDO G. CAÑAHUARCAYO
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y ASFALTO
 CIP 236047

OBSERVACIONES:
 * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
 * Las muestras cumplen con la relación altura/diámetro, por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
 RUC : 20608952071
 DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
 TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
 EMAIL : gg.georingeneria@gmail.com

ANEXO 11: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-PC-003-24

Pag. 1 de 4

CLIENTE : GEOLOGIA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	PRENSA DE CONCRETO	<p>Los resultados de la medición reportados en este certificado fueron obtenidos siguiendo los procedimientos de calibración dados en el siguiente párrafo, donde los estándares de referencia son indicados en la siguiente pagina el cual garantiza la trazabilidad del instrumento Patrón y los certificados de calibración acreditado validan lo expuesto</p> <p>El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron lecturas de las cargas.</p>
FABRICANTE	TECNICAS	
MODELO	TCP341	
N° SERIE	760	
CAPACIDAD	100 TN	
INDICADOR	WEIGH INDICATOR	
N° SERIE	MH20200730083	
TRANSD. PRESION	ZEMIC	
RANGO	700 Bar	
N° SERIE	---	
SISTEMA DE ACC.	BOMBA ELECTRICA	
FABRICANTE	---	
MODELO	---	
N° SERIE	---	
UBICACIÓN	Laboratorio In Situ- Tacna.	



FECHA DE LA MEDICION 24/01/2024

STALIN OLAZABAL TREJIC
JEFE LABORATORIO FUERZA
IE CP N°182685

JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 - 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-PC-003-24

Pag. 2 de 4

La Trazabilidad mediante la Medición de referencia ISO 376:2011 Validado por el certificado de calibración N° OT N° 222-5367/Parcial 2 - INTI - Argentina

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente (21.2+/- 1) °C
Humedad Relativa (60 +/- 5) %Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO PRENSA DE CONCRETO
FABRICANTE TECNICAS
MODELO TCP341
N° SERIE 760
CAPACIDAD 100 TN
INDICADOR WEIGH INDICATOR
N° SERIE MH20200730083

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO DINAMOMETRO (Load cell)
CONSTRUCTOR AEP Transducers
MODELO C8S
N° SERIE 723547
CAPACIDAD 1000 KN
PROC. CAL. Compresión
INDICADOR: AEP TRANSDUCER (Indicador Digital)
MODELO MP10 Plus
N° SERIE 6593



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

Pag. 3 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-PC-003-24
Marca TECNICAS, Indicador Digital WEIGH INDICATOR, Transductor de 700 bar

SISTEMA DIGITAL "A" Kgf	SERIES DE CALIBRACION (Kgf)				PROMEDIO "B" Kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kgf	SERIE (2) Kgf	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10,000	9,902	9,909	0,98	0,91	9,906	0,95	0,05
20,000	19,809	19,799	0,96	1,01	19,804	0,98	0,04
30,000	29,722	29,718	0,93	0,94	29,720	0,93	0,01
40,000	39,612	39,623	0,97	0,94	39,618	0,96	0,02
50,000	49,524	49,515	0,95	0,97	49,520	0,96	0,01
60,000	59,440	59,432	0,93	0,95	59,436	0,94	0,01
70,000	69,312	69,306	0,98	0,99	69,309	0,99	0,01
80,000	79,243	79,235	0,95	0,96	79,239	0,95	0,01
90,000	89,132	89,146	0,96	0,95	89,139	0,96	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E607
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
Ep = ((A-B)/A) * 100
Rp = Desviación Estándar
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1,0 %

Coefficiente de Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste: $Y = 2 * 10^{-7} X^2 + 0,9904X + 1,7381$

Donde:

X : Lectura de la pantalla

Y : fuerza promedio (Kgf)



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

Pag. 3 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-PC-003-24
Marca TECNICAS, Indicador Digital WEIGH INDICATOR, Transductor de 700 bar

SISTEMA DIGITAL "A" Kgf	SERIE DE CALIBRACION (Kgf)				PROMEDIO "B" Kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kgf	SERIE (2) Kgf	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10,000	9,902	9,909	0,98	0,91	9,906	0,95	0,05
20,000	19,809	19,799	0,96	1,01	19,804	0,98	0,04
30,000	29,722	29,718	0,93	0,94	29,720	0,93	0,01
40,000	39,612	39,623	0,97	0,94	39,618	0,96	0,02
50,000	49,524	49,515	0,95	0,97	49,520	0,96	0,01
60,000	59,440	59,432	0,93	0,95	59,436	0,94	0,01
70,000	69,312	69,306	0,98	0,98	69,309	0,99	0,01
80,000	79,243	79,235	0,95	0,96	79,239	0,95	0,01
90,000	89,132	89,146	0,96	0,95	89,139	0,96	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-07
- 2.- Ep y Rp son el Error Percentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma.
Ep = ((A-B)/A) * 100 Rp = Desviación Estándar
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1,0 %

Coefficiente de Correlación: **R² = 1**

Ecuación de ajuste: $Y = 2 \cdot 10^{-7} X^2 + 0,99004 X + 1,7381$
Donde:

X : Lectura de la pantalla
Y : fuerza promedio (Kgf)



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL
RUC
DIRECCIÓN
TELÉFONO
EMAIL

: GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
: 20608052071
: Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
: +51 986441250 +51 995343581
: gg.georingeneria@gmail.com



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SERVICIOS DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
EQUIPOS DE LABORATORIO



Página 1 de 3

LABORATORIO DE MASA
LM-2393-2023

Solicitante GEOLOGIA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
Dirección AV. EL SOL MZA. D LOTE. 29 A.V. ASOC. 7 DE JUNIO TACNA - TACNA - CIUDAD NUEVA
Equipo Balanza
Marca Ohaus
Modelo R21PE30ZH
Serie 8354661373-1
Procedencia China

Capacidad Máxima 30000 g
División De Escala 1 g
Divis. De Verificación 1 g
Clase II
Tipo Electrónico
Capacidad Mínima 50 g
Variación de ΔT Local 1 °C

Identificación No indica
Fecha de calibración 2023-12-18
Lugar Laboratorio de masa de PyS Equipos E.I.R.L

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

P Y S EQUIPOS E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Método utilizado Método de comparación según el PC-018 2da edición, junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotérmicos con aire como medio termóstático" publicada por el snm/INDECOPI.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

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

EPP

Revisado y firmado digitalmente por:
Eler Pozo S.
Dpto. Metrología



Javier Negrón C.

Calibrado y firmado digitalmente por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrología

● Calle 4, Mz F11.05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
● 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
● apozo@pys.pe / metrologia@pys.pe / ventas@pys.pe
● www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

PyS
EQUIPOS

GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Mr. Ing. GUIDO G. CANI HUARICALLO
GERENTE GENERAL



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

PyS
EQUIPOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SERVICIOS DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
EQUIPOS DE LABORATORIO



Numero de certificado LM-2393-2023
Pagina 2 de 3

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón utilizado	Cert. De Calibración
Patrones de referencia corporación 2M & N	Pesa 20kg M2	333-CM-M-2022
Patrones de referencia corporación 2M & N	Pesa 10kg M2	334-CM-M-2022
Patrones de referencia corporación 2M & N	Juego de pesas de 1g a 2kg	336-CM-M-2022
Patrones de referencia METROIL	Termohigrómetro digital con incertidumbres 0.3°C / 2.8%	1AT-1184-2023

Resultados de medición

Inspección visual

Ajuste de cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	23.1	23.1
Humedad Relativa (%)	71	71

Medición Nº	Carga L1 15000 g			Medición Nº	Carga L2 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)		I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	0.6	-0.1	1	30000	0.5	0.0
2	15000	0.6	-0.1	2	30000	0.5	0.0
3	15000	0.7	-0.2	3	30000	0.6	-0.1
4	15001	0.6	0.9	4	30000	0.5	0.0
5	15000	0.6	-0.1	5	30000	0.6	-0.1
6	15000	0.6	-0.1	6	30000	0.6	-0.1
7	15000	0.7	-0.2	7	30000	0.6	-0.1
8	15000	0.7	-0.2	8	30000	0.5	0.0
9	15001	0.6	0.9	9	30000	0.6	-0.1
10	15000	0.5	0.0	10	30000	0.5	0.0
Diferencia Máxima	1.1			Diferencia Máxima	0.1		
E.M.P.	2.0			E.M.P.	3.0		

Calle 4, Mz.F11t.05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 apo20@pys.pe / metrologia@pys.pe / ventas@pys.pe
 www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

PyS
EQUIPOS



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
 RUC : 20608052071
 DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
 TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
 EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com

GEOLOGÍA & GEOTECNIA
 GEOINGENIERIA E.I.R.L.
 Mtr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARICALLO
 GERENTE GENERAL



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tefi +51 986441250

PyS
EQUIPOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SERVICIOS DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
EQUIPOS DE LABORATORIO



Numero de certificado LM-2393-2023
Pagina 3 de 3

Ensayo De Excentricidad

2	R
1	
3	A

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	23.7	23.7
Humedad Relativa (%)	70	70

N°	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (g)
	Carga Mínima* (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10	10	0.6	-0.1	10000	10000	0.6	-0.1	0.0	2.0
2	10	10	0.6	-0.1		10000	0.6	-0.1	0.0	2.0
3	10	10	0.6	-0.1		10000	0.7	-0.2	-0.1	2.0
4	10	10	0.7	-0.2		10000	0.6	-0.1	0.1	2.0
5	10	10	0.6	-0.1		9999	0.5	-1.0	-0.9	2.0

Ensayo De Pesaje

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	23.1	23.7
Humedad Relativa (%)	71	71

N°	Carga L (g)	Crecientes				Decreciente				E. M. P. ± (g)
		I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10	10	0.6	-0.1						1
2	20	20	0.6	-0.1	0.0	20	0.6	-0.1	0.0	1
3	100	100	0.6	-0.1	0.0	100	0.6	-0.1	0.0	1
4	500	500	0.7	-0.2	-0.1	500	0.6	-0.1	0.0	1
5	1000	1000	0.7	-0.2	-0.1	1000	0.6	-0.1	0.0	1
6	5000	5000	0.7	-0.2	-0.1	5000	0.6	-0.1	0.0	1
7	10000	10000	0.6	-0.1	0.0	10000	0.5	0.0	0.1	2
8	15000	15000	0.6	-0.1	0.0	15000	0.6	-0.1	0.0	2
9	20000	20000	0.6	-0.1	0.0	20000	0.6	-0.1	0.0	2
10	25000	25000	0.5	0.0	0.1	25000	0.5	0.0	0.1	3
11	30000	30000	0.6	-0.1	0.0	30000	0.6	-0.1	0.0	3

Donde:

I : Indicación de la balanza ΔL : Carga adicional Eo : Error en cero
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g) E : Error del instrumento Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R - 0,00000786 \times R$$

$$\text{Incertidumbre expandida} = 2 \times \sqrt{0,284833g^2 + 0,00000000043 \times R^2}$$

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de

FIN DEL DOCUMENTO

Calle 4, Mz. F1 Lt.05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
apozo@pys.pe / metrologia@pys.pe / ventas@pys.pe
www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE
DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

PyS
EQUIPOS



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.georingeneria@gmail.com

GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.
Mr. Ing. GUIDO C. CAÑI HUARICALLO
GERENTE GENERAL



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LT-HL-002-24

Pag. 1 de 6

CLIENTE : GEOLOGIA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	HORNO LABORATORIO
FABRICANTE	PERUTEST
MODELO	PT-H76
N° SERIE	169
CAPACIDAD	90 Lt
INDICADOR	AUTOCOMP
Precisión	1°C
Sensor	----
RANGO	0 - 250 °C
Procedencia	Perú
Tipo de Ventilación	No Forzada
Punto de Operación	110 +/- 5°C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo Metaut sigue el procedimiento INDECOPI-SNM PC-018.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

UBICACIÓN Laboratorio In Situ - Tacna

DIA DE LA MEDICION 24/01/2024



Efrain Espinoza
EFRAIN ESPINOZA POSADAS
JEFE LAB. TEMPERATURA
IE CAP N°125481

JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 - 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com

GEOLOGIA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.
Guido G. Cani Huaricallo
Mr. Ing. GUIDO G. CANI HUARICALLO
GERENTE GENERAL



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LT-HL-002-24

Pag. 2 de 6

Validado por el certificado de calibración N° 1AT-1542-2023

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente (28.1 +/- 1) °C
Humedad Relativa (60 +/- 5) %Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO HORNO LABORATIO
FABRICANTE PERUTEST
MODELO PT-H76
N° SERIE 169
CAPACIDAD 90 Lt
INDICADOR AUTOCOMP
RANGO 0 - 250 °C

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO TERMOMETRO CON INDICACION DIGITAL
FABRICANTE FLUKE
MODELO 54 II B
N° SERIE 4873052WS
RANGO -200°C-1372°C
PRECISION 0.1°C
PROC. CAL. Calibración por Comparación siguiendo el procedimiento INDECOPI - SNM-PC-018 "Procedimiento para la calibración o termostatico"



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 - 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com, - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
RUC : 20609052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoenjeria@gmail.com

GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Mtr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARICALLO
GERENTE GENERAL



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

Pag. 3 de 6

ENSAYOS
Distribución de la temperatura
Valor de ensayo a 110°C

Tiempo (mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T* Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.0	110.2	109.7	109.9	109.9	109.7	109.5	110.0	109.6	109.7	109.9	109.8	0.7
2	110.0	109.7	109.7	109.6	109.7	109.6	109.8	109.7	109.7	109.7	109.6	109.7	0.1
4	110.0	109.8	109.7	109.8	109.7	110.0	109.8	109.7	109.7	109.7	109.8	109.8	0.3
6	110.0	110.1	110.1	110.0	110.1	110.0	110.0	109.9	110.1	110.0	110.1	110.0	0.2
8	110.0	110.0	110.7	110.0	110.4	110.2	110.5	110.0	110.6	110.4	110.7	110.4	0.7
10	110.2	110.1	110.1	110.0	110.2	110.1	110.5	110.4	110.1	110.1	110.1	110.2	0.5
12	109.9	110.2	110.1	110.1	110.1	110.0	110.1	110.1	110.1	110.1	110.2	110.1	0.2
14	109.9	110.4	110.4	110.3	110.1	110.1	110.4	110.2	110.2	110.4	110.4	110.3	0.3
16	110.3	110.3	110.1	110.1	110.3	110.0	110.2	110.3	110.2	110.2	110.3	110.2	0.3
18	109.6	110.6	110.5	110.5	110.4	110.3	110.3	110.6	110.5	110.6	110.4	110.5	0.3
20	109.8	110.8	110.6	110.6	110.5	110.4	110.6	110.7	110.7	110.7	110.7	110.6	0.4
22	109.9	110.4	110.3	110.3	110.0	110.2	110.3	110.4	110.4	110.3	110.2	110.3	0.4
24	109.8	110.2	110.1	110.0	110.0	110.3	110.3	110.1	110.2	110.2	110.2	110.2	0.3
26	109.9	110.5	110.5	110.5	110.1	110.0	110.4	110.5	110.4	110.5	110.3	110.4	0.5
28	109.8	110.1	110.1	110.0	110.1	110.5	110.2	110.0	110.1	110.0	110.1	110.1	0.5
30	110.1	110.4	110.4	110.4	110.1	110.4	110.4	110.4	110.4	110.4	110.4	110.4	0.3
32	110.1	110.6	110.5	110.4	110.6	110.5	110.4	110.6	110.5	110.5	110.5	110.5	0.2
34	110.1	110.3	110.1	110.2	110.3	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	0.2
36	110.0	110.5	110.4	110.4	110.5	110.1	110.4	110.4	110.5	110.4	110.4	110.4	0.4
38	110.0	110.0	110.4	110.0	110.2	110.4	110.6	110.0	110.5	110.0	110.0	110.2	0.6
40	110.1	110.7	110.7	110.7	110.3	110.0	110.6	110.5	110.5	110.7	110.7	110.5	0.7
42	110.2	110.8	110.7	110.7	110.8	110.5	110.8	110.8	110.9	110.8	110.8	110.8	0.4
44	110.1	110.3	110.2	110.3	110.2	110.3	110.1	110.3	110.2	110.1	110.2	110.3	0.2
46	110.1	110.5	110.3	110.5	110.2	110.3	110.2	110.2	110.3	110.5	110.5	110.4	0.3
48	110.0	110.1	110.2	110.0	110.1	110.3	110.3	110.0	110.1	110.0	110.0	110.1	0.3
50	110.1	110.2	110.2	110.0	110.0	110.4	110.0	110.2	110.0	110.1	110.3	110.2	0.4
T PROM	110.0	110.3	110.3	110.2	110.2	110.2	110.3	110.2	110.3	110.3	110.3	110.2	
T MAX	110.3	110.8	110.7	110.7	110.8	110.5	110.8	110.8	110.9	110.8	110.8	110.8	
T MIN	109.6	109.7	109.7	109.6	109.7	109.6	109.5	109.7	109.6	109.7	109.6	109.6	



Identificación de Terminología:

- T PROM. Temperatura Promedio durante el ciclo total de toma de datos.
- T MAX Temperatura Máxima durante el ciclo total la toma de datos.
- T MIN Temperatura Mínima durante el ciclo total la toma de datos.
- T Prom. Temperatura Promedio del total de las Termocuplas durante la toma de datos.
- Tmax-Tmin Diferencia entre la Temperatura Máxima y Mínima durante la toma de datos.



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 - 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20698052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoenjeria@gmail.com

GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Mtr. Ing. GUIDO G. CANI HUARICALLO
GERENTE GENERAL



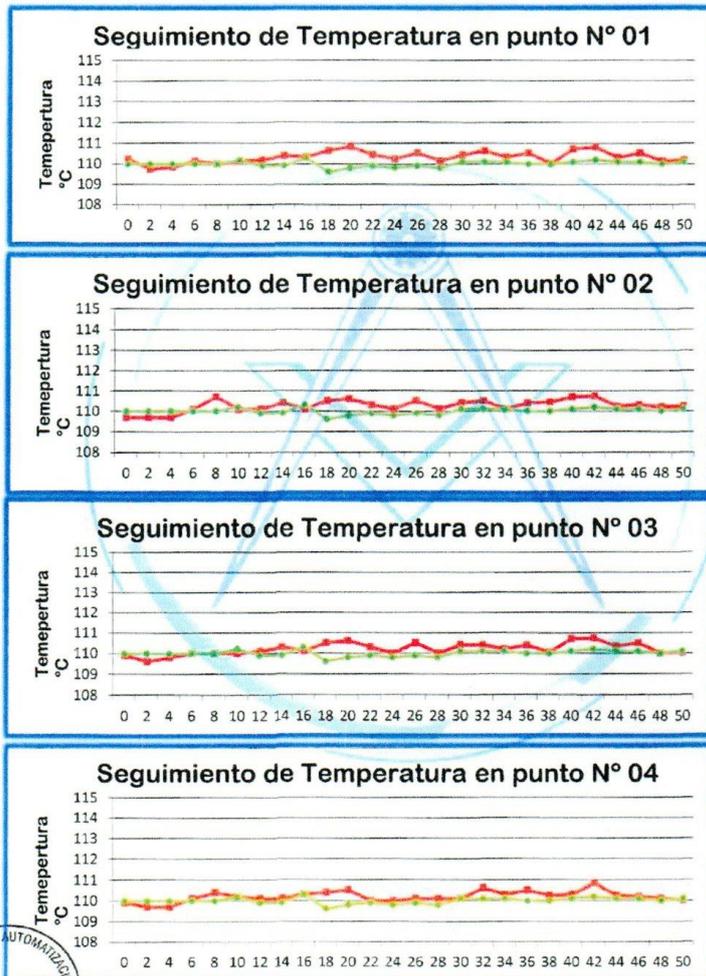
GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

Pag. 4 de 6

GRAFICOS DEL SEGUIMIENTO DE TEMPERATURAS PARA 110°C



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 - 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com

GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.
Mtr. Ing. GUIDO G. CAN HUARICHALLO
GERENTE GENERAL



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

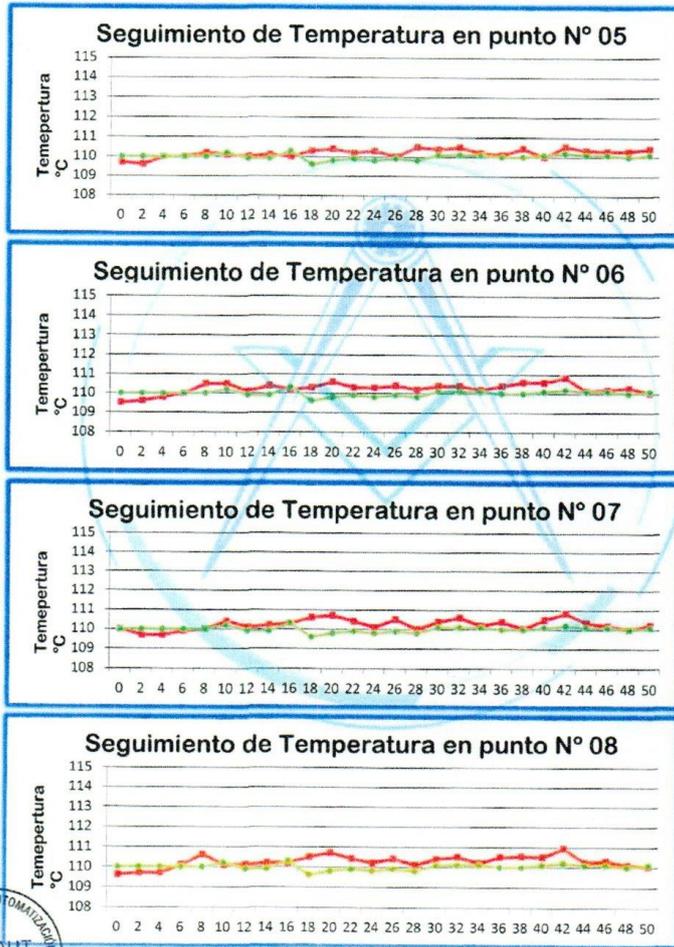
Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tcf: +51 986441250



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

Pag. 5 de 6

GRAFICOS DEL SEGUIMIENTO DE TEMPERATURAS PARA 110°C



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL
RUC
DIRECCIÓN
TELÉFONO
EMAIL

: GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
: 20608052071
: Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
: +51 986441250 +51 995343581
: gg.geingenieria@gmail.com

GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Mtr. Ing. GUIDO G. CANHUARICALLO
GERENTE GENERAL



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L**

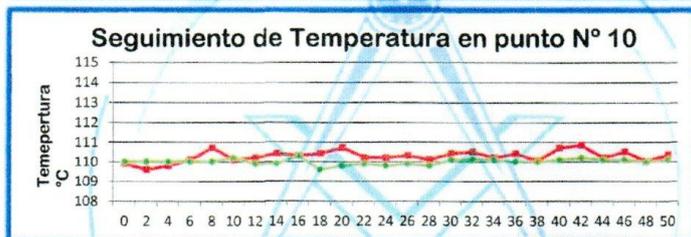
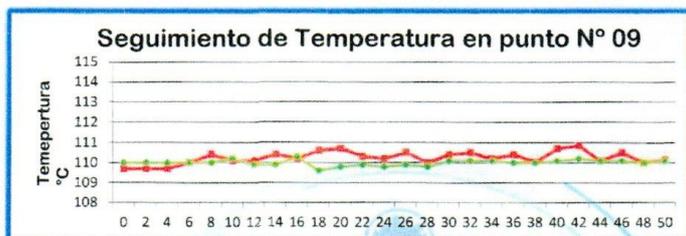
Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Taona. Tef: +51 986441250



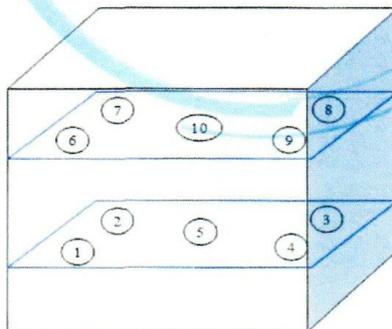
**METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT**

Pag. 6 de 6

GRAFICOS DEL SEGUIMIENTO DE TEMPERATURAS PARA 110°C



DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM

**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.**

Mtr. Ing. GUIDO G. CANI HUARICHALLO
GERENTE GENERAL



RAZÓN SOCIAL
RUC
DIRECCIÓN
TELÉFONO
EMAIL

: GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
: 20608052071
: Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Taona
: +51 986441250 +51 995343581
: gg.geoingenieria@gmail.com



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LT-BM-001-24

Pag. 1 de 5

CLIENTE : GEOLOGIA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	BAÑO MARIA
FABRICANTE	ORION
MODELO	BM-01
N° SERIE	22031001
CAPACIDAD	30 Lts
INDICADOR	TERMOSTATO ANALOGICO
Precisión	5°C
SENSOR	TERMOSTATO
RANGO	30 - 110 °C
PROCEDENCIA	NACIONAL
Tipo de Ventilación	No Forzada
Punto de Operación	60 +/- 1°C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrologías a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo Metaut sigue el procedimiento INDECOPI-SNM PC-019.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

UBICACIÓN Laboratorio In Situ - Tacna

DIA DE LA MEDICION 24/01/2024



Efraín Espinoza
EFRAIN ESPINOZA POSADAS
JEFE LAB. TEMPERATURA
IE CAP N°1254B1

JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 - 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geingenieria@gmail.com

GEOLOGIA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Guido G. Cañi Huaricallo
Mtr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARICALLO
GERENTE GENERAL



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LT-BM-001-24

Pag. 2 de 5

Validado por el certificado de calibración N° 1AT-1542-2023

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente (21,2 +/- 1) °C
Humedad Relativa (60 +/- 5) %Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO BAÑO MARIA
FABRICANTE ORION
MODELO BM-01
N° SERIE 22031001
CAPACIDAD 30 Lts
INDICADOR TERMOSTATO ANALOGICO
RANGO 30 - 110 °C

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO TERMOMETRO CON INDICACION DIGITAL
FABRICANTE FLUKE
MODELO 54 II B
N° SERIE 4673052WS
RANGO -200°C-1372°C
PRECISION 0.1°C
PROC. CAL. Calibración por Comparación siguiendo el procedimiento INDECOPI - SNM-PC-019 "Procedimiento para la calibración de baños termostaticos"



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 - 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.georingeneria@gmail.com

GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.
Mtr. Ing. GUIDO C. CANI-HUARICALLO
GERENTE GENERAL



**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.**

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



**METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT**

Pag. 3 de 5

ENSAYOS:

Distribución de la temperatura.
Valor de ensayo a 60 °C

Tiempo (m)	Pirómetro °C	INDICACIONES DE CADA TERMOCUPLA °C					T° Prom °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5		
0	64	61.8	61.7	61.6	61.8	61.8	61.7	0.2
2	64	61.8	61.7	61.6	61.8	61.8	61.7	0.2
4	64	61.8	61.7	61.6	61.8	61.8	61.7	0.2
6	64	61.6	61.7	61.7	61.8	61.8	61.7	0.2
8	64	61.6	61.7	61.7	61.8	61.8	61.7	0.2
10	64	61.6	61.7	61.7	61.7	61.8	61.7	0.2
12	64	61.7	61.7	61.7	61.7	61.8	61.7	0.1
14	64	61.7	61.7	61.7	61.7	61.8	61.7	0.1
16	64	61.7	61.7	61.7	61.7	61.8	61.7	0.1
18	64	61.7	61.8	61.7	61.7	61.8	61.7	0.1
20	64	61.7	61.8	61.6	61.7	61.7	61.7	0.2
22	64	61.8	61.8	61.6	61.7	61.7	61.7	0.2
24	64	61.8	61.8	61.6	61.7	61.7	61.7	0.2
26	64	61.8	61.8	61.6	61.8	61.7	61.7	0.2
28	64	61.8	61.8	61.6	61.8	61.7	61.7	0.2
30	64	61.8	61.8	61.6	61.8	61.7	61.7	0.2
32	64	61.8	61.8	61.6	61.8	61.7	61.7	0.2
34	64	61.8	61.8	61.6	61.8	61.7	61.7	0.2
36	64	61.8	61.8	61.6	61.7	61.7	61.7	0.2
38	64	61.8	61.8	61.8	61.7	61.7	61.7	0.2
40	64	61.8	61.8	61.7	61.7	61.8	61.8	0.1
42	64	61.8	61.8	61.7	61.7	61.8	61.8	0.1
44	64	61.8	61.9	61.7	61.7	61.8	61.8	0.2
46	64	61.7	61.9	61.7	61.7	61.8	61.8	0.2
48	64	61.7	61.8	61.6	61.7	61.8	61.7	0.2
50	64	61.7	61.8	61.8	61.7	61.7	61.7	0.2
T. PROM	64	61.7	61.8	61.6	61.7	61.8	61.7	
T. MAX.	64	61.8	61.9	61.7	61.8	61.8		
T. MIN.	64	61.6	61.7	61.6	61.7	61.7		



Identificación de Terminología:

- T PROM Temperatura Promedio durante el ciclo total de toma de datos.
- T MAX. Temperatura Maxima durante el ciclo total la toma de datos.
- T MIN Temperatura Mínima durante el ciclo total la toma de datos.
- T Prom. Temperatura Promedio del total de las Termocuplas durante la toma de datos.
- Tmax-Tmin Diferencia entre la Temperatura Maxima y Minima durante la toma de datos.



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com

**GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.**
Mr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARICALLO
GERENTE GENERAL



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

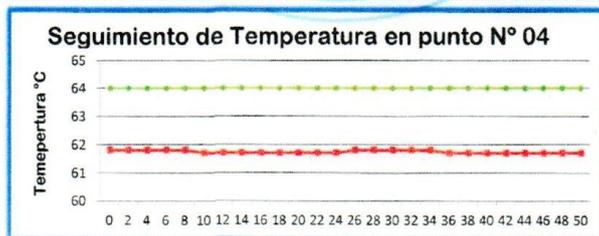
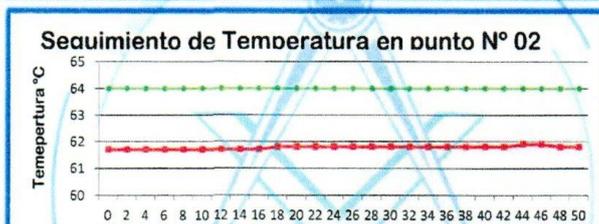
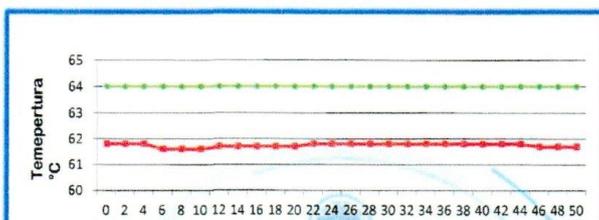
Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

Pag. 4 de 5

GRAFICOS DEL SEGUIMIENTO DE TEMPERATURAS PARA 60 °C



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.geoingenieria@gmail.com

GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.
Mtr. Ing. GUIDO G. CAÑI HUARICALLO
GERENTE GENERAL



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L

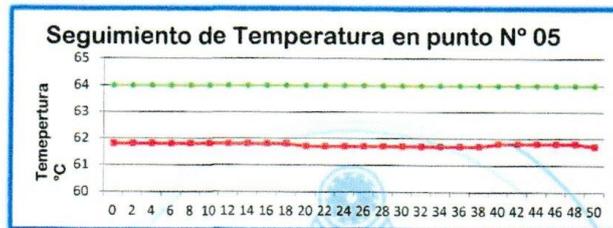
Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



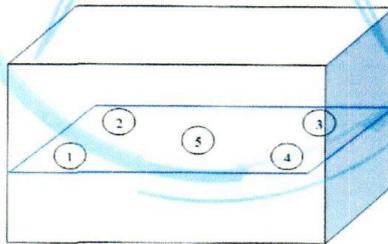
METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

Pag. 5 de 5

GRAFICOS DEL SEGUIMIENTO DE TEMPERATURAS PARA 60°C



DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL
RUC
DIRECCIÓN
TELÉFONO
EMAIL

: GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L
: 20608052071
: Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
: +51 986441250 +51 995343581
: gg.geoingenieria@gmail.com

GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.
Mtr. Ing. GUYDO G. CANI HUARICALLO
GERENTE GENERAL



GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Dirección: Asoc. Las Américas Mz. "E" Lote "11", Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna. Tef: +51 986441250



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LT-TER-002-24

Pag. 1 de 2

CLIENTE : GEOLOGIA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	Termometro Digital
FABRICANTE	EUROTECH
MODELO	-----
RANGO	-50 - 300 °C
PRECISION	0.1 °C
PROCEDENCIA	-----
F. CALIBRACION	25/01/2024
F. PROX. CALIBRACION	25/01/2025

METODO DE CALIBRACION:

La calibración se realizó por comparación directa según el PC-017 procedimiento para la calibración de Termómetros digitales

TRAZABILIDAD:

Los resultados de calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM en concordancia con el SI y el (SLUMP).

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrologías a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo Metaut sigue el procedimiento PC-017 Procedimiento para la calibración de termómetros digitales.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.



instrumento Patron	certificado de calibración
Termometro Digital Fluke precisión de 0.1°C	1AT-1451-2022



Stalin Olazabal Trejo
STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. Nº 182685

JR. ANDRÉS RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com – ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



RAZÓN SOCIAL : GEOLOGÍA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA E.I.R.L.
RUC : 20608052071
DIRECCIÓN : Asoc. Las Américas Mz. E Lote 11, Cnel. Gregorio Albarracín, Tacna
TELÉFONO : +51 986441250 +51 995343581
EMAIL : gg.georingeneria@gmail.com

GEOLOGÍA & GEOTECNIA
GEOINGENIERIA E.I.R.L.

Mr. Ing. Guido C. Cañi Huaricallo
Mr. Ing. GUIDO C. CAÑI HUARICALLO
GERENTE GENERAL

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTT - 042 - 2024***Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia*

Página 1 de 3

1. Orden de trabajo	OT 0053-24	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GEOLOGIA & GEOTECNIA GEOINGENIERIA EMPRESA INDIVIDUAL DE	
3. Dirección	Av. El Sol Mza. D Lote. 29 A.V. Asoc. 7 De Junio, Ciudad Nueva - Tacna - TACNA	
4. Instrumento de medición	MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Fabricante	AYA INSTRUMENTS	
Número de Serie	2308157	
Modelo	STMH-3	
Alcance de Indicación	0 a 9999 Vueltas	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Div. de escala / Resolución	1 Vuelta	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2024-02-13	
6. Lugar de calibración	Instalaciones de Tecnicas CP SAC	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2024-02-15



Firmado digitalmente
por José De la Torre
Fecha: 2024.02.15
12:33:18 -05'00'



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTT - 042 - 2024****Área de Metrología**

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al DM / INACAL tomado como referencia la norma internacional ASTM C131/C131M-20 "Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine".

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	29 °C	29 °C
Presión Atmosférica	60 %	60 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Contador de Frecuencias Fluke PM6690	CRONÓMETRO DIGITAL Incertidumbre de 0,002315	LTF-C-099-2023
Anillo Patrón INACAL DM / LLA-027-2022	Pie de rey 300 mm con incertidumbre de 11 um	FA-0703-2023
Cilindro Patrón INACAL DM / LLA-035-2022		
Bloques Patrón (grado 0) INACAL DM / LLA-258-2021		
Bloques Patrón (grado 1) INACAL DM / LLA-C-032-2021		
Regla Metálica LLA-442-2021	REGLA METÁLICA DE 1 m con incertidumbre de medición de 0,2 mm hasta 1 mm.	1AD-0987-2023
Magnificador Óptico LLA-005-2021		

10. Resultados

Características de las esferas

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Masa (g)
1	46,77	419,5
2	45,27	419,5
3	46,78	419,0
4	46,76	419,5
5	46,78	419,5
6	46,78	419,5

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Masa (g)
7	46,77	419,0
8	46,78	419,5
9	46,76	419,0
10	46,76	419,5
11	46,76	419,0
12	46,77	419,5

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTT - 042 - 2024***Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia*

Página 3 de 3

Determinación del vuelta/tiempo

Tiempo (seg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN			Giro de la Máquina (rpm)
	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	
60	31	32	31	31,3
120	62	62	62	30,7
180	93	93	93	31,0
240	125	125	125	32,0
300	156	157	156	31,3
360	186	186	186	29,7
420	216	216	216	30,0
480	248	248	248	32,0
540	279	279	279	31,0
600	311	311	312	32,3
660	342	341	342	30,3
720	374	374	374	32,3
780	405	404	405	30,7
840	435	435	435	30,3
900	466	468	466	31,7

Características del tambor del equipo

Diámetro Interior	707 mm
Longitud Interior	512 mm

Nota 1.- El peso adecuado para las esferas debe ser de entre 390 g y 445 g. el diámetro debe estar entre 46,38 mm y 47,63 mm.

Nota 2.- El cilindro del equipo debe girar a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm.

Nota 3.- El rango admisible para el diámetro interior del tambor del equipo es de 711 ± 5 mm.

Nota 4.- El rango admisible para la longitud interior del tambor del equipo es de 508 ± 5 mm.

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

Fin del documento