



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Gradación de fibras PET y resistencia a la compresión del concreto
210Kg/cm² en la Región Tumbes**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Alarcon Infante, Joel Alfredo (orcid.org/0000-0002-2693-6136)

ASESOR:

Mg. Marcelo Sanchez, Ary Garlyn (orcid.org/0000-0002-4805-3860)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

*A mis padres: Bacilides Alarcón y
Carmen Infante, quienes estuvieron en
todo el proceso de mi carrera profesional,
porque con su amor, paciencia y apoyo
incondicional me impulsaron a lograr uno
más de mis objetivos.*

*Ellos son los protagonistas en esta
ansiada meta.*

Joel Alfredo

AGRADECIMIENTO

*A Dios por ser mi guía constante en cada
paso dado, dándome fuerzas cuando más lo
necesité.*

Sin Él nada hubiera sido posible.

*A mi novia, Lesslie García Risco, por ser
soporte en mi vida, brindándome cada
palabra de aliento para no rendirme,
creyendo en mi desde el primer día*

Joel Alfredo

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARCELO SANCHEZ ARY GARLYN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Gradación de fibras PET y resistencia a la compresión del concreto 210Kg/cm² en la Región Tumbes", cuyo autor es ALARCON INFANTE JOEL ALFREDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 06 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARCELO SANCHEZ ARY GARLYN DNI: 80225075 ORCID: 0000-0002-4805-3860	Firmado electrónicamente por: ARYMARCELOS el 29-02-2024 09:34:17

Código documento Trilce: TRI - 0737220

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ALARCON INFANTE JOEL ALFREDO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Gradación de fibras PET y resistencia a la compresión del concreto 210Kg/cm² en la Región Tumbes", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE DNI: 75243695 ORCID: 0000-0002-2693-6136	Firmado electrónicamente por: JALARCONI el 06-02- 2024 17:04:10

Código documento Trilce: TRI - 0737221

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor	iv
Declaratoria de originalidad del autor.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen.....	x
Abstract	xi
I. Introducción.....	12
II. Marco teórico.....	15
III. Metodología.....	23
3.1 Tipo y diseño de la investigación	25
3.2 Variables y su operacionalización.....	25
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	27
3.3.1 Población	27
3.3.2 Muestra	27
3.3.3 Muestreo	27
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos	27
3.5 Procedimientos	28
3.6 Método de análisis de datos	28
3.7 Aspectos éticos.....	29
IV. Resultados	31
V. Discusión	38
VI. Conclusiones	42
VII. Recomendaciones	43
Referencias	44
Anexos	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas empleadas en la recolección de datos	28
Tabla 2 Dosis de PET ensayadas y resistencia a la compresión a los 28 días	31
Tabla 3 Dosis de PET y resistencia a la compresión para todas las repeticiones realizadas	33
Tabla 4 Estudio de las variaciones en la resistencia a la compresión en términos de las dosis de PET	35
Tabla 5 Resultados de las pruebas de significación de la resistencia a la compresión de mejor dosis de PET, comparadas con el concreto patrón	36
Tabla 6 Prueba de las hipótesis de la investigación	37
Tabla 7 Tabla granulométrica	59
Tabla 8 Tabla granulométrica para el agregado grueso	60
Tabla 9 Curva granulométrica del agregado grueso	60
Tabla 10 Propiedades físicas de los agregados ensayados	61
Tabla 11 Características generales de diseño	61
Tabla 12 Volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto	65
Tabla 13 Porcentaje de aire atrapado y tamaño máximo del agregado grueso	65
Tabla 14 Relación agua cemento por resistencia	66
Tabla 15 Volumen unitario del agua y asentamiento	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1 Botellas de plástico PET	18
Figura 2 Agregado fino en una cantera	20
Figura 3 Agregado grueso.....	21
Figura 4 Esquemático de la producción del cemento.....	21
Figura 5 Ensayo a la compresión	22
Figura 6 Penetración capilar de cloruros a los dos días de curado	24
Figura 7 Esquema de la investigación.....	25
Figura 8 Resistencia a la compresión y dosis de PET a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto.....	32
Figura 9 Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado, y las dosis ensayadas	34
Figura 10 Curva granulométrica del agregado fino	59
Figura 11 Agregado grueso en la llegada a la cantera.....	92
Figura 12 Tesista acopiando el agregado grueso grueso	92
Figura 13 Acopio del agregado fino.....	93
Figura 14 Tesista con el agregado fino acopiado.....	93
Figura 15 Recojo de botellas plásticas.....	94
Figura 16 Tanda de botellas plásticas lavadas y ordenadas.....	94
Figura 17 Tesista cortando el plástico PET.....	95
Figura 18 Parcial de plástico PET recortado	95
Figura 19 Pesaje de un matraz para descontar se peso	96
Figura 20 Tesista anotando la altura del agregado asentado	96
Figura 21 Tesista observando la humectación del agregado	97
Figura 22 Agregado en humectación	97
Figura 23 Tesista pesando el agregado fino	98
Figura 24 Tesista introduciendo el agregado al autoclave	98

Figura 25 Tesista llenando con agregado grueso	99
Figura 26 Tesista compactando en cono calibrado	99
Figura 27 Vaciado del agregado grueso a los tamices.....	100
Figura 28 Granulometría del agregado grueso.....	100
Figura 29 Molde cilíndrico de acero, dimensionado según ASTM C - 39.....	101
Figura 30 Tesista dispuesto a realizar el trabajo de concreto	101
Figura 31 Tesista adicionando agregados al trompo.....	102
Figura 32 Tesista recogiendo el concreto debidamente mezclado.....	102
Figura 33 Varillado en el cono de Abrams	103
Figura 34 Midiendo el revenimiento del concreto	103
Figura 35 Tesista adicionando las fibras PET al concreto.....	104
Figura 36 Tesista recogiendo el concreto dosificado con PET.....	104
Figura 37 Concreto de referencia o patrón.....	105
Figura 38 Concreto con plástico PET.....	105
Figura 39 Tesista varillando una probeta con concreto.....	106
Figura 40 Tesista emparejando la cara expuesta del concreto	106
Figura 41 Tesista con algunas cubetas llenas de concreto	107
Figura 42 Curado de las probetas de concreto	107
Figura 43 Tesista con los especímenes a ser evaluados.....	108
Figura 44 Tesista mostrando un espécimen a ser evaluado.....	108
Figura 45 Especímen después de la rotura.....	109
Figura 46 Especímen fallado	109
Figura 47 Tesista dispuesto para la rotura a los 14 días.....	110
Figura 48 Probeta dispuesta para el ensayo.....	110
Figura 49 Tesista dispuesto a realizar los ensayos a los 28 días.....	111
Figura 50 Especímen de concreto ensayado a los 28 días.....	111

RESUMEN

Los avances tecnológicos requieren de investigaciones que sustenten de manera sistemática sus propiedades y aplicaciones buscando los mejores aditamentos, que además sean amigables con el ambiente. En este contexto de mejoras de productos para la ingeniería civil, se evidencia la oferta de aditivos de fibras plásticas para el concreto, tanto de reconocidos fabricantes como de investigaciones que señalan ventajas y también desventajas en el empleo de las fibras de Tereftalato de Polietileno [PET] como aditivo para el concreto. Identificada la problemática de un cabal desconocimiento sobre la influencia del PET en la resistencia a la compresión del concreto, y, en la potencial mejora que se tiene para el ambiente mediante por el uso del plástico de botellas recicladas, se planteó como objetivo determinar si el PET influía en la resistencia a la compresión. Los resultados mostraron una influencia significativa de las fibras PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm², y que una dosis del 2,0 % de esta adición lograba mejorar en 12,33% la resistencia a la compresión, al compararla con el concreto patrón. La metodología aplicada ha sido experimental y transversal en el tiempo para una investigación de enfoque cuantitativo y de método hipotético deductivo.

Palabras clave: Concreto 210 Kg/cm²; resistencia a la compresión; tereftalato de polietileno; Tumbes.

ABSTRACT

Technological advances require research that systematically supports their properties and applications, seeking the best accessories that are also environmentally friendly. In this context of product improvements for civil engineering, the offer of plastic fiber additives for concrete is evident, both from recognized manufacturers and from research that points out advantages and disadvantages in the use of Polyethylene Terephthalate [PET] fibers as an additive for concrete. Having identified the problem of a complete lack of knowledge about the influence of PET on the compressive strength of concrete, and the potential improvement for the environment using plastic from recycled bottles, the objective was set to determine if the PET influenced the compressive strength. The results showed a significant influence of PET fibers on the compressive strength of concrete 210 Kg/cm², and that a dose of 2.0% of this addition managed to improve the compressive strength by 12.33%, when compared with the concrete pattern. The methodology applied has been experimental and transversal in time for research with a quantitative approach and a hypothetical deductive method.

Keywords: Concrete 210 Kg/cm²; compressive strength; polyethylene terephthalate; Tumbes.

I. INTRODUCCIÓN

La innovación es una característica de las actividades contemporáneas en la medida que se buscan nuevos y mejores materiales que demuestren avanzadas prestaciones y que sean además amigables con el medio ambiente (Osorio et al., 2022). De acuerdo con la tendencia actual, el cuidado ambiental es un eje importante que pondera de forma importante la bondad de un producto (Martínez et al., 2019). En el campo de la construcción, el concreto es un componente crucial y en constante actualización por parte de grandes fabricantes. En efecto, la presencia de aditivos de fibra para el concreto como los de la línea SikaFiber® y los de Chema Fibra® demuestra que la gran industria apuesta por aditivos tipo fibra para mejorar las prestaciones del concreto (Rojales et al., 2021). De forma paralela, los investigadores buscan nuevas aplicaciones para aditivos y reemplazo de materiales que permitan una mejora en el concreto y a la vez un cuidado medioambiental (Mustafa & Haido, 2022).

En la mejora del concreto los investigadores han ensayado fibras PET con resultados encontrados. En efecto, algunos revelan una mejora en las propiedades mecánicas del concreto mientras que otros refieren resultados adversos (Tang et al., 2022), coincidiendo, sin embargo, en que las dosis de PET que logran las mejores prestaciones en cuanto a la resistencia a la compresión, son las que rondan el 1,5% de la fibra plástica, puntualizando que dosis mayores degradan la resistencia compresiva. Esta tendencia de dosis se mantiene aun cuando se han reportado reducciones en la resistencia a la compresión por adición de fibras PET (Aktham et al., 2022).

De otro lado, el cuidado ambiental es una constante siempre presente en cuanto al desarrollo tecnológico (Cardoso & Gouttefanjat, 2022), además de una responsabilidad vinculante para los países signatarios del Acuerdo de París del 2015 que engloba a 196 países y del cual el Perú es miembro (Naciones Unidas, s. f.). La

atención al clima y a los esfuerzos para evitar su variación conllevan a considerar y evaluar el impacto ambiental en cada intervención, independientemente de su dimensión. Un aspecto importante en el espectro de la contaminación ambiental lo constituyen las botellas plásticas (Sharma et al., 2023).

Relacionando ahora la incesante mejora en productos para aditar el concreto, con los resultados contradictorios en cuanto a las prestaciones del PET como aditivo mejorador, todo ello en el contexto del necesario cuidado ambiental, se llega a la delimitación de la problemática abordada, explicitada en el desconocimiento de la influencia de las fibras PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm^2 . En esta línea del desarrollo de la investigación se planteó como objetivo general determinar la influencia de la gradación de las fibras PET en la resistencia a la compresión del referido concreto, planteándose como objetivos específicos, establecer los valores de resistencia a la compresión con las diferentes gradaciones de PET; estudiar la curva de respuesta en base a los datos encontrados; y, la definir la significancia del efecto producido por las fibras PET en la resistencia a la compresión.

Los resultados muestran que las fibras PET influyen significativamente en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm^2 , y que partiendo desde el concreto patrón, y para dosis incrementales de PET, la resistencia se mantuvo prácticamente constante, mostrando una clara y significativa subida para el rango del 1,5 % al 2,0 % donde logró un máximo significativo con una variación consistente del 19,51 %; 6,58 % y 12,33 % a los 7, 14 y 28 días de edad del concreto, respectivamente. Los resultados permitieron la prueba de la hipótesis de trabajo que planteó la significancia de la influencia de las fibras PET en la resistencia a la compresión. El resultado se considera importante en la medida que contribuye al desarrollo de nuevos y mejores aditivos para el concreto que logran mejorar sus características, haciéndolo más fuerte, redundando en estructuras más resistentes ante demandas y solicitudes importantes, como las sísmicas. Así mismo, el empleo de material procedente del acopio de botellas de bebidas desechadas, redundando en una contribución al cuidado medioambiental, necesario en un momento de conciencia ambiental.

El diseño metodológico de la investigación precisa que es del tipo de aplicación de conocimientos en la solución de problemáticas identificadas en la comunidad, mientras que su alcance fue correlacional y cuantitativo su enfoque debido a la naturaleza cuantificable de las variables estudiadas. El diseño de la investigación fue experimental en la medida que se ensayaron las fibras PET como reactivo en la variable independiente, con la consiguiente respuesta en la variable dependiente, en este caso, la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm². El método de investigación aplicado fue el de hipótesis deducción, por lo que mediante los datos de campo se docimó la hipótesis de trabajo, realizándose las deducciones y el consecuente planteo de las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

El desarrollo del informe de investigación comprende una introducción que presenta el tema y su problemática, define los objetivos e hipótesis de trabajo planteada así como los principales resultados y la metodología aplicada para su logro; seguidamente el marco teórico comprende los antecedentes de la investigación, así como el marco teórico pertinente de acuerdo con las variables. Seguidamente se presenta la metodología seguida para protocolizar el estudio. Los resultados se organizan de acuerdo con los objetivos de la investigación, seguida por la discusión con otros autores citados en los antecedentes de la investigación. Las conclusiones y recomendaciones resumen lo encontrado, sus implicancias y recomendaciones para un empleo adecuado del aporte de la investigación. Las referencias bibliográficas enumeran las consultas realizadas, facilitando una mejor lectura e interpretación.

II. MARCO TEÓRICO

Hou et al. (2023) publicaron su investigación de diseño experimental “Sustainable utilization of hybrid recycled powder and recycled polyethylene terephthalate fiber in mortar: Strength, durability and microstructure”, donde se ensayaron dos reactivos: las fibras PET y ladrillos reciclados de cemento, en un contexto de normas chinas para la construcción, específicamente la GB/T 17671. Las dosis porcentuales de PET ensayadas fueron del 0,5%; 1,0% y 2%. De acuerdo con la normativa empleada, el dimensionado del cuerpo de concreto fue de 0,04m x 0,04 m x 0,16 m, con tres repeticiones por cada dosis del plástico. Los resultados muestran una mejora del 14,25% en la resistencia a la compresión respecto del concreto patrón para una dosis óptima del 2% de PET, mientras que la mejora para la resistencia a la flexión alcanzó el 22,50%. Los autores concluyen que las fibras PET mejoran las características del concreto, específicamente en la resistencia a la compresión, flexión y elasticidad, uniformizando la mezcla mediante el empleo de restos de ladrillo de cemento reciclado.

Singh & Arora (2023) publicaron su investigación “Impact of silica fume and PET fibre over the strength aspects of the concrete”, trabajo de diseño experimental y nivel exploratorio, que evaluó el efecto de fibras PET y humo de sílica solidificado. Las dosis empleadas de PET cubrieron el intervalo del concreto patrón o de referencia hasta un 1,5%, a escalas de 0,25% puntos porcentuales, al tiempo que el rango del humo solidificado de sílica abarcó desde nulo hasta el 15% en escalamientos de 2,5%. La norma empleada para el diseño de mezcla fue la ACI 211.4R, con una relación agua-cemento de 0,35. Las evaluaciones, realizadas a los 28 días, se sometieron a ensayos de estadística inferencial que mostraron la significancia de los datos recabados.

Los resultados muestran que un 15% de humo solidificado de sílica y un 1,25% de PET lograron las mejores diferencias positivas en la resistencia a la compresión del concreto. En efecto, para esta dosis a los 7 días se obtuvo 263,70 Kg/cm² y para el

concreto patrón $235,45 \text{ Kg/cm}^2$, lo cual representa un incremento del 12,00 %. A los 28 días la resistencia compresiva fue de $414,42 \text{ Kg/cm}^2$, contra el valor del concreto de referencia que arrojó $369,25 \text{ Kg/cm}^2$, lo cual muestra una variación porcentual de +12,23%, resultando la diferencia significativa en ambos casos. Los autores refieren que los resultados de la resistencia a la flexión y tensión coinciden con los mostrados para la prueba a la compresión, explicándose el hecho por la alta respuesta tensional de las fibras PET.

De otro lado, Nkomo et al. (2022) publicaron su estudio “Optimisation of mechanical properties of polyethylene terephthalate fibre/fly ash hybrid concrete composite” realizado con un diseño de 5 niveles en un esquema factorial donde se ensayó el plástico PET y la ceniza para lograr un concreto híbrido que demuestre ventajas en resistencia frente al tradicional. El plástico PET se cortó en fibras muy finas de 1,3 cm de largo; y, del lado del concreto se ensayó una relación agua-cemento de 0,58. En la investigación se empleó la normativa SANS, específicamente la 5861 -1 para el diseño de mezcla y la 5836 para los ensayos a la compresión, practicándose en cubos de 0,15 m de lado. La rotura de los especímenes se realizó a los 28 días de edad del concreto.

Se encontró que la dosis del 0,5% de fibra tiene un efecto positivo en la resistencia del concreto y que valores superiores origina un efecto negativo en ella. En cuanto al efecto de las cenizas, el rango de la zona óptima se enmarcó entre un 6% y 25%. Un análisis costo – beneficio mostró que el valor de resistencia a la compresión de 261 Kg/cm^2 , juntamente con un 15,76% de ceniza y un 0,32% de PET, corresponden a un punto óptimo de rendimiento. Se reporta una coincidencia significativa entre los valores encontrados y los esperados, siendo esta desviación estandarizada de 0,13 unidades para la resistencia a la compresión.

Ahdal et al (2022) en su investigación “Mechanical performance and feasibility analysis of green concrete prepared with local natural zeolite and waste PET plastic fibers as cement replacements”, realizada con diseño experimental donde los reactivos ensayados en la variable independiente, fueron la zeolita y las fibras PET, recursos

que se emplearon como reemplazo del cemento. El instrumental de laboratorio incluyó equipos de rayos X y microscopio de barrido electrónico en un contexto de normativa ASTM para el desarrollo de los ensayos.

Los resultados revelan que un 10% y 2,5% de zeolita natural y PET mejoraron la resistencia a la compresión del concreto en un 6,45%, reduciendo su costo, y mejorando paralelamente el cuidado ambiental. Se precisa que dosis de PET y zeolita del 1,0% y 15% lograron mejorar en 1% la resistencia a la compresión. De igual forma se reporta que la trabajabilidad del concreto fresco mejoró con dosis bajas de PET y deterioró con la adición de la zeolita. Se concluye que dosis de PET y zeolita del 2,5% y 10% respectivamente, deterioraron el desempeño del concreto. En el aspecto económico, las mejores dosis de los reactivos ensayados lograron un ahorro promedio de 7,5% por cada metro cúbico del concreto.

Hamsa & Dawood (2020) publicaron su artículo “Strength behavior of reinforced concrete beam using re-cycle of PET wastes as synthetic fibers” referente a una investigación sustentada en la normativa inglesa BS 1881 Part 16 de 1983 donde ensayaron fibras PET de botellas recicladas como aditivo de mejoramiento del concreto. De acuerdo a la normativa empleada, se emplearon cubos de 0,1 m de arista elaborados con plástico PET de formas y dimensiones variadas, adicionadas a concreto con relación agua-cemento de 0,41, y curado por inmersión en agua con evaluación a los 7 y 28 días. En la fase de análisis de datos, se comparó cada resultado encontrado empleando PET contra el obtenido con el concreto patrón. Los resultados muestran una reducción en el slump para todas las dosis de PET. Se observó además un incremento en la resistencia a la compresión para dosis menores del 3% de las fibras, mientras que la resistencia a la flexión mostró un incremento significativo para una dosis de 1,5% de dichas fibras.

A los 7 días, los valores de resistencia a la compresión para las dosis de 1,5% y 3% de PET cortado a máquina, fue de 295,00 Kg/cm² y 358,94 Kg/cm², mientras que los cortados a mano no reportaron resultado. Comparando estos valores contra el concreto patrón, 269,21 Kg/cm², se obtienen variaciones de + 9,6% y + 33,3% para el

PET maquinado. A los 28 días, para las dosis de 1,5% y 3% de PET maquinado, se obtuvieron variaciones en la resistencia a la compresión de + 2,1% y + 1,5% respectivamente, mientras que, para el cortado a mano y para las dosis antes mencionadas de PET, los cambios en la resistencia compresiva fueron de + 42,1% y – 17,8%. Se concluye que el PET mejoró significativamente la resistencia a la compresión en un 42,1% para una dosis de 1,5% del plástico cortado a mano. Se señala, sin embargo, que el PET en general deterioró el asentamiento del concreto.

Fibras PET

Es un plástico con una alta cristalinidad que puede conformarse mediante inyectado, termoformado y extrusionado. Se fabrica partiendo del ácido tereftálico en reacción con el monoetilenglicol. Mecánicamente, el plástico PET es muy resistente y capaz de soportar esfuerzos compresores y tensores elevados en relación con su tamaño (Perera et al., 2019). En la Figura 1 se muestra una aplicación de envases de PET.

Figura 1

Botellas de plástico PET



Nota. Tomado de Envaselia, 2022

Seguidamente se enumeran las características del PET

- a. Su nivel de transparencia es muy alto, admitiendo color con buen acabado
- b. Su dureza y rigidez es alta, de acuerdo a sus dimensiones

- c. Soporta solventes como el thinner debido a su alta estabilidad
- d. Demuestra alta resistencia al rasgado
- e. Es ignífugo, repeliendo fuertemente al fuego
- f. Se puede reciclar adicionándosele PET virgen

El PET se emplea en las siguientes aplicaciones

- a. Fabricación de botellas para bebidas y contenedores para alimentos
- b. Fabricación textil que cubre desde prendas de vestir hasta aplicaciones geotextiles.
- c. Plástico para placas y rollos fotográficos y cinematográficos
- d. Se emplea para fabricar partes mecánicas de máquinas y equipos
- e. Los modernos focos LED se fabrican con plástico PET por su alta estabilidad térmica y resistencia eléctrica.
- f. Carteles de publicidad que muestran gran durabilidad, belleza y brillantez

Concreto

Conceptualmente se define como la mezcla de agregados grueso y fino, cemento y agua que en dosis adecuadas logra gran resistencia, belleza, gran durabilidad y alta resistencia a los elementos naturales. Es de fácil preparación y colocación, no obstante es necesaria una meticulosa dosificación para lograr el resultado esperado. Acorde con su finalidad, se elabora con características específicas para: bases, reforzado con aditivos, de alto rendimiento, shotcrete, pre y postensado, para sistema resistente vertical, para losas aligeradas, pavimentos, entre otros (Olarde, 2022).

Agregados

Constituyen materiales constituyentes del concreto. Son áridos de diversos tamaños y formas y orígenes que debidamente clasificados granulométricamente permiten obtener concreto de características específicas. Los agregados se obtienen de forma natural o procesados por fragmentación y/o trituración de piedras mayores (Bucio & Flores, 2022).

Agregado fino

Árido conformado por arena y/o triturado de rocas que pasa el tamiz N° 4 o de 4,75 mm.

Figura 2

Agregado fino en una cantera



Nota. Tomado de Ingeniería Civil, 2021

En el caso de provenir de triturado, su proporción debe llegar a un máximo del 30% del agregado fino total. El agregado fino le confiere plasticidad al concreto fresco y logra el acabado liso y suave característico. La norma NTP 400.010 y la ASTM D-75 se emplean en el muestreo del agregado fino. En la Figura 2 se observa un agregado fino en una cantera (Camarena & Garamendi, 2022).

Agregado grueso

Está conformado por materiales áridos, similares a los mostrados en la Figura 3, empleados en la elaboración de concreto, en la medida que le aportan resistencia y durabilidad. Su dimensión granulométrica corresponde a las piedras o gravas retenidas por el tamiz N° 4 o de 4,75 mm, siendo la calidad y limpieza de este agregado, fundamental para que el concreto logre las características deseadas (Cedeño et al., 2022).

Figura 3

Agregado grueso



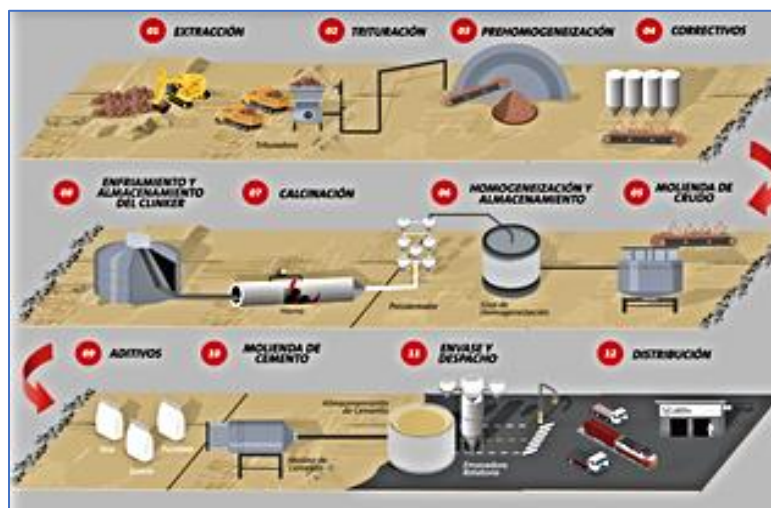
Nota. Fragmento tomado de Cemento Yura, s. f.

Cemento

Material indispensable en la construcción, se emplea para ligar o unir elementos constructivos, además de ser eje principal en la elaboración del concreto.

Figura 4

Esquemático de la producción del cemento



Nota. Imagen tomada de Holcim México, 2020

Se obtiene por el triturado de cal, arcilla y otros materiales calcinados a muy altas temperaturas en hornos especializados a 1460 °C, que después son molidos hasta alcanzar la consistencia de un polvo fino, aditivado acorde con la aplicación particular, en un proceso resumido en la Figura 4. Ambientalmente, la elaboración del cemento tiene una huella contaminante importante. El cemento más usado es el tipo Portland que se comercializa en presentaciones de alta resistencia estructural, alta plasticidad y resistencia a sulfatos, entre otros (Villao et al., 2023).

Resistencia a la compresión del concreto

El diseño estructural determina los requerimientos del sistema resistente, siendo por tanto importante que el concreto a emplearse en una aplicación en particular satisfaga los requerimientos de diseño (Acuña et al., 2023). Dentro del abanico de parámetros que determinan las prestaciones de un cuerpo de concreto, el de la resistencia a la compresión es el más importante.

Figura 5

Ensayo a la compresión



Nota. Tomado de Choi et al., 2022

Durante la fase constructiva, se toman muestras testigo del concreto empleado, las cuales son sometidas a los ensayos pertinentes, garantizando de esta manera un

análisis no invasivo de la estructura (Panduro, 2022). El ensayo consiste en disponer de la probeta estandarizada a estudiar en un equipo que aplica fuerza a lo largo de su eje mayor hasta que la muestra de concreto se rompe o fractura, tal como el mostrado en la Figura 5.

En este punto, la unidad de control electrónico del equipo de prueba registra el valor de la fuerza que originó la falla, registrando ese dato. En virtud de que la fuerza ejercida se reparte en una de las caras laterales del espécimen, el cociente entre dicha fuerza entre el área de la cara lateral, es la presión que se corresponde con la resistencia a la compresión del concreto estudiado. Edificaciones y casa habitación generalmente requieren concreto con $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, mientras que en aplicaciones viales los requerimientos de resistencia pueden acercarse a los 300 Kg/cm^2 (Karimi et al., 2023).

Relación agua cemento

Este es un parámetro determinante en la resistencia y durabilidad del concreto. Numéricamente es un coeficiente que resulta de dividir la cantidad dosificada de agua entre la dosis correspondiente de cemento (Becerra et al., 2023). Cuanto mayor es este valor, menor es la resistencia y calidad del concreto; no obstante lo anterior, ciertas aplicaciones del concreto requieren valores mayores, por ejemplo, para concreto expuesto a muy bajas temperaturas (Wang et al., 2022).

El plástico PET como aditivo del concreto

La revisión de la literatura muestra que la adición de plásticos al concreto fresco mejora su desempeño en la medida que el cemento se adhiere tenazmente al plástico rugoso, resultando en una mejor cohesión de sus partes, siendo prueba de ello la presencia de numerosos aditivos sintéticos como el SikaFiber®, Force-48 y SikaFiber®, Force-60 y la Chema Fibra Acrílica, de reconocidas marcas con presencia en el mercado mundial y local respectivamente.

Los estudios muestran que las fibras plásticas mejoran el desempeño a la flexión, tracción, compresión a la vez que reducen la fisuración del concreto por el efecto de

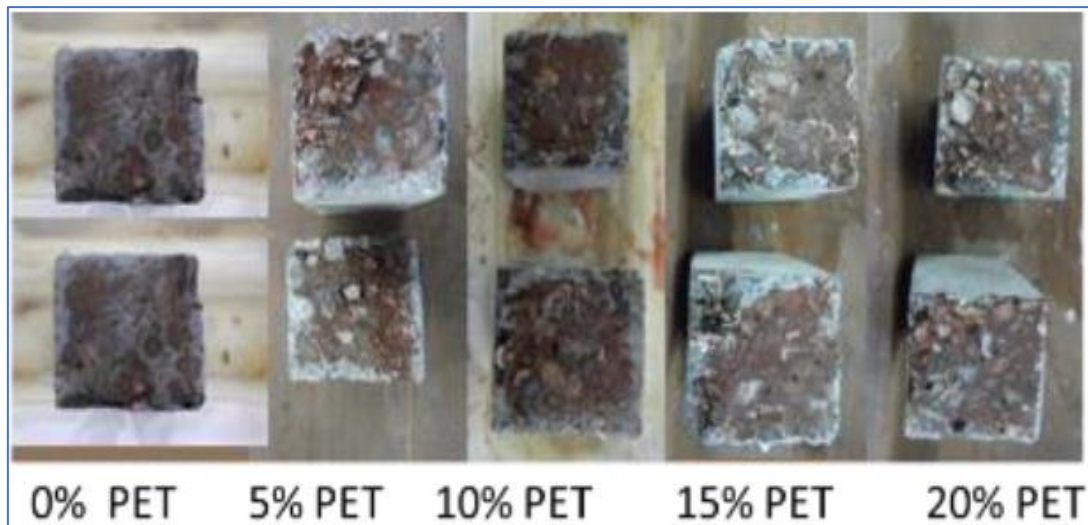
punteo, siendo particularmente útiles en aplicaciones de concreto para túneles, todo ello con una alta resistencia a la corrosión y estabilidad química (Sika Perú, s. f.).

Cloruros en el concreto

Infante & Valderrama (2019) sostienen que la adición de las fibras PET reduce la penetración de cloruros al concreto, resultado que explican, se debe al mejor impermeabilizado de las zonas expuestas del concreto a la penetración de las sales. En la Figura 6 se muestra la penetración de cloruros en especímenes de concreto para dosis crecientes de PET en un rango del 5% al 20% en intervalos de 5%, además del concreto patrón o de contrastación (bloque a la izquierda). En una observación a los dos días, la penetración de cloruros en dosis mayores de PET visiblemente fue menor, observación que se alinea con las pruebas numéricas que sustentan la significancia de las diferencias observadas respecto del concreto de referencia.

Figura 6

Penetración capilar de cloruros a los dos días de curado



Nota. Tomado de Infante & Valderrama, 2019

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

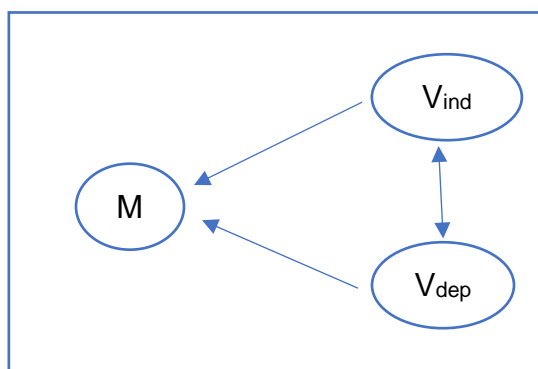
La investigación fue del tipo de aplicación de conocimientos en la resolución de problemáticas identificadas, en este caso, el desconocimiento de la influencia de las fibras PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm². En atención al carácter numérico de las variables de la investigación, esta tuvo un enfoque cuantitativo y alcance correlacional (Hernández & Mendoza, 2018).

3.1.1 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se muestra en la Figura 7. En ella se esquematiza la observación de la muestra M mediante las variables independiente y dependiente, estableciéndose una relación entre ellas.

Figura 7

Esquema de la investigación



De acuerdo con sus fines, la investigación fue experimental en la medida que se ensayó un reactivo, las fibras PET en la variable independiente, observándose su efecto en la variable dependiente (Villanueva, 2022). En el tiempo, la investigación fue

transversal por recogerse datos de campo en una única oportunidad. De acuerdo con el enfoque cuantitativo del estudio, el método de investigación empleado fue hipotético deductivo (Árias & Covinos, Metodología de la investigación [versión PDF], 2021).

3.2 Variables y su operacionalización

Variable independiente: Fibras PET

Definición conceptual: Es un polímero con una gran resistencia mecánica a la tracción, compresión y desgaste. Es cristalino, de alto brillo aunque puede colorearse de acuerdo a necesidad (Acoplásticos, 2022).

Definición operacional: La variable se operacionalizó mediante una ficha de observación donde se anotaron las dosis empleadas, tamaño y forma de las fibras PET ensayadas.

Conceptualización de las dimensiones de la variable independiente

Dosificación. Referido a las fibras PET, es la cantidad de fibras PET que se adicionan a fin de modificar las características de desempeño mecánico del concreto (Meza et al., 2021).

Tamaño. Contextualizado en las fibras PET, el tamaño corresponde al dimensionado de las fibras plásticas adicionadas al concreto (Saucedo et al., 2021).

Forma. En atención a las fibras PET, es la forma dada a las fibras plásticas de modo que el concreto resultante logre el máximo desempeño (Cabarcas & Colpas, 2020).

Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm²

Definición conceptual: Es la máxima resistencia que opone el concreto a fracturarse como resultado de una fuerza que le es aplicada en un área estandarizada. Se mide en unidades de presión (360 en concreto, 2023).

Definición operacional: La variable se operacionalizó mediante una ficha de observación con campos vacíos donde se colocaron los resultados de resistencia a la compresión en Kg/cm² observados a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto.

Conceptualización de las dimensiones de la variable dependiente

Resistencia. En el contexto de resistencia a la compresión del concreto, se define como el valor de resistencia expresado en Kg/cm² que puede oponer a un esfuerzo de compresión (Sandoval & Rivera, 2019).

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1 Población

La investigación realizada consistió en evaluar las fibras PET adicionadas al concreto buscando mejorar su desempeño, constituyendo por tanto un ensayo de ingeniería donde no resulta pertinente definir una población (Ruiz et al., 2022), limitándose por tanto, al estudio de los resultados del ensayo en laboratorio de mecánica de suelos.

Criterio de selección: El agua, agregados, y cemento debían cumplir con la normativa ASTM D-421 para una granulometría adecuada en la elaboración del concreto.

Unidad de análisis: Estuvo conformada por una probeta de dimensión 4” de diámetro y 8” de alto, de concreto elaborado de acuerdo con un diseño ACI 318-19.

3.3.2 Muestra

La muestra de trabajo consistió en tres repeticiones para cada una de las cinco dosis de fibras PET, incluyendo la nula. Los resultados se evaluaron a los siete, catorce y veintiocho días de curado del concreto, contabilizando 45 probetas ensayadas.

3.3.3 Muestreo

Conforme a las características de la investigación, no se realizó muestreo.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

En la Tabla 1 se muestra de manera condensada, la variable, la técnica empleada así como el instrumento empleado y la información recolectada con dicho recurso.

Tabla 1

Técnicas empleadas en la recolección de datos

Variable	Técnica	Instrumento	Información recolectada
Fibras PET	Observación	Ficha de observación	a. Dosis b. Tamaño c. Forma
Resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ²	Observación	Ficha de observación	Datos sobre la resistencia a la compresión

3.5 Procedimientos

Los procedimientos realizados fueron los siguientes:

1. Se acopiaron las botellas plásticas, abriéndolos luego, lavándolas y lijándolas, para luego cortarlas de acuerdo a la necesidad.
2. Se adquirieron los agregados en la cantera San Jacinto, ubicada en el distrito homónimo en la provincia y departamento de Tumbes, siendo trasladados luego al laboratorio de suelos y concreto Suelo Más EIRL ubicado en el Jr. Cahuide N° 248 en la ciudad, distrito, provincia y departamento de Tumbes.
3. Se realizaron los estudios y análisis de laboratorio que proporcionaron los datos que permitieron el diseño de la mezcla de concreto ACI 318 – 19 que logró la resistencia a la compresión de diseño de 210 Kg/cm².
4. Se elaboró el concreto acorde con el diseño ACI 318 – 19, adicionándole las dosis de fibras PET de 0% o concreto patrón; 0,5 %; 1,0 %; 1,5 %; 2,0 %. Las repeticiones R1, R2 y R3 permitieron obtener una consistencia numérica para datos confiables estadísticamente.
5. Se midió el asentamiento o slump que se satisfizo de acuerdo con la condición de diseño ACI 318 - 19 del concreto.

6. Se llenaron las cubetas con el concreto elaborado, marcándolas a fin de identificarlas al momento de su rotura para el levantamiento de los datos a los 7, 14 y 28 días.
7. Se curaron las cubetas sumergiéndolas en agua a fin de lograr su máximo rendimiento.
8. Se realizaron las roturas de las probetas de concreto a los 7, 14 y 28 días anotando el resultado mostrado por el equipo calibrado.
9. Se tabularon los datos de resistencia a la compresión obtenidos a fin de facilitar su posterior procesamiento estadístico.
10. Se realizó el análisis estadístico que permitió determinar si la resistencia a la compresión obtenidas con las diferentes dosis de fibras PET eran significativas al compararse con el concreto patrón.
11. Se plantearon y escribieron los resultados de acuerdo con los objetivos planteados en la investigación.
12. De acuerdo con el método hipotético deductivo de la investigación, los datos de resistencia a la compresión permitieron docimar la hipótesis de trabajo,
13. Una vez docimada la hipótesis de trabajo, se realizaron las deducciones correspondientes, que, de acuerdo con los objetivos de la investigación, constituyeron sus conclusiones y recomendaciones.
14. Con los resultados ya consolidados y la prueba de hipótesis completada, se elaboró el informe con lo encontrado en la investigación.

3.6 Método de análisis de datos

La investigación comprendió dos fases en el análisis de datos:

1. Fase descriptiva. Los datos se analizaron con estadísticos descriptivos simples, con la ayuda de Microsoft Excel, obteniéndose así los promedios y desviación estándar.

2. Fase inferencial. Con los datos ya expresados como promedios, se realizaron las siguientes pruebas numéricas:

- a. Fase de estadística descriptiva. Se empleó la media aritmética y la desviación estándar.
- b. Fase de estadística inferencial. Se emplearon tres pruebas estadísticas:
 - i. Significación. Esta prueba permitió determinar si la diferencia en la resistencia a la compresión con y sin PET era significativa, es decir si dicha diferencia se debe al efecto de las fibras PET (reactivo) o al azar. Se empleó la prueba de significación t incorporada en Microsoft Excel.
 - ii. Correlación. Se empleó para determinar el grado de correlación entre las variables, es decir los valores de resistencia a la compresión y las gradaciones de fibras PET. La función interna de correlación de Microsoft Excel, permitió completar la prueba.
 - iii. Regresión. Un análisis de regresión permitió determinar los coeficientes de las relaciones matemáticas que explican numéricamente el comportamiento de la resistencia a la compresión para un dominio definido en términos de las dosis ensayadas de PET. Se empleó la función de dispersión de datos con regresión de Microsoft Word.

3.7 Aspectos éticos

Durante la investigación, se respetaron los aspectos éticos, específicamente en:

- a. Se respetó el medio ambiente. En efecto, se causó el mínimo impacto ambiental, retornando el paisaje a las condiciones originales.
- b. A las personas involucradas en la investigación, se les informó de los alcances, implicaciones y riesgos inherentes con las actividades del estudio.
- c. Los datos de resistencia a la compresión se procesaron de acuerdo con procedimientos estadísticos estándar empleados en investigación.
- d. Se respetó la integridad de los datos, transcribiéndolos al informe sin alteración alguna, a fin de que reflejen fielmente lo encontrado y acontecido en la investigación.

IV. RESULTADOS

Objetivo general

El objetivo general determinó la influencia de la gradación de las fibras PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm².

En la Tabla 2 se muestran las dosis de PET y los valores de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto. Los valores obtenidos para el coeficiente de correlación lineal de Pearson, 0,79; 0,61 y 0,74, indican que existe una correlación de categoría buena y relación directa entre ambas variables. El ajuste cuadrático polinomial muestra una muy buena correlación de acuerdo con los valores de 0,89; 0,87 y 0,86.

Tabla 2

Dosis de PET ensayadas y resistencia a la compresión a los 28 días

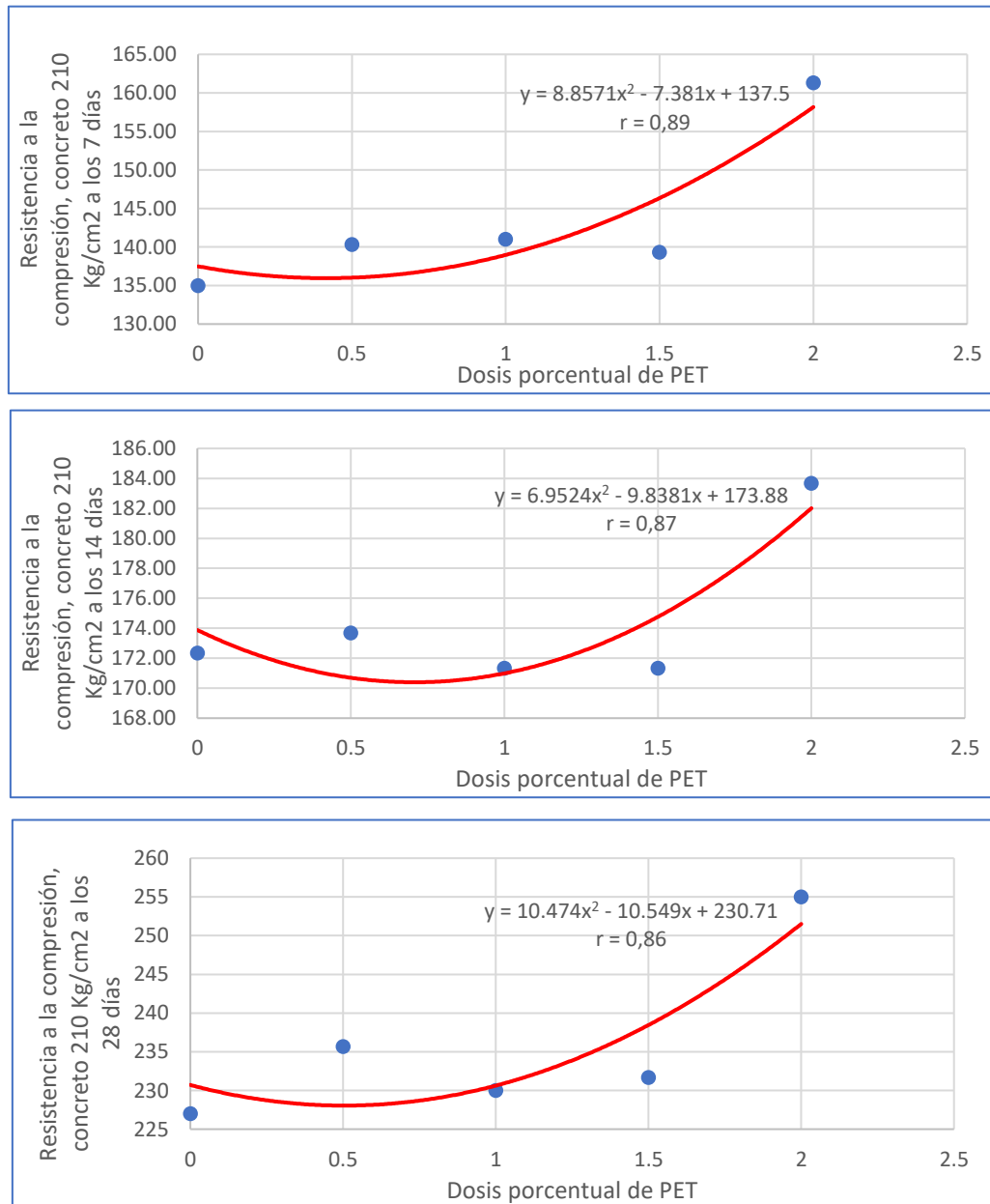
Días	Dosis de PET					Coeficiente de correlación lineal de Pearson	Coeficiente de correlación cuadrático
	0 %	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %		
7	135,00	140,33	141,00	139,33	161,33	$r = 0,79$	$r = 0,89$
14	172,33	173,67	171,33	171,33	183,67	$r = 0,61$	$r = 0,87$
28	227,00	235,67	230,00	231,67	255,00	$r = 0,74$	$r = 0,86$

En la Figura 8 se muestra la dispersión de los valores de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto en función de las dosis de PET ensayadas. Analizando la figura, se observa que existe una tendencia cuadrática creciente en la respuesta compresiva a medida que se incrementa la dosis de PET.

La Figura 8 muestra en tres gráficos, de arriba hacia abajo, los valores de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto y la curva de tendencia.

Figura 8

Resistencia a la compresión y dosis de PET a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto



Objetivo específico 1

Este objetivo específico determinó la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² para las dosis ensayadas de fibras PET.

En la Tabla 1 se muestra la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto para cada una de las tres repeticiones realizadas y cada dosis porcentual de PET adicionada y ensayada en la investigación. De igual forma se consigna el promedio de las tres repeticiones y su desviación típica.

De acuerdo con el análisis de los datos de la Tabla 3, es observable que el plástico mejoró la resistencia a la compresión, y que esta depende en orden creciente y directo con la dosis ensayada.

Tabla 3

Dosis de PET y resistencia a la compresión para todas las repeticiones realizadas

Días	Dosis (% de fibras PET en peso del cemento)														
	0 %			0,5 %			1,0 %			1,5 %			2,0 %		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
7	135	130	140	143	136	142	134	142	147	139	135	144	156	162	166
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	σ
	135,00	5,00	140,33	3,79	141,00	6,56	139,33	4,51	161,33	5,03					
14	169	175	173	177	174	170	171	169	174	170	177	167	184	180	187
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	σ
	172,33	3,06	173,67	3,51	171,33	2,52	171,33	5,13	183,67	3,51					
28	223	232	226	238	234	235	244	225	221	234	229	232	254	253	258
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	σ
	227,00	4,58	235,67	2,08	230,00	12,29	231,67	2,52	255,00	2,65					

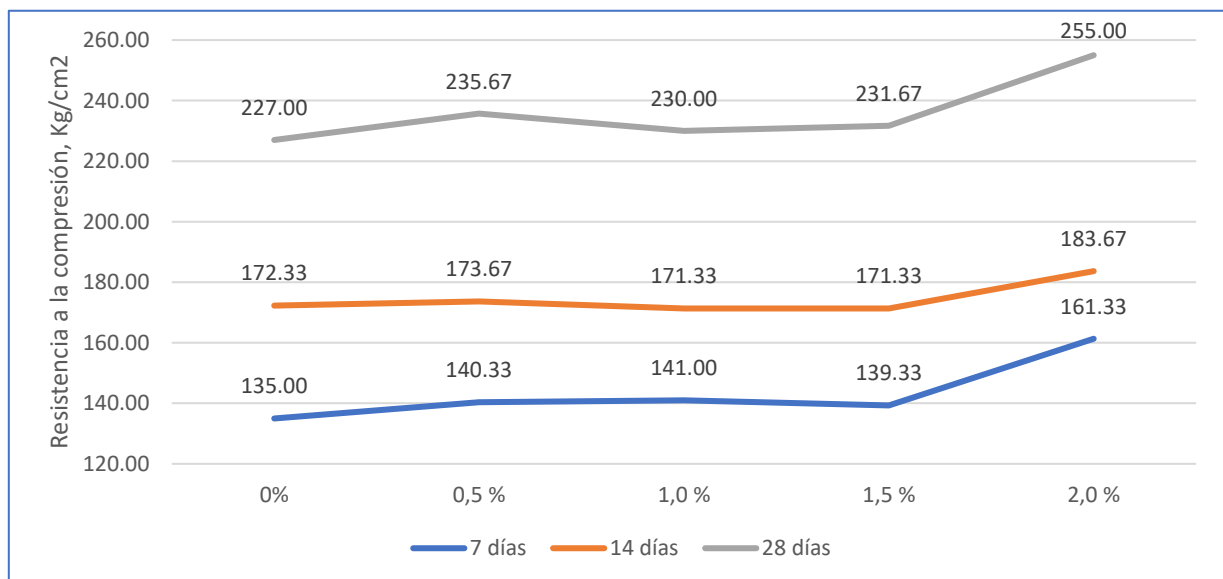
Objetivo específico 2

Este objetivo estudió la curva de respuesta de la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² para las diferentes gradaciones de las fibras PET ensayadas en la investigación

En la Figura 9 se muestra la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de su curado, en términos de las dosis de PET ensayadas. Es claro que hay una tendencia directa y creciente en el valor compresivo conforme se incrementa del 1,5 % al 2,0 % la dosis del plástico, aunque para dosis menores al 1,5 % la tendencia es hacia la permanencia, siendo significativa únicamente la variación del PET de 0,0 % al 0,5 % a los 28 días.

Figura 9

Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado, y las dosis ensayadas



Los cambios en la resistencia a la compresión del concreto según la dosis de PET se muestran en la Tabla 4. Un análisis de las tendencias se muestran seguidamente.

7 días

La curva asciende lentamente partiendo desde el concreto patrón (0% de PET) para luego descender en el rango de 1,0 % a 1,5 % de PET. Finalmente se tiene un ascenso significativo al pasar de 1,5 % a 2,0 % de PET.

14 días

La curva asciende muy lentamente desde 0 % a 0,5 % de PET para luego variar negativamente para la dosis de 1,0 %, donde se mantiene constante hasta 1,5%. Desde 1,5 % a 2 % de PET se observa una variación positiva y significativa en la resistencia a la compresión.

28 días

Al incrementarse la dosis de 0% a 0,5 % de PET la curva asciende significativamente para luego descender en el valor de 1,0 % de PET. Prácticamente no varió la respuesta para una variación de 1,0 % a 1,5 % de PET. Finalmente, variando la dosis de 1,5 % a 2,0 % se logró una variación significativa en la resistencia a la compresión. En Tabla 4, Δ_s denota una variación significativa, mientras que Δ denota una variación no significativa.

Tabla 4

Estudio de las variaciones en la resistencia a la compresión en términos de las dosis de PET

Días	Dosis de PET en porcentaje del cemento de diseño			
	0,0 – 0,5 %	0,5 – 1.0 %	1,0 – 1.5 %	1,5 – 2.0 %
7	$\Delta = + 3,95 \%$	$\Delta = - 0,48 \%$	$\Delta = - 1,18 \%$	$\Delta_s = + 15,79 \%$
14	$\Delta = + 0,78 \%$	$\Delta = - 1,35 \%$	$\Delta = 0,00 \%$	$\Delta_s = + 7,20 \%$
28	$\Delta_s = + 3,82 \%$	$\Delta = - 2,41 \%$	$\Delta = + 0,73 \%$	$\Delta_s = + 10,07 \%$

Objetivo específico 3

Este objetivo específico definió si la diferencia en la resistencia a la compresión lograda en el concreto 210 Kg/cm² con las diferentes dosis de PET fue significativa.

En la Tabla 5 se comparan los resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón con el obtenido para la dosis de 2,0 % de PET, la que demostró mejor desempeño. Las diferencias son significativas al 95% de confianza a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto.

Tabla 5

Resultados de las pruebas de significación de la resistencia a la compresión de mejor dosis de PET, comparadas con el concreto patrón

Días	0,0 % PET	2,0 % PET	Δ	Resultado
7	135.00	161.33	$\frac{26.33}{19,51 \%}$	Diferencia significativa al 95% de confianza
14	172.33	183.67	$\frac{11.34}{6,58 \%}$	Diferencia significativa al 95% de confianza
28	227.00	255.00	$\frac{28,00}{12,33 \%}$	Diferencia significativa al 95% de confianza

Prueba de hipótesis

De acuerdo con el enfoque cuantitativo de la investigación, corresponde un método de investigación hipotético deductivo (Árias et al., 2022). En esta línea de criterio, la prueba de hipótesis que se muestra en la Tabla 6 permitió realizar las deducciones de la investigación, que de acuerdo con sus objetivos, constituyen sus conclusiones.

Tabla 6

Prueba de las hipótesis de la investigación

Hipótesis	Datos encontrados	Resultado de contrastación
Hipótesis general La influencia de la gradación de las fibras PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² es significativa, Región Tumbes, 2023	De acuerdo con los datos de la Tabla 2, se evidencia una muy buena correlación de ley cuadrática entre la resistencia a la compresión y las dosis de PET ensayadas	Existe evidencia estadística de la influencia de las fibras PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ²
Hipótesis específica 3 La diferencia lograda en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² para las distintas gradaciones de las fibras PET es significativa	Al comparar los resultados de la resistencia a la compresión de la dosis del 2% de PET con el del concreto patrón, se encontró que la diferencia es estadísticamente significativa al 95% de confianza en una prueba t de student. Si bien esta diferencia es significativa, hubo otras comparaciones donde la diferencia no lo fue. Se remite al lector a la Tabla 4 donde se detallan las variaciones en las resistencias a la compresión, denotando las variaciones significativas y las no significativas	Hay evidencia estadística de que la resistencia a la compresión obtenida con el 2,0 % de PET es significativamente diferente a la obtenida con el concreto patrón.

V. DISCUSIÓN

La investigación encontró evidencia estadística que muestra una influencia directa y significativa entre la resistencia a la compresión para dosis crecientes de fibras PET hasta el hito de estudio establecido en el 2,0 % de dichas fibras en peso del cemento. De igual forma se encontró diferencia significativa cuando se comparó la resistencia a la compresión del concreto patrón con la resistencia lograda por el concreto adicionado con 2,0 % de PET a los 7, 14 y 28 días de evaluado.

Comparando los resultados con Hou et al. (2023) se concordó en cuanto a las dosis de ensayos fijadas en 0,5 %; 1,0 % y 2 % y en las repeticiones para cada una. No se concordó sin embargo, en cuanto a la forma de la probeta, debido al empleo de un prisma cúbico por parte de los investigadores, mientras que en la presente investigación se empleó un cilindro normalizado de 4" x 8". Se concuerda con los investigadores en la mejora en la resistencia compresiva y en la dosis óptima, el 2,0% de PET. En efecto, los referenciados reportaron una mejora del 14,25 % en la resistencia a la compresión para la dosis óptima del plástico, mientras que en la presente investigación la mejora fue del 12,33 %. Se concuerda con los investigadores cuando concluyen que la adición de fibras PET mejoran la resistencia a la compresión del concreto.

Contrastando con Singh & Arora (2023), se concuerda con ellos respecto de emplear dosis pequeñas de PET, ya que ellos ensayaron: 0,00 %; 0,25 %; 1,00 %; 1,25 % y 1,50 % del plástico. No se concordó, sin embargo, en la relación agua-cemento, ya que los investigadores emplearon 0,35 L/Kg, un concreto mucho más seco y por tanto más resistente que el de la presente investigación fijado en 0,59 L/Kg, lo cual desde ya es una diferencia importante dada fuerte incidencia de esta relación en la resistencia del concreto. Se concuerda en la mejora en la resistencia a la compresión a los 7 días aunque no en el valor de esta, para la cual reportan +12,00 %, mientras que en la

presente investigación se encontró que la mejora era del 19,51 %. A los 28 días, los investigadores reportan una mejoría del 12,23 %, al tiempo que en la presente investigación se logró 12,33 %, lo cual constituye una coincidencia ajustada.

Al comparar con Nkomo et al. (2022) se coincidió en la relación agua cemento, discordante solo una centésima con la empleada en la presente investigación. Se discordó sin embargo en la forma de la probeta de concreto, ya que la reportada por los investigadores es cúbica de 15 cm de lado y la empleada en la presente investigación es cilíndrica de 4" x 8 ". Este es un factor de importancia en la medida que la forma de la probeta influye fuertemente en la resistencia a la compresión observada. No se concuerda con los autores en cuanto a la dosis de PET de mejor resistencia, considerando que los investigadores reportaron como tal al 0,5 % de PET, y la que logró el mejor rendimiento - costo en 0,32 % de dichas fibras. Debido a que se muestran resultados absolutos sin comparar con respecto al concreto de referencia o patrón, no se ha podido establecer una comparación directa de porcentajes de mejora, concordando, empero, en que dosis bajas de PET incrementan la resistencia a la compresión del concreto.

Contrastando con Ahdal et al (2022) se coincide en la mejora experimentada por la resistencia a la compresión del concreto con la adición de un 2,5 % de fibras PET, aunque en la caso de la investigación se señala la adición simultánea de otro reactivo, la zeolita natural; no obstante esta variable interviniente, se reportó una mejora conjunta del 6,45 %, no resultando posible separar los efectos de ambos reactivos en la resistencia a la compresión. De otro lado, una dosis del 1,0 % de PET y un 15 % de zeolita solo lograron una mejora del 1,0 % en la resistencia a la compresión. Un hecho que si se coincide con todos los autores es que dosis elevadas de PET deterioran la respuesta compresiva. Un aspecto con el que se concuerda es que dosis más bajas de aditivos o reactivos mejora la trabajabilidad del concreto.

Discutiendo con Hamsa & Dawood (2020) no se concuerda en la forma de las probetas ensayadas, en la medida que los autores refieren un bloque cúbico de 10 cm de arista al tiempo que en la presente investigación se empleó, como ya se señaló, una probeta

cilíndrica normalizada. De otro lado, la relación agua cemento reportada por los autores fue de 0,41 L/Kg contra la del presente estudio establecida mediante tabla ACI 318 – 19 en 0,59 L/Kg, lo que ya impone condiciones distintas de observación, por ser el concreto de los autores más resistente por el solo hecho de tener menos agua en su diseño. Los autores refieren que dosis mayores al 3,0 % degradan la resistencia del concreto, afirmación que no se puede contrastar debido a que en la presente investigación la máxima dosis ensayada fue del 2,0 %. Los resultados a los 7 días refieren una mejora punta de + 33,3 % para un 3,0 % de PET maquinado. A los 28 días la mejora lograda por este PET decayó a un + 1,50 % mientras que el plástico cortado a mano logró una mejora de + 42,1 % para la dosis de 1,5%. Este hecho reporta un resultado que sugiere una fuerte dependencia de la resistencia a la compresión del concreto no solo por parte del porcentaje de PET aplicado, sino de su morfología.

Como resultado de la contrastación de los hallazgos con los autores referenciados en los antecedentes, se pueden precisar los siguientes puntos de coincidencia, discrepancia o comentarios:

Se concuerda con la mayoría de los autores en la mejora en la resistencia a la compresión con la adición de fibras PET, ya sea solas o con otro aditivo. Efectivamente, todos los autores refieren una mejoría en la resistencia a la compresión para dosis bajas de PET adicionadas al concreto, señalando que dosis mayores de las fibras plásticas deteriora su rendimiento compresivo (Calvo, 2023). En esta línea de criterios, las referencias de los todos investigadores citados sostienen que el plástico PET influye en la resistencia a la compresión del concreto. Un punto que es importante pero no se considera, a criterio de la investigación, adecuadamente, es el de la relación agua cemento. En efecto, para que una comparación sea válida, es menester la comparación de ítems en igualdad de condiciones, por lo que se requiere una cercanía con la relación agua cemento, debido a que esta relación influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto (León & Rodríguez, 2022). Otro aspecto importante es el relacionado con la forma de la probeta, especialmente con su altura. En efecto, un bloque con poca altura y base significativa, intrínsecamente es más

resistente a la compresión que uno más largo que ancho (Huarhua et al., 2022), factor que constituye una variable interviniente que puede modificar el resultado para un mismo tipo de concreto. Esta disparidad de normas se presenta al consultar referencias de regiones donde se emplean normativas diferentes en cuanto a ensayos de concreto. Otro punto a considerar es que las referencias de contraste emplean el aditivo en prueba variando simultáneamente la dosis de concreto, lo cual ocasionaría la introducción de una nueva variable, debido a que la resistencia a la compresión depende directamente de la cantidad de cemento empleado. En las referencias consultadas se ha evitado en lo posible esta condición, minimizando este problema potencial.

El resultado encontrado en la investigación, la influencia de las fibras PET como elemento mejorador del concreto, se sustenta en la naturaleza compactante de un plástico con alta resistencia a la compresión y un buen poder ligante (Olivera et al., 2022). Esto de acuerdo con la revisión de la literatura que muestra que la adición de PET mejora no solo la resistencia a la compresión, sino la resistencia a la flexión y tracción (Ortega et al., 2022) , condición y argumento de ventas de las principales marcas de aditivos para el concreto como Sika® y Chema® que promocionan las fibras plásticas (Tafsirojjaman et al., 2022) como adiciones para el concreto a emplear en condiciones que requieren una elevada resistencia a la fisuración como en túneles y aplicaciones similares de alta demanda tecnológica en la tecnología del concreto (Saleheen et al., 2022).

VI. CONCLUSIONES

1. Las fibras PET adicionadas al concreto 210 Kg/cm² influyen positiva y directamente en su resistencia a la compresión, de acuerdo con la muy alta correlación cuadrática entre las dosis de PET y la resistencia observada, acorde con lo evidenciado por los coeficientes de correlación del 0,89; 0,87 y 0,86 a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto, respectivamente.
2. Al determinarse la resistencia a la compresión del concreto patrón y la obtenida con la gradación de las cinco dosis de fibras PET se evidenció la estrecha relación cuadrática entre ambas variables. La dosis del 2,0 % de PET fue la de mejor desempeño, mostrando mejoras significativas del 19,51 %; 6,58 % y 12,33 % a los 7, 14 y 28 días de edad del concreto.
3. Del estudio de la curva de respuesta de resistencia a la compresión en función de las dosis de PET se observa que, partiendo del concreto patrón o dosis de 0,0 % de PET, esta se mantuvo prácticamente constante hasta la dosis de 1,5 %, a partir de la cual se incrementó significativamente hasta la dosis del 2,0 %, observándose ello a los 7, 14 y 28 días de la edad del concreto.
4. La diferencia entre la resistencia a la compresión del concreto patrón con la correspondiente a la dosis del 2,0 % de PET fue significativa, a los 7, 14 y 28 días de la edad del concreto.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los investigadores uniformizar las condiciones de investigación para los estudios de aditivos plásticos en el concreto a fin de que los resultados sean comparables.
2. Se recomienda a los fabricantes de aditivos similares a las fibras PET proporcionar información técnica relevante a fin de considerarla como antecedente relevante para posteriores estudios de estas adiciones que buscan mejorar el concreto y proteger el ambiente de la contaminación plástica.
3. Se recomienda a los constructores la consideración de las adiciones de fibras plásticas, en la medida que logran mejorar las características del concreto, especialmente en la resistencia a la compresión.
4. A los constructores que opten por la adición de fibras plásticas, se recomienda respetar estrictamente las indicaciones del fabricante en la medida que la resistencia a la compresión del concreto es bastante sensible al dosificado y morfología del plástico.
5. Se recomienda a los investigadores continuar con el desarrollo aplicativo del plástico en el concreto, considerando sus prometedoras características de soporte a la Ingeniería Civil.

REFERENCIAS

- 360 en concreto. (2023). *Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión*. [https://360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion/#:~:text=Resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20del%20concreto&text=Se%20define%20como%20la%20capacidad,por%20pulgada%20cuadrada%20\(psi\).](https://360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion/#:~:text=Resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20del%20concreto&text=Se%20define%20como%20la%20capacidad,por%20pulgada%20cuadrada%20(psi).)
- Acoplásticos. (2022). *¿Qué es el PET?* <https://www.acoplásticos.org/index.php/mnu-pre/opm-bus-pref/36-opc-fag-pre4#:~:text=Es%20un%20pol%C3%ADmero%20lineal%2C%20con,Es%20totalmente%20reciclable>
- Acuña, F., Smith, J., Luna, M., & Barrios, J. (2023). Interacción Suelo Estructura: una Revisión del Estado del Arte. *Ciencia Latina*, 7(4). doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7427
- Ahdal, A., Amrani, M., Ghaleb, A., Abadel, A., Alghamdi, H., Alamri, M., . . . Shameeri, M. (2022). Mechanical performance and feasibility analysis of green concrete prepared with local natural zeolite and waste PET plastic fibers as cement replacements. *Case Studies in Construction Materials*, 17. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01256>
- Aktham, A., Megat, M., Tareq, A., Bunnori, M., & Majid, T. (2022). Effect of the incorporation of PET fiber and ternary blended binder on the flexural and tensile behaviour of ultra-high performance green concrete. *Construction and Buildings Material*, 331. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127306>

- Árias, J., & Covinos, M. (2021). *Metodología de la investigación [versión PDF]*. <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Árias, J., Holgado, J., Tafur, T., & Vasquez, M. (2022). *Metodología de la Investigación [Versión PDF]*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú SAC. https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/3109/1/2022_Metodologia_de_la_investigacion_El_metodo_%20ARIAS.pdf
- Becerra, O., Meza, A., & Salinas, R. (2023). Influence of experimental variables on the mechanical properties of steel fiber reinforced concrete (SFRC) in chloride degradation experiments: bibliographic review and statistical analysis. *ALCONPAT*, 13(2). doi:<https://doi.org/10.21041/ra.v13i2.641>
- Bucio, R., & Flores, D. (2022). Agregados finos de concreto reciclado y su influencia en concreto no estructural. *Padi Boletín científico de ciencias básicas e ingenierías del ICBI*, 10(7). doi:<https://doi.org/10.29057/icbi.v10iEspecial7.9851>
- Cabarcas, L., & Colpas, J. (2020). *Evaluación de la resistencia a la flexión y compresión de un concreto estructural ecológico con fibras pet propuesto conforme a la norma NSR-10*. [Tesis de pregrado, Universidad de la Costa]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/7835>
- Calvo, A. (2023). Revisión bibliográfica de la viabilidad de los beneficios ambientales al implementar ladrillos de construcción reforzados con PET. *Universidad Libre*. <https://hdl.handle.net/10901/25736>
- Camarena, A., & Garamendi, D. (2022). Análisis comparativo de la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad del concreto tradicional versus un concreto utilizando escoria de acero como agregado fino. *Gaceta técnica*, 23(1). doi:<https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.3>
- Cardoso, I., & Gouttefanjat, F. (2022). Sustentabilidad, tecnología ambiental y regeneración ecosistémica: retos y perspectivas para la vida. *Revista*

Universidad y Sociedad, 14(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202022000200142&script=sci_arttext

Cedeño, H., Chávez, J., Macías, L., & Ortiz, E. (2022). Combinación de mezclas de agregados gruesos y finos pertenecientes a la Cantera Uruzca para diferentes resistencias de hormigón. *Revista científica INGENIAR*, 5(9).

doi:<https://doi.org/10.46296/ig.v5i9edespfeb.0055>

Cemento Yura. (s. f.). *Agregado grueso*. <https://www.yura.com.pe/blog/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>

Choi, Y., Kim, I.-H., Lim, H., & Cho, C. (2022). Investigation of Strength Properties for Concrete Containing Fine-Rubber Particles Using UPV. *Materials*, 15(10).

<https://doi.org/10.3390/ma15103452>

Envaselia. (2022). *Tereftalato de polietileno*.

<https://www.ensavelia.com/blog/tereftalato-de-polietileno-id12.htm>

Hamsa, A., & Dawood, A. (2020). Strength behavior of reinforced concrete beam using re-cycle of PET wastes as synthetic fibers. *Case Studies in Construction Materials*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00367>

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación [Versión PDF]*. México: Mc Graw Hill.

<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>

Holcim México. (2020). *Proceso de fabricación del cemento*.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fm.facebook.com%2FHolcimMexico%2Fphotos%2Fproceso-de-fabricaci%25C3%25B3n-de-cemento-desde-la-extracci%25C3%25B3n-de-piedras-calizas-arcilla%2F2528217837288644%2F&psig=AOvVaw1UhFDAD2h46wQQAYHNbM90&ust=16846>

Hou, S., Che, Y., Lu, N., Huang, Y., Hou, G., gao, Y., & Liang, C. (2023). Sustainable utilization of hybrid recycled powder and recycled polyethylene terephthalate

fiber in mortar: Strength, durability and microstructure. *Journal of Building Engineering*, 63. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105541>

Huarhua, F., Veliz, F., & Velásquez, M. (2022). "Propiedades y Procesos de Fabricación de Ladrillos Ecológicos, en los últimos diez años": Una revisión de la literatura Científica. *20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. Florida, USA.
doi:<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.212>

Infante, J., & Valderrama, C. (2019). Análisis Técnico, Económico y Medioambiental de la Fabricación de Bloques de Hormigón con Polietileno Tereftalato Reciclado (PET). *Información Tecnológica*, 30(5).
doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500025>

Ingeniería Civil. (2021). *Requisitos de calidad para los agregados*.
<https://tecnologias-del-concreto.webnode.es//copia-de-un-articulo-sencillo-de-ejemplo/>

Karimi, H., Aliha, M., & Amir, H. e. (2023). Strength and cracking resistance of concrete containing different percentages and sizes of recycled tire rubber granules. *Journal of building engineering*, 67(15).
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106033>

León, L., & Rodríguez, C. (2022). Factores que influyen en la resistencia a la compresión del hormigón. Estado del arte. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 16(3). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193972950003>

Martínez, I., Pablo, V., & Velay, M. (2019). Sustainability evaluation of concretes with mixed recycled aggregate based on holistic approach: Technical, economic and environmental analysis. *Waste Management*, 104, 9-19.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.044>

Meza, A., Gurbir, K., & Preciado, H. (2021). Desempeño a Flexión del Concreto Reforzado con Fibras Plásticas Recicladas. *Conciencia Tecnológica*(61).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94467989001>

- Mustafa, Q., & Haido, J. (2022). Response of hybrid concrete incorporating eco-friendly waste PET fiber: Experimental and analytical investigations. *Construction and buildings materials*, 354. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129071>
- Naciones Unidas. (s. f.). *El Acuerdo de París*. <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris#:~:text=El%20Acuerdo%20de%20Par%C3%ADs%20habla,orientaci%C3%B3n%20general%20al%20Mecanismo%20Tecnol%C3%B3gico>.
- Nkomo, N., Masu, L., & Nziu, P. (2022). Optimization of mechanical properties of polyethylene terephthalate fiber/fly ash hybrid concrete composite. *Case Studies in Construction Materials*, 17. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01395>
- Olarte, B. (2022). Study of the mechanical behavior of hydraulic concrete: Addition of fibers and microparticles from plastic bottles. *Revista ingeniería de construcción*, 37(3). doi:https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732022000300435&script=sci_arttext
- Olivera, Y., Guevara, S., & Muñoz, S. (2022). Revisión sistemática de la literatura sobre mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto adicionando fibras artificiales y naturales. *Ingeniería*, 27(2). doi:<https://doi.org/10.14483/23448393.18207>
- Ortega, M., Ríos, D., Gómez, E., Solano, J., & Orjuela, D. (2022). Materiales compuestos de fibras naturales y polímero reciclados: mezclas, pretratamientos, agentes de acople y propiedades mecánicas. - Una revisión. *Avances Investigación en Ingeniería*, 19(1). doi:<https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.7579>
- Osorio, C., Alzate, A., Aristiabal, D., & Amariles, C. (2022). Innovative Materials in Construction: Review from a Bibliometric Analysis. *The Research Journey as a Challenge Towards New Trends*.

https://www.researchgate.net/publication/360824117_Innovative_Materials_in_Construction_Review_from_a_Bibliometric_Analysis?enrichId=rgreq-1e38d6bcc1b9e553995c105a1a6fde1b-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM2MDgyNDExNztBUzoXMTU5MjkxMzQ4MjM4MzQDE2NTM0MDgwMD

Panduro, E. (2022). Gestión de riesgos para la seguridad sostenible en edificaciones públicas: revisión sistemática. *Centros*, 11(1).

<https://uptv.up.ac.pa/index.php/centros/article/view/2533>

Perera, S., Arulrajah, A., & Wong, Y. e. (2019). Utilizing recycled PET blends with demolition wastes as construction materials. *Construction and buildings materials*, 221(10). doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.047>

Rojales, A., Gómez, L., Farroñan, M., Chuzón, N., & Muñoz, S. (2021). Adiciones de fibras de acero para mejorar las propiedades mecánicas del concreto: Una revisión literaria. *Revista Científica Epistemia*, 5(1).

doi:<https://doi.org/10.26495/re.v5i1.1838>

Ruiz, M., Díaz, B., & Noriega, M. (2022). Gestión e investigación en ingeniería. *Dialnet*, 27(8). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890647>

Saleheen, Z., Rao, R. R., & Nadjai, A. (2022).

<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106371>. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 126. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tust.2022.104534>

Sandoval, E., & Rivera, W. (2019). Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 29(1).

doi:<https://doi.org/10.18359/rcin.3478>

Saucedo, J., Atoche, J., & Muñoz, S. (2021). Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: revisión de la literatura. *in Avances: Investigación en Ingeniería*, 18(2). doi:<http://dx.doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6942>

- Sharma, S. S., Vikas, & Subhankar, C. (2023). Contribution of plastic and microplastic to global climate change and their conjoining impacts on the environment - A review. *Science of the Total Environment*, 875. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162627>
- Sika Perú. (s. f.). *SikaFiber® Force-60 [Versión PDF]*. <https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-concreto/aditivos-concreto-premezclado/fibras-concreto/sikafiber-force-60.html>
- Singh, A., & Arora, N. (2023). Impact of silica fume and PET fiber over the strength aspects of the concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. doi:10.1088/1755-1315/1110/1/012023
- Tafsirojjaman, T., Rahman, A., Liu, Y., Manalao, A., & Thambiratnam, D. (2022). Performance and design of steel structures reinforced with FRP composites: A state-of-the-art review. *Engineering Failure Analysis*, 138. doi:<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106371>
- Tang, R., Wei, Q., Zhang, K., jiang, S., Shen, Z., Zhang, Y., & Chow, C. (2022). Preparation and performance analysis of recycled PET fiber reinforced recycled foamed concrete. *Journal of Building Engineering*, 57. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104948>
- Villanueva, F. (2022). *Metodología de la investigación Versión PDF*. https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=6e-KEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigacion&ots=WHDLZOEHhr&sig=hQ5SVrNgbmWQQZXQ-VbrnChjRmk&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Villao, R., Barba, R., & Mármol, X. (2023). Influencia del vidrio templado en las mezclas de concreto con cemento Portland. *Revista científica INGENIAR*, 6(11). doi:<https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/115>

Wang, F., Li, k., & Liu, Y. (2022). Optimal water-cement ratio of cement-stabilized soil. *Construction and building materials*, 320(21).
doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126211>

ANEXOS

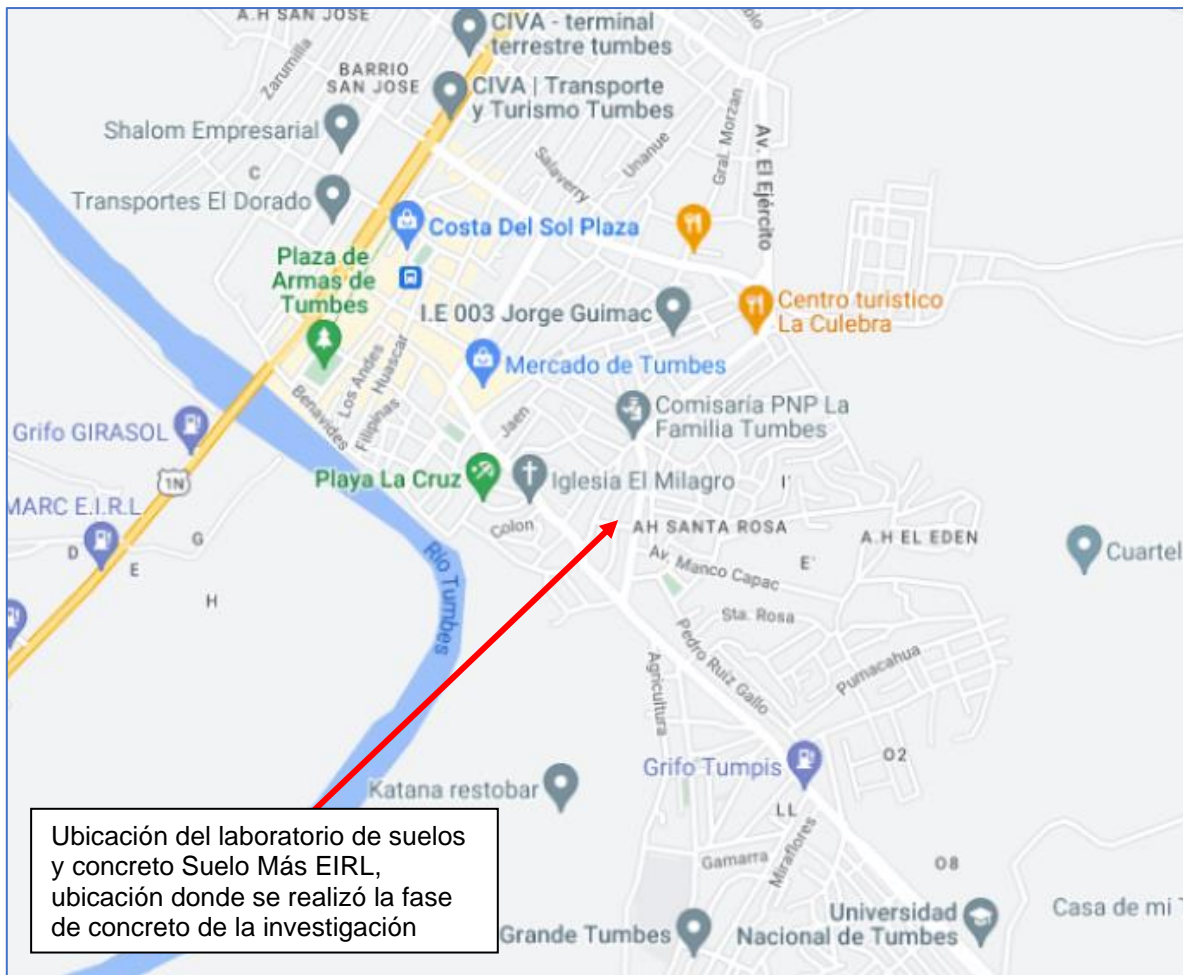
Anexo 1. Matriz de consistencia

Título	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología
Gradación de fibras PET y resistencia a la compresión del concreto 210Kg/cm ² en la Región Tumbes		General		Independiente	
	¿Cómo es la influencia de la gradación de las fibras PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² , Región Tumbes, 2023?	Determinar la influencia de la gradación de las fibras PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² , Región Tumbes, 2023	La influencia de la gradación de las fibras PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² es significativa, Región Tumbes, 2023	Fibras PET	Tipo: De aplicación de conocimientos en la resolución de problemáticas específicas Enfoque: Cuantitativo
		Específicos		Dependiente	Alcance: Correlacional
	Problema específico 1 ¿Cuáles son los valores de la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² para las gradaciones de fibras PET adicionadas?	Objetivo específico 1 Establecer los valores de la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² para las gradaciones de fibras PET adicionadas	Las hipótesis específicas 1 y 2 corresponden a objetivos específicos descriptivos; por este motivo no corresponde el planteo de hipótesis	Resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ²	Método de investigación: Hipotético deductivo Diseño: Experimental y transversal en el tiempo
Problema específico 2 ¿Cómo es la curva de respuesta de la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² para las gradaciones de fibras PET ensayadas?	Objetivo específico 2 Estudiar la curva de respuesta de la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² para las gradaciones de fibras PET ensayadas	Hipótesis específica 3 La diferencia lograda en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² para las distintas gradaciones de las fibras PET es significativa		Técnica de recolección de datos: Instrumento: Ficha de observación para ambas variables	
Problema específico 3 ¿Cómo es la diferencia lograda en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² para las distintas gradaciones de las fibras PET?	Objetivo específico 3 Definir si la diferencia lograda en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² para las distintas gradaciones de las fibras PET es significativa			Población: Concreto 210 Kg/cm ² elaborado con materiales del departamento de Tumbes Muestreo: No se realizará Muestra: 45 probetas de concreto 210 Kg/cm ²	

Anexo 2. Matriz de operacionalización de las variables

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Fibras PET	Es un polímero con una gran resistencia mecánica a la tracción, compresión y desgaste. Es cristalino, de alto brillo aunque puede colorearse de acuerdo a necesidad (Acoplásticos, 2022)	La variable se operacionalizó mediante una ficha de observación donde se anotaron las dosis empleadas, tamaño y forma de las fibras PET ensayadas	Dosis	Dosificación	Razón
			Características físicas	Tamaño	Razón
				Forma	Nominal
Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm²	Es la máxima resistencia que opone el concreto a fracturarse como resultado de una fuerza que le es aplicada en un área estandarizada. Se mide en unidades de presión (360 en concreto, 2023)	La variable se operacionalizó mediante una ficha de observación con campos vacíos donde se colocaron los resultados de resistencia a la compresión en Kg/cm ² , observados a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto	Resistencia	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	Razón

Anexo 3: Ubicación del área de estudio



Anexo 4. Pruebas de significación estadística

7 días

	<i>2,0 % PET</i>	<i>1,5 % PET</i>
Media	161.33	139.33
Varianza	25.33	20.33
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	22.83	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	5.64	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

14 días

	<i>2,0 % PET</i>	<i>1,5 % PET</i>
Media	183.67	171.33
Varianza	12.33	26.33
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	19.33	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	3.44	
P(T<=t) una cola	0.01	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

28 días

	<i>2,0 % PET</i>	<i>1,5 % PET</i>
Media	255.00	231.67
Varianza	7.00	6.33
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	6.67	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	11.07	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

7 días

	<i>0,5 PET</i>	<i>0,0 % PET</i>
Media	140.33	135.00
Varianza	14.33	25.00
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	19.67	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	1.47	
P(T<=t) una cola	0.11	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

28 días

	<i>0,5 % PET</i>	<i>0,0 % PET</i>
Media	235.67	227.00
Varianza	4.33	21.00
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	12.67	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	2.98	
P(T<=t) una cola	0.02	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

Prueba de significación para la dosis de 0,0 % de PET contra el mejor resultado, 2,0 de PET

7 días

	<i>0,0 % PET</i>	<i>2,0 % PET</i>
Media	161.33	135.00
Varianza	25.33	25.00
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	25.17	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	6.43	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

14 días

	<i>0,0 % PET</i>	<i>2,0 % PET</i>
Media	183.67	172.33
Varianza	12.33	9.33
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	10.83	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	4.22	
P(T<=t) una cola	0.01	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

28 días

	<i>0,0 % PET</i>	<i>2,0 % PET</i>
Media	255.00	227.00
Varianza	7.00	21.00
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	14.00	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	9.17	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

Anexo 5. Análisis granulométrico de los agregados

Análisis granulométrico del agregado fino ASTM D 421

Material: Arena gruesa zarandeada

Cantera: Vía Crucis. Ubicación Tumbes, Tumbes, San Jacinto

Peso inicial húmedo: 563,00 gr

Peso inicial seco: 558,00 gr

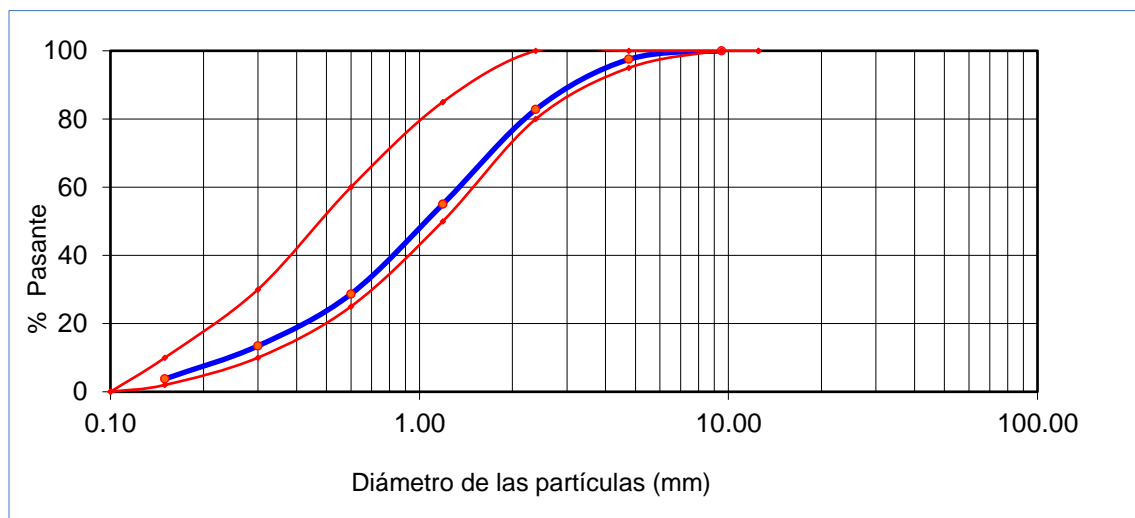
Tabla 7

Tabla granulométrica

Mallas	Abertura mm	Material retenido		Porcentaje acumulado		Especificaciones HUSO NTP 400,037
		gr	%	Retenido	Pasa	
1/2"	12,50					
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	100 - 100
N° 4	4,76	14,00	2,51	2,51	97,49	100 - 95
N° 8	2,38	82,00	14,70	17,20	82,80	100 - 80
N° 16	1,19	155,00	27,78	44,98	55,02	85 - 50
N° 30	0,60	147,00	26,34	71,33	28,67	60 - 25
N° 50	0,30	85,00	15,23	86,56	13,44	30 - 10
N° 100	0,15	54,00	9,68	96,24	3,76	10 - 2
Fondo		21,00	3,76	100,00	0,00	0 - 0
		558,00	0,00			

Figura 10

Curva granulométrica del agregado fino



Análisis granulométrico del agregado grueso ASTM D 421

Material: Agregado grueso

Cantera: Vía Crucis. Ubicación Tumbes, Tumbes, San Jacinto

Peso inicial seco: 2000,00 gr

Tabla 8

Tabla granulométrica para el agregado grueso

Mallas	Abertura	Material retenido		Porcentaje acumulado		Especificaciones HUSO NTP ¾" – ½"
	mm	gr	%	Retenido	Pasa	
2"	50.00					
1 1/2"	37.50					
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
¾"	19.05	92.00	4.60	4.60	95.40	90 -100
½"	12.50	980.00	49.00	53.60	46.40	55 -20
3/8"	9.53	750.00	37.50	91.10	8.90	15 -0
N° 4	4.76	110.00	5.50	96.60	3.40	5 - 0
N° 8	2.38	68.00	3.40	100.00		
Fondo						

Tabla 9

Curva granulométrica del agregado grueso



Anexo 6. Diseño de mezcla ACI 318-19 para elaborar el concreto ensayado

Las características físicas de los agregados constituyeron la base para el diseño de mezcla.

1. propiedades físicas de los agregados

Tabla 10

Propiedades físicas de los agregados ensayados

Ensayo	Fino	Grueso	Unidad	Norma
Peso específico	2,60	2,63	gr/cm ³	ASTM C 128 ASTM C 127
Peso unitario seco compactado	--	1535	Kg/m ³	ASTM C 29
Módulo de fineza	2,8	--	--	ASTM C 125
Peso unitario suelto y seco	1537	1520	Kg/m ³	ASTM C 29
Porcentaje de absorción	0,9	0,8	%	ASTM C 128 ASTM C 127
Porcentaje de humedad	0,7	0,5	%	N.T.P339.127 ASTM D2216
Tamaño máximo nominal	--	¾	Pulgada	N.T.P 400

Tabla 11

Características generales de diseño

Ítem	Valor	Unidad	Norma
Cemento	Portland Tipo IV	--	N.T.P 334.009
Peso específico del cemento	3.15	gr/cm ²	
Resistencia de diseño	210	Kg/cm ²	N.T.P-E-060
Asentamiento	3 - 4	Pulgadas	N.T.C 396
Peso específico del agua	1.0	gr/cm ³	N.T.P 400.021

2. Se elige un asentamiento basado en la usabilidad del concreto, de tal modo que sea válido para pavimentos, losas, columnas y vigas. En estas condiciones, se eligió un slump de 3" a 4".

3. Habiendo identificado que el tamaño máximo de la grava es $\frac{3}{4}$ ", empleando la Tabla 13, se tiene que el porcentaje de aire atrapado en el concreto es 2 %.

4. De la Tabla 15 se obtiene que el Volumen Unitario de Agua es igual a 200 L/m³, para un tamaño máximo del agregado de $\frac{3}{4}$ " y un asentamiento de 3" – 4".

5. De la Tabla 14 se obtiene que, para una resistencia de diseño de 210 Kg/cm² la relación agua cemento de: 0.59 L/Kg.

6. Se determinó el factor cemento dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua cemento, obteniéndose:

$$\text{Factor cemento} = 200\text{L/m}^3 / 0.59\text{L/Kg} = 338,98 \text{ Kg/m}^3$$

7. El cálculo del agregado grueso emplea la Tabla 12, donde para un módulo de fineza de 2,8 y un diámetro máximo del agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " se tiene un volumen del agregado grueso de 0,36.

8 El peso del agregado grueso se obtiene multiplicando el volumen del agregado grueso encontrado en el punto anterior por el peso específico de dicho agregado.

$$\text{Peso del agregado grueso seco} = 0,63 \times 1535 \text{ Kg/m}^3 = 967,05 \text{ Kg/m}^3$$

9. Volúmenes de los agregados

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{peso específico del cemento}} = \frac{338,98 \text{ Kg/m}^3}{3.15 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} = 0,1076 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Volumen unitario del agua}}{\text{Peso específico del agua}} = \frac{200 \text{ L/m}^3}{1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} = 0,2 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 2 \% = 0,02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{\text{Peso agregado grueso y seco}}{\text{peso específico del agregado grueso}} = \frac{967,05 \text{ Kg/m}^3}{2.63 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} = 0,3677 \text{ m}^3$$

10. Suma de los volúmenes de los agregados exceptuando la arena gruesa [SAEAG].

$$\sum \text{SAEAG} = 0,1076 + 0,2 + 0,02 + 0,3677 = 0,6953 \text{ m}^3$$

11. Cálculo del volumen del agregado fino

$$\text{Volumen del agregado fino} = 1 \text{ m}^3 - 0,6953 \text{ m}^3 = 0,3047 \text{ m}^3$$

12. Cálculo del peso del agregado fino

$$\text{Peso de } 1 \text{ m}^3 \text{ del agregado fino} = 0,3047 \text{ m}^3 \times 2\,600 \text{ Kg/m}^3 = 792,22 \text{ Kg/m}^3$$

13. Relación de agregados secos

$$\text{Cemento} = 338,98 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 200,00 \text{ L/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 792,22 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 967,05 \text{ Kg/m}^3$$

14. Consideración de la humedad de los agregados fino y grueso

$$\text{Agregado grueso} = (1 + 0,5/100) \times 967,05 \text{ Kg/m}^3 = 971,88 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = (1 + 0,7/100) \times 792,22 \text{ Kg/m}^3 = 797,77 \text{ Kg/m}^3$$

15. Ajuste de humedad y absorción

$$\text{Humedad} = (\text{humedad agregado} - \text{absorción del agregado})$$

$$\text{Agregado grueso} = (0,5 - 0,8) = -0,3 \%$$

$$\text{Agregado fino} = (0,7 - 0,9) = -0,2 \%$$

16. Contenido neto de humedad de los agregados

$$\text{Agregado grueso} = -0,3\% \times 971,88 = -2,92 \text{ L/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = -0,2\% \times 797,22 = -1,59 \text{ L/m}^3$$

17. Los agregados hacen un aporte neto de agua de:

$$\text{Aporte de agua proveniente de los agregados} = - 2,92 - 1,59 = - 4,51 \text{ L/m}^3$$

18. Corrección del agua de diseño:

$$\text{Agua de diseño corregida} = 200 \text{ L/m}^3 + 4,51 \text{ L/m}^3 = 204,51 \text{ L/m}^3$$

19. Ingredientes del concreto con agua corregida

$$\text{Cemento} = 338,98 \text{ Kg/m}^3 = 339 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino húmedo} = 797,77 \text{ Kg/m}^3 = 798 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso húmedo} = 971,88 \text{ Kg/m}^3 = 972 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 204,51 \text{ L/m}^3 = 205 \text{ L/m}^3$$

20. Proporción de agregados por kilo de cemento

$$\text{Cemento} = 338,98/338,98 = 1$$

$$\text{Agregado fino húmedo} = 797,77/338,98 = 2,35$$

$$\text{Agregado grueso húmedo} = 971,88/338,98 = 2,87$$

$$\text{Agua} = 204,51/ 338,98 = 0,60 \text{ Litros}$$

Tablas basadas en el ACI 318 - 19 para el diseño del concreto

Nota. Todas las tablas ACI fueron proporcionadas por el Laboratorio de suelos y concreto Suelo Más.

Tabla 12

Volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (b/b.)					
D n Max.	MODULO DE FINURA DE LA ARENA				
	2.40	2.6	2.80	3.00	3.20
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.63	0.60	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70
3"	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Tabla 13

Porcentaje de aire atrapado y tamaño máximo del agregado grueso

D n Max.	AIRE (%) ATRAPADO
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Tabla 14

Relación agua cemento por resistencia

RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		
f' cr (28 días) kg/cm²	Relación Agua Cemento De Diseño Por Peso	
	Concreto Sin Aire Incorporado	Concreto Con Aire Incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
420	0.41	
450	0.38	

Tabla 15

Volumen unitario del agua y asentamiento

VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA									
ASENTAMIENTO	CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO								
	0.375	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6	
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	113	
3" a 4"	202	193	200	175	165	157	133	124	
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---	

Anexo 7. Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND TIPO MS (NORMA ACI 318-19)

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"

TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE

FECHA: octubre, 2023

RESISTENCIA: FC = 210Kg/cm ² a los 28 días	
CEMENTO (ASTM.C TIPO MS)	
ESTRUCTURAS: DISEÑO 210	ASENTAM(SLUMP): 3" – 4" pulg
AG. FNO : CANTERA VIA CRUCIS 2005 - (ARENA ZARANDEADA)	
AG. GRUESO : CANTERA VIA CRUCIS 2005 - (PIEDRA CHANCADA 3/4)	

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

DESCRIPCIÓN	AG. FINO	AG. GRUESO
1. PESO ESPECÍFICO. Bulk (Base Seca)	2.60	2.63
2. PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO Kg/m ³	-	1535
3. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	0.9	0.8
4. CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.7	0.5
5. MÓDULO FINEZA ASTM C - 125	2.8	-
6. TAMAÑO MÁX. AGREGADOS (Pulg.)	-	3/4"
7. PESO UNITARIO SUELTO Y SECO Kg./m ³	1,537	1,520

TABLAS PARA DISEÑOS DE MEZCLA

A.- ASENTAMIENTO EN Pulg. (Tabla N° 01) SLUMP	75
B.- VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (Tabla 1) Lit./m ³	200
C.- POCENTAJE DE AIRE ATRAPADO (Tabla 2)	2.0%
D.- RELACIÓN AGUA – CEMENTO (Tabla 3)	0.59
E.- VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR m ³ DE CONCRETO (TABLA 5)	0.63

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO EN MEZCLA (SECO)

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Diseño en Seco Kg/m ³	339	792	967	200

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Diseño en Obra kg/m ³	339	797	971	204

PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Dosificación en Peso	1	2.35	2.86	0.60
Dosificación en Volumen	1	2.29	2.82	-
Dosificación calculada en agregado grueso clasificado de tamaño máximo 3/4"				



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Cid Fernando Ernesto Vargu Marín
CIP: 130833

Continua



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.

JIL CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522000 - CEL. 972943321 - RPM 8688277 - Tumbes

TESIS : GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kgf/Cm²
EN LA REGION DE TUMBES

TESISTAS : JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE

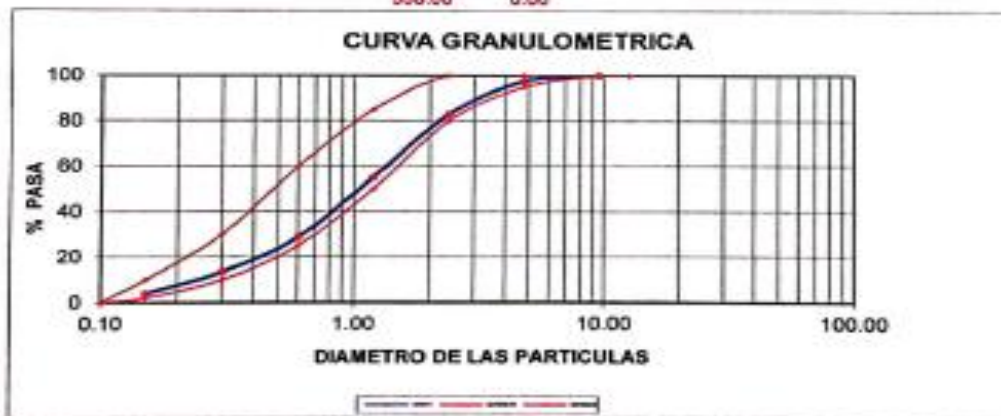
FECHA : Octubre, 2023

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO-ASTMD - 421

Materiaf : Agregado Fino **Procedencia:** Cantora San Jacinto
(Arena Gruesa Zarandeada)

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 563.00
PESO INICIAL SECO (gr) 558.00

MALLA	SEÑAL	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES NUNO MP 400/21
	MM	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50					
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
Nº4	4.75	14.00	2.51	2.51	97.49	100 - 85
Nº8	2.38	82.00	14.70	17.20	82.80	100 - 80
Nº 16	1.19	155.00	27.78	44.98	55.02	85 - 50
Nº 30	0.60	147.00	26.34	71.33	28.67	60 - 25
Nº 50	0.30	85.00	15.23	86.56	13.44	30 - 10
Nº 100	0.15	54.00	9.68	96.24	3.76	10 - 2
FONDO		21.00	3.76	100.00	0.00	0 - 0
		558.00	0.00			



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Cel. Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138832

Continua



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EJ. MILAGRO - TUMBES
522950 - CTEL. 972945321 - RPM 868277 - Tumbes

TESIS : GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210kg/ Cm2
EN LA REGION DE TUMBES

TESISTAS : JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE

FECHA : Octubre, 2023

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO-ASTMD - 421

Material : Agregado Grueso Procedencia: Cantera San Jacinto
Piedra zarandeada

PESO INICIAL SECO (gr) 2000.0

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES NBSO NTP 347.107
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00					
1 1/2"	37.50					
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	92.00	4.60	4.60	95.40	90-100
1/2"	12.50	980.00	49.00	53.60	46.40	55-20
3/8"	9.53	750.00	37.50	91.10	8.90	15-0
N° 4	4.76	110.00	5.50	96.60	3.40	5-0
N° 6	2.38	68.00	3.40	100.00		



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Toledo Vega Maza
CIP: 936823

Continua



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522050 - CEL. 972945321 - RPM 0388277 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"

TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE

FECHA: octubre, 2023

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

Procedencia: cantera san Jacinto	
A) Peso material saturado superficialmente seco.	500 gr
B) Peso frasco + H ₂ O	663.1gr
C) Peso frasco + H ₂ O + A (A+B)	1163.1gr
D) Peso material + H ₂ O en el frasco	971.1gr
E) Volumen de masa + volumen de vacíos= C- D	192
F) Peso material seco	490.1
P.E Bulk (Base Saturado) = A/E	2.60



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Cel. Fernando Ernesto Yerra Mejía
CIP: 158533

Continua



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522000 - CEL. 972945021 - RPM 868277 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"

TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE

FECHA: octubre, 2023

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (GRAVA CHANCADA 3/4)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500.0 gr.
- 2.- Volumen Desplazado en Probeta = 190cm³
- 3.- P.E S.S.S. 1/2 = 2.63gr/Cm³



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Ernesto Yuyuy Infante
CIP: 138823

Continua



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522000 - CEL. 972345321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"

TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE

FECHA: octubre2023

ABSORCION (%) NORMA ASTM C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500
- 2.- Peso de Material Seco = 495.5
- 3.- % Absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 0.9$



ABSORCION (%) NORMA ASTM C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 3/4)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500
- 2.- Peso de Material seco = 496
- 3.- % absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 0.8$



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fortunado Emilio Yurga Heredia
CIP: 138831

Continua



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MELAGRO - TUMBES
☎ 3220890 - CEL. 972945321 - RPM 8688277 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"

TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE

FECHA: octubre, 2023

PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO NORMA ASTM C 29

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 3/4)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

**MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.**

A.- Peso de Material + Molde = 7475

B.- Peso de Molde = 3965

C.- Peso de Material = 3510

D.- Volumen de Molde = 2286

E.- Peso Unitario C/D = 1535



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Orel Ferrnandez Escoto Vargas Maza
CIP: 132633

Continua



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
522090 - CEL. 972945321 - RPM 4688277 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"

TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE

FECHA: octubre, 2023

PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C29

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7479
B.- Peso de Molde = 3965
C.- Peso de Material = 3514
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1537



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Cel. Francisco Tomás Yagu Hualde
C.P: 131033

Continua



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
022090 - CEL. 972945321 - RPM 4188277 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"

TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE

FECHA: octubre, 2023

PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C 29

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 3/4)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

**MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.**

- A.- Peso de Material + Molde = 7440
- B.- Peso de Molde = 3965
- C.- Peso de Material = 3475
- D.- Volumen de Molde = 2286
- E.- Peso Unitario C/D = 1520



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Ernesto Yegor Hernández
CIP: 138633

Continua



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

S22092 - CTEL 072945321 - RPM 8084277 - Tumbes

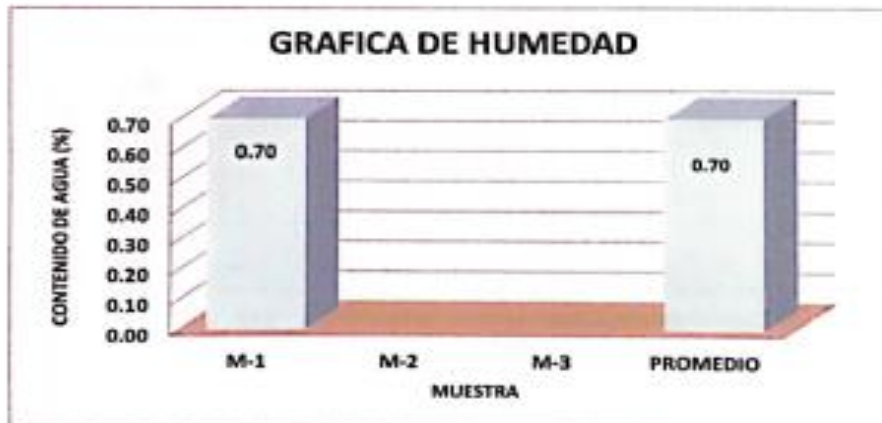
TESIS : GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm²
EN LA REGION DE TUMBES

TESISTA : JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE

FECHA : Octubre, 2023

HUMEDAD NATURAL					
MUESTRA		M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Nº DE TARRO		1			
P. DEL TARRO (gr)		170.00			
TARRO+S. HUMEDO (gr)		670.00			
TARRO+S. SECO (gr)		666.50			
P. DEL S. HUMEDO (gr)		500.00			
P. DEL S. SECO (gr)		496.50			
P. DEL AGUA (gr)		3.50			
% DE HUMEDAD		0.70			0.70
HUMEDAD PROMEDIO (%)		0.70			

Material : ARENA GRUESA ZARANDEADA CANTERA SAN JACINTO



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Cel. Fernando Leiva Priya Novis
CIP: 134423

Continua



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
522092 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm2
EN LA REGION DE TUMBES
TESISTA : JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE

FECHA : Octubre, 2023

HUMEDAD NATURAL					
MUESTRA		M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
N° DE TARRO		1			
P. DEL TARRO (gr)		170.00			
TARRO+S. HUMEDO (gr)		670.00			
TARRO+S. SECO (gr)		667.50			
P. DEL S. HUMEDO (gr)		500.00			
P. DEL S. SECO (gr)		497.50			
P. DEL AGLIA (gr)		2.50			
% DE HUMEDAD		0.50			0.50
HUMEDAD PROMEDIO (%)		0.50			

Material : PIEDRA CHANCADA 3/4 - 1/2 CANTERA SAN JACINTO



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Ernesto Vargas Murua
CAP 1326533

Continua



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
 ☎ 522990 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
 TESISISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
 FECHA : 09/10/2023

ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	PATRON	02-10-2023	09-10-2023	07	104	10.605	78.54	135	64	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Más E.I.R.L.
02		02-10-2023	09-10-2023	07	100	10.197	78.54	130	62	210	
03		02-10-2023	09-10-2023	07	108	11.013	78.54	140	67	210	
											EDAD PORCENTAJE
											(DIAS) %
											7 65 - 70
											14 80 - 86
											21 90 - 96
											28 100-Mas

NOTA: Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 - 0086- 2023)
 1KN = 101.972 Kg.



REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
 ☎ 522990 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
 TESISISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
 FECHA : 16/10/2023

ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	PATRON	02-10-2023	16-10-2023	14	130	13.256	78.54	169	80	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Más E.I.R.L.
02		02-10-2023	16-10-2023	14	135	13.766	78.54	175	83	210	
03		02-10-2023	16-10-2023	14	133	13.562	78.54	173	82	210	
											EDAD PORCENTAJE
											(DIAS) %
											7 65 - 70
											14 80 - 86
											21 90 - 96
											28 100-Mas

NOTA: Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 - 0086- 2023)
 1KN = 101.972 Kg.



REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280

Continua



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
 ☎ 522990 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
 TESISISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
 FECHA : 30/10/2023

ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	PATRON	02-10-2023	30-10-2023	28	172	17,539	78.54	223	106	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Más E.I.R.L.
02		02-10-2023	30-10-2023	28	179	18,253	78.54	232	110	210	
03		02-10-2023	30-10-2023	28	174	17,743	78.54	226	108	210	
											EDAD PORCENTAJE
											(DIAS) %
											7 65 – 70
											14 80 – 86
											21 90 – 96
											28 100-Mas

NOTA: Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 – 0086 – 2023)
 1KN = 101.972 Kg.



SUELO MAS E.I.R.L.
 Ing. Civil Fernando Rivas Vergara
 CIP: 138833

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
 ☎ 522990 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
 TESISISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
 FECHA : 09/10/2023

ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	ADICION DEL PET 0.5%	02-10-2023	09-10-2023	07	110	11,217	78.54	143	68	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio Suelo Más E.I.R.L.
02		02-10-2023	09-10-2023	07	105	10,707	78.54	136	65	210	
03		02-10-2023	09-10-2023	07	109	11,115	78.54	142	68	210	
											EDAD PORCENTAJE
											(DIAS) %
											7 65 – 70
											14 80 – 86
											21 90 – 96
											28 100-Mas


NOTA: Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 – 0086 – 2023)
 1KN = 101.972 Kg.



SUELO MAS E.I.R.L.
 Ing. Civil Fernando Rivas Vergara
 CIP: 138833

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280

Continua





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 022990 - CEL. 972945321 - RPM 6972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
 TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
 FECHA : 16/10/2023


ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	ADICION DEL PET 0.5%	02-10-2023	16-10-2023	14	136	13,868	78.54	177	84	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Más E.I.R.L.
02		02-10-2023	16-10-2023	14	134	13,664	78.54	174	83	210	
03		02-10-2023	16-10-2023	14	131	13,358	78.54	170	81	210	
EDAD PORCENTAJE (DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 86											
21 90 - 96											
28 100-Mas											

NOTA: Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 - 0086- 2023)
 1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 022990 - CEL. 972945321 - RPM 6972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
 TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
 FECHA : 30/10/2023

ENSAYO A LA COMPRESION


N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	ADICION DEL PET 0.5%	02-10-2023	30-10-2023	28	183	18,661	78.54	238	113	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Más E.I.R.L.
02		02-10-2023	30-10-2023	28	180	18,355	78.54	234	111	210	
03		02-10-2023	30-10-2023	28	181	18,457	78.54	235	112	210	
EDAD PORCENTAJE (DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 86											
21 90 - 96											
28 100-Mas											

NOTA: Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 - 0086- 2023)
 1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280

Continua





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522990 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
 TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
 FECHA : 09/10/2023


ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	ADICION DEL PET 1%	02-10-2023	09-10-2023	07	103	10,503	78.54	134	64	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Más E.I.R.L.
02		02-10-2023	09-10-2023	07	109	11,115	78.54	142	68	210	
03		02-10-2023	09-10-2023	07	113	11,523	78.54	147	70	210	
EDAD PORCENTAJE											
(DIAS) %											
7 65 – 70											
14 80 – 86											
21 90 – 96											
28 100-Mas											

NOTA: .Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 – 0086– 2023)
1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522990 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
 TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
 FECHA : 16/10/2023

ENSAYO A LA COMPRESION


N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	ADICION DEL PET 1%	02-10-2023	16-10-2023	14	132	13,460	78.54	171	81	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Más E.I.R.L.
02		02-10-2023	16-10-2023	14	130	13,256	78.54	169	80	210	
03		02-10-2023	16-10-2023	14	134	13,664	78.54	174	83	210	
EDAD PORCENTAJE											
(DIAS) %											
7 65 – 70											
14 80 – 86											
21 90 – 96											
28 100-Mas											

NOTA: .Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 – 0086– 2023)
1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280

Continua





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 528990 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
 TESISISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
 FECHA : 30/10/2023

ENSAYO A LA COMPRESION


N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	ADICION DEL PET 1%	02-10-2023	30-10-2023	28	188	19,171	78.54	244	116	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Mas E.I.R.L
02		02-10-2023	30-10-2023	28	173	17,641	78.54	225	107	210	
03		02-10-2023	30-10-2023	28	170	17,335	78.54	221	105	210	
EDAD PORCENTAJE											
(DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 86											
21 90 - 96											
28 100-Mas											

NOTA: .Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 - 0086- 2023)
1KN = 101.972 Kg.

SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vergara March
CIP: 138833

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 528990 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
 TESISISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
 FECHA : 09/10/2023

ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	ADICION DEL PET 1.5%	02-10-2023	09-10-2023	07	107	10,911	78.54	139	66	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Mas E.I.R.L
02		02-10-2023	09-10-2023	07	104	10,605	78.54	135	64	210	
03		02-10-2023	09-10-2023	07	111	11,319	78.54	144	69	210	
EDAD PORCENTAJE											
(DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 86											
21 90 - 96											
28 100-Mas											


NOTA: .Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 - 0086- 2023)
1KN = 101.972 Kg.

SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vergara March
CIP: 138833

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Continua





LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
 ☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
 TESISISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
 FECHA : 16/10/2023


ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	ADICION DEL PET 1.5%	02-10-2023	16-10-2023	14	131	13,358	78.54	170	81	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Mas E.I.R.L
02		02-10-2023	16-10-2023	14	136	13,868	78.54	177	84	210	
03		02-10-2023	16-10-2023	14	129	13,154	78.54	167	80	210	
EDAD PORCENTAJE											
(DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 86											
21 90 - 96											
28 100-Mas											

NOTA: .Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 - 0086- 2023)
1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280





LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
 ☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
 TESISISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
 FECHA : 30/10/2023

ENSAYO A LA COMPRESION


N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	ADICION DEL PET 1.5%	02-10-2023	30-10-2023	28	180	18,355	78.54	234	111	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Mas E.I.R.L
02		02-10-2023	30-10-2023	28	176	17,947	78.54	229	109	210	
03		02-10-2023	30-10-2023	28	179	18,253	78.54	232	110	210	
EDAD PORCENTAJE											
(DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 86											
21 90 - 96											
28 100-Mas											

NOTA: .Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 - 0086- 2023)
1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Continua





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
FECHA : 09/10/2023


ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	ADICION DEL PET 2.0%	02-10-2023	09-10-2023	07	120	12,237	78.54	156	74	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Mas E.I.R.L
02		02-10-2023	09-10-2023	07	125	12,747	78.54	162	77	210	
03		02-10-2023	09-10-2023	07	128	13,052	78.54	166	79	210	
EDAD PORCENTAJE											
(DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 86											
21 90 - 96											
28 100-Mas											

NOTA: .Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 - 0086- 2023)
1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
FECHA : 16/10/2023

ENSAYO A LA COMPRESION


N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	ADICION DEL PET 2.0%	02-10-2023	16-10-2023	14	142	14,480	78.54	184	88	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Mas E.I.R.L
02		02-10-2023	16-10-2023	14	139	14,174	78.54	180	86	210	
03		02-10-2023	16-10-2023	14	144	14,684	78.54	187	89	210	
EDAD PORCENTAJE											
(DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 86											
21 90 - 96											
28 100-Mas											

NOTA: .Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 - 0086- 2023)
1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Continua





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 219 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

TESIS: "GRADACION DE FIBRAS PET Y RESISTENCIA LA COMPRESION DEL CONCRETO 210Kg/ Cm² EN LA REGION DE TUMBES"
TESISTAS: JOEL ALFREDO ALARCON INFANTE
FECHA : 30/10/2023

ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	ADICION DEL PET 2.0%	02-10-2023	30-10-2023	28	196	19,986	78.54	254	121	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Mas E.I.R.L.
02		02-10-2023	30-10-2023	28	195	19,885	78.54	253	120	210	
03		02-10-2023	30-10-2023	28	199	20,292	78.54	258	123	210	
											EDAD PORCENTAJE
											(DIAS) %
											7 65 - 70
											14 80 - 86
											21 90 - 96
											28 100-Mas

NOTA: Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP23 – 0086– 2023)
1KN = 101.972 Kg.

SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Cnel. Fernando Remol Vega Morán
CIP: 138833

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

Laboratorio de Calibración
 En su sede ubicada en: Jr. Las Gravas 1853 Urb. Flores 78, distrito de San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima.

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.
 Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 06 de octubre de 2022
 Fecha de Vencimiento: 05 de octubre de 2026



ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL



Cédula N° : 381-2022-INACAL/DA
 Address N°1 del Contrato N° 039-2019-INACAL-DA
 Registro N° : LC-038

Fecha de emisión: 17 de octubre de 2022

El presente certificado tiene validez con su inscripción en el Sistema de Acreditación y validez de emisión de los datos que el alcance puede estar sujeto a modificaciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia de la acreditación se la sigue en la página web portal.inacal.gob.pe o en el sitio web del INACAL. Para la verificación del registro QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL, es firmante del Acuerdo de Acreditación Multilateral (M.A.A.) de Buenas Prácticas de Acreditación (BPA) y la Asociación de Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración (AAL) y el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

T.M. ser. CSP-62M Ver. 03.

Continua



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-035



009-02 / Ed. 06 - Sep 2019
Pág. 1 de 3

Certificado de Calibración

LMB23-0097

ORDEN DE TRABAJO	: OT23-0644	El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
CLIENTE	: SUELO MAS E.I.R.L.	MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la suscripción y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.
DIRECCIÓN	: Jr. CAHUIDE Nro. 248 Bar. BUENOS AIRES EL MILAGRO - TUMBES - TUMBES - TUMBES	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
LUGAR DE	: LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
INSTRUMENTO	: BALANZA	Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.
CLASIFICACIÓN	: NO AUTOMÁTICA	MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.
TIPO	: ELECTRÓNICA	
MARCA / FABRICANTE	: A&A INSTRUMENTS	
MODELO	: WT153001XEJ	
NÚMERO DE SERIE	: 120607062	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA	
CAPACIDAD MÁXIMA	: 15 000 g	
CAPACIDAD MÍNIMA	: 5 g	
DIV. DE ESCALA (d)	: 0,1 g	
DIV. DE VERIFICACIÓN (e)	: 1,0 g	
CLASE DE EXACTITUD	: II	
ΔT LOCAL	: 10 °C	
COEF. DERIVA TÉRMICA	: 0,00061 °C ⁻¹	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2023-01-16	
FECHA DE EMISIÓN	: 2023-01-24	

Selo



Director de Laboratorio
Dante Abelino Perez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
C/ Los Grupos Nro. 1353 2da. Etapa 75 - Lima 26. Tel: (01) 622 4129 / (01) 622 367 281
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com

Continua



MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

DO3-02 / Ed. 06 - Sep 2019
Pág. 1 de 6

Certificado de Calibración LTC23-0019

ORDEN DE TRABAJO : OT23-0044
CLIENTE : SUELO MAS E.I.R.L.
DIRECCION : JR. CAHUIDE Nº 248 EL MILAGRO, TUMBES - TUMBES - TUMBES
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
INSTRUMENTO CALIBRADO : HORNIO
MARCA / FABRICANTE : A&A INSTRUMENTS
MODELO : 5THX-1A
SERIE : 121010
PROCEDENCIA : CHINA
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
VENTILACIÓN : NATURAL
POSICIÓN SELECTOR : NO APLICA
INDICADOR : DIGITAL
ALCANCE /Div. Min.INDICADOR : (0 a 300) °C / 0,1 °C
SELECTOR : DIGITAL
ALCANCE /Div. Min. SELECTOR : (0 a 300) °C / 0,1 °C
TEMPERATURA DE TRABAJO : 100 °C ± 2 °C
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-01-16
FECHA DE EMISIÓN : 2023-01-24

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no es responsable por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.



Director de Laboratorio
Dante Abalino Pérez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG
A. La Cruzada, Av. 1501, As. Torre 15 - Lima 15119, Perú. T: (51) 01 421 4734. F: (51) 01 421 477 103
www.lima@msgperu.com | www.tumbes@msgperu.com | www.trujillo@msgperu.com | www.msgperu.com

Continua



MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

DOG-02 / Ed.00 - Sep 2019
Pag. 1 de 2

Certificado de Calibración LDA23-0082

ORDEN DE TRABAJO	: OT23-0683	El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
CLIENTE	: SUELO MAS E.I.R.L.	
DIRECCION	: Jr. CAHUIDE Nro. 240 Bar. BUENOS AIRES EL MILAGRO - TUMBES - TUMBES	MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.
LUGAR DE CALIBRACION	: LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
INSTRUMENTO DE MEDICION	: MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ANGELES	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
MARCA	: A&A INSTRUMENTS	Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.
MODELO	: STMH-3	
NUMERO DE SERIE	: 181013	
IDENTIFICACION	: NO INDICA	
PROCEDENCIA	: CHINA	
FECHA DE CALIBRACION	: 2023-01-16	MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.
FECHA DE EMISION	: 2023-01-24	

Sello

Fecha

Responsable Técnico



2023-01-24

Dante Abelino Pérez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION, DISTRIBUCION, COPIADO, FOTOCOPIADO, REPRODUCCION, DISTRIBUCION DE MSG.
A. Los 3 años. Dirección: Fátima Fátima - L. 99 39 746.07 262 4123 - RPPC 002 897 283
qrc:msgrp@msgrp.com | msgrp@msgrp.com | www.msgrp.com | www.msgrp.com

Continúa



MULTISERVICE GROUP E.I.R.L.

000-02 | Ex. 05 - Sep. 2019
Pág. 1 de 2

Certificado de Calibración

LFQ23-0086

ORDEN DE TRABAJO : OT23-0044
CLIENTE : SUELOS MAS E.I.R.L.
DIRECCIÓN : Jr. CAHUIDE Nro. 248 Bar. BUENOS AIRES EL MILAGRO - TUMBES - TUMBES - TUMBES
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIOS DE SUELOS Y CONCRETO
EQUIPO / INSTRUMENTO DE : PRENSA DE CONCRETO
MARCA : A&A INSTRUMENTS
MODELO : STYE-2000
PROCEDENCIA : CHINA
NUMERO DE SERIE : 131218
IDENTIFICACIÓN : CHINA
ALCANCE : 1 000 kN / 2 000 kN
DIVISIÓN DE ESCALA : 0.01 kN / 0.1 kN
CLASE PRECISIÓN : ± 1%
FECHA DE CALIBRACION : 2023-01-16
FECHA DE EMISION : 2023-01-19

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales e Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad a través parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería realizar sus instrumentos a intervalos apropiados.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier caso de uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

Sello

Fecha

Responsable Técnico



2023-01-19

Dante Abelino Pérez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
J. Los Olivos Nro. 4502 U.V., Etapa 7B - Lima 95 I.C.E. - 01 626 4799 - RUC: 202307389
operaciones@msg.pe / correo / tecnologia@msg.pe / ventas@msg.pe / www.msg.pe

Continua



MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

000-01 01.00 - 049 2019
Pg. 1 de 2

Certificado de Calibración LFP23-0089

ORDEN DE TRABAJO : OT23-004

CLIENTE : SUELO MAS E.I.R.L.

DIRECCIÓN : Jr. CAHUIDE Nro. 248 Bar. BUENOS
AIRES EL MILAGRO - TUMBES -
TUMBES

LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS Y
CONCRETO

EQUIPO : PROBADOR DE HUMEDAD - SPEEDY

MARCA : SOLOTEST

MODELO : NO INDICA

NÚMERO DE SERIE : 15034

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

PROCEDENCIA : BRASIL

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-01-17

FECHA DE EMISIÓN : 2023-01-24

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

Sello



DIRECTOR DE LABORATORIO
Dante Abelino Pérez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROBADOR DE HUMEDAD CON TIPO DE SENSORES PASIVOS DE CALIBRACIÓN - SENSORES DE MOED
Jr. Los Cejas 005 - 002 Uba. Pisco 78 - Lima 30 Perú Tel: 01 602 0724 1990 - 011 357 265
operaciones@msgperu.com | tecnologia@msgperu.com | info@msgperu.com | www.msgperu.com

Continua



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - O.A.
CON REGISTRO N° LC-036



000-02 / 03.00 - Sep 2013
Pág. 1 de 1

Certificado de Calibración LMB23-0096

ORDEN DE TRABAJO	: OT23-0044	<p>El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> <p>La Incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La Incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la Incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.</p> <p>Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.</p> <p>MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados de presente certificado.</p>
CUENTE	: SUELO MAS E.I.R.L.	
DIRECCIÓN	: Jr. CAHUIDE Nro. 240 Bar. BUENOS AIRES EL MILAGRO - TUMBES - TUMBES - TUMBES	
LUGAR DE	: LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
INSTRUMENTO	: BALANZA	
CLASIFICACIÓN	: NO AUTOMÁTICA	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
MARCA / FABRICANTE	: OHAUS	
MODELO	: R31P16	
NÚMERO DE SERIE	: 8342028139	
PROCEDENCIA	: U.S.A	
IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA	
CAPACIDAD MÁXIMA	: 15 000 g	
CAPACIDAD MÍNIMA	: 10 g	
DIV. DE ESCALA (d)	: 0,5 g	
DIV. DE VERIFICACIÓN (e)	: 5,0 g	
CLASE DE EXACTITUD	: III	
ΔT LOCAL	: 10 °C	
COEF. DERIVA TÉRMICA	: $1E-06$ °C ⁻¹	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2023-01-10	
FECHA DE EMISIÓN	: 2023-01-24	

Sello



Director de Laboratorio
Dante Alberto Perez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SIN SU AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
D. La Olaya Nro. 1900 Bar. Pampa 75 - Lima 50 Perú. 01 662 4729 (RPO) 002 567 200
operacion@msgperu.com / info@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com

Anexo 8. Panel fotográfico

Adquisición de los agregados

Figura 11

Agregado grueso en la llegada a la cantera



Figura 12

Tesista acopiando el agregado grueso



Continua

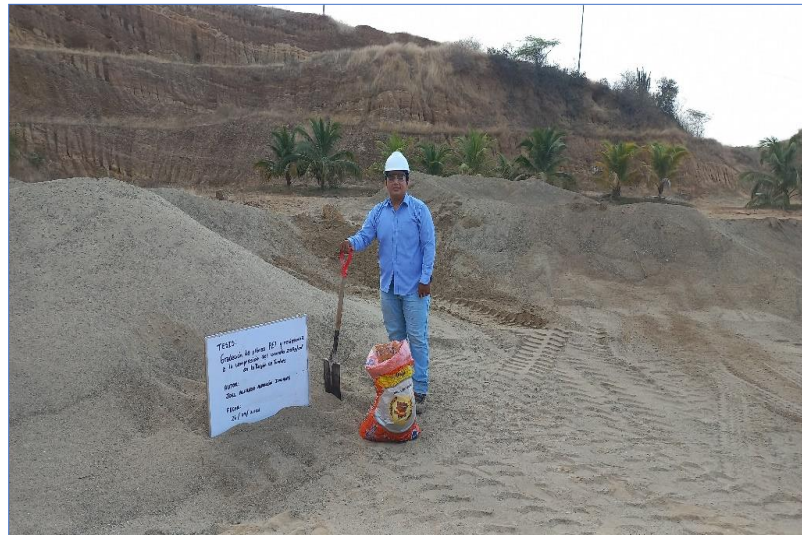
Figura 13

Acopio del agregado fino



Figura 14

Tesista con el agregado fino acopiado



Acopio, cortado y embolsado del plástico PET

Figura 15

Recojo de botellas plásticas



Figura 16

Tanda de botellas plásticas lavadas y ordenadas



Continua

Figura 17

Tesista cortando el plástico PET



Figura 18

Parcial de plástico PET recortado



Pruebas físicas a los agregados

Peso específico

Figura 19

Pesaje de un matraz para descontar se peso



Figura 20

Tesista anotando la altura del agregado asentado



Porcentaje de absorción de humedad

Figura 21

Tesista observando la humectación del agregado



Figura 22

Agregado en humectación



Porcentaje de humedad

Figura 23

Tesista pesando el agregado fino



Figura 24

Tesista introduciendo el agregado al autoclave



Peso unitario seco y compactado

Figura 25

Tesista llenando con agregado grueso



Figura 26

Tesista compactando en cono calibrado



Granulometría

Figura 27

Vaciado del agregado grueso a los tamices



Figura 28

Granulometría del agregado grueso



Elaboración del concreto, medición de slump, llenado de probetas y curado

Figura 29

Molde cilíndrico de acero, dimensionado según ASTM C - 39



Figura 30

Tesista dispuesto a realizar el trabajo de concreto



Continuación

Figura 31

Tesista adicionando agregados al trompo



Figura 32

Tesista recogiendo el concreto debidamente mezclado



Continuación

Figura 33

Varillado en el cono de Abrams



Figura 34

Midiendo el revenimiento del concreto



Continuación

Figura 35

Tesista adicionando las fibras PET al concreto



Figura 36

Tesista recogiendo el concreto dosificado con PET



Continuación

Figura 37

Concreto de referencia o patrón



Figura 38

Concreto con plástico PET



Continuación

Figura 39

Tesista varillando una probeta con concreto



Figura 40

Tesista emparejando la cara expuesta del concreto



Continuación

Figura 41

Tesista con algunas cubetas llenas de concreto



Figura 42

Curado de las probetas de concreto



Ensayos de resistencia a la compresión (7 días)

Figura 43

Tesista con los especímenes a ser evaluados



Figura 44

Tesista mostrando un espécimen a ser evaluado



Continuación

Figura 45

Espécimen después de la rotura



Figura 46

Espécimen fallado



Ensayos de resistencia a la compresión (14 días)

Figura 47

Tesista dispuesto para la rotura a los 14 días



Figura 48

Probeta dispuesta para el ensayo



Ensayos de resistencia a la compresión (28 días)

Figura 49

Tesista dispuesto a realizar los ensayos a los 28 días



Figura 50

Espécimen de concreto ensayado a los 28 días

