



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia
para tránsito pesado ($f'c$ 400 kg/cm²) Sullana, 2022.

TESIS PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Atoche Alburqueque, Jesus Gregorio (orcid.org/0000-0001-5975-0154)

Cungiarachi Zapata, Jonathan Smith (orcid.org/0000-0002-9757-294X)

ASESOR:

Mgtr. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (orcid.org/0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

PIURA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A nuestros padres por ser un ejemplo de lucha y perseverancia en mi vida. Han estado a mi lado brindándome su apoyo incondicional, guiándome con su mano firme y llenándome de cariño.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres por su apoyo incondicional y por creer en nosotros en todo momento.

Agradecemos a nuestros maestros de la Universidad César Vallejo por compartir generosamente sus conocimientos con nosotros.

Agradecemos profundamente a nuestro asesor, ya que sin su invaluable ayuda y orientación, no habríamos llegado hasta este punto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- MARCO TEORICO.....	7
III.- METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	14
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Métodos de análisis de datos.....	18
3.6. Procedimientos.....	18
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	71
VI. CONCLUSIONES.....	77
VII.RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis granulométrico por tamizado	21
Tabla 2. Material fino que pasa el tamiz 200 (Norma MTC E 214)	22
Tabla 3. Porcentaje de caras fracturadas en los agregados (MTC E 210 – ASMT D 5821)	23
Tabla 4. Con una o más caras fracturadas (MTC E 210-ASTMD 5821)	23
Tabla 5. Con dos o más caras fracturadas (MTC E 210-ASTMD 5821)	24
Tabla 6. Partículas chatas y alargadas (ASTM D 693)	24
Tabla 7. Agregado grueso: peso unitario suelto (MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19)	25
Tabla 8. Agregado grueso: peso unitario varillado (MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T- 19)	26
Tabla 9. Peso específico y absorción del agregado grueso ((NORMA AASHTO T-84, T-85)	27
Tabla 10. Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 AASHTO T-11, T-27 Y T-88)	28
Tabla 11. Control de ensayo muestra de arena que pasa por el tamiz (N 200) (NORMA MTCE214)	30
Tabla 12. Equivalente de arena (muestra de arena Natural) MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176	30
Tabla 13. Contenido de humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	31
Tabla 14. Agregado fino peso unitario suelto MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19	32
Tabla 15. Agregado fino peso unitario varillado MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19	32
Tabla 16. Gravedad específica (peso específico) y absorción de los agregados (NORMA AASHTO T-84, T-85)	33
Tabla 17. Características de los agregados	37
Tabla 18. Valores de diseño	37
Tabla 19. Volúmenes absolutos m^3/m^3 de mezcla	38
Tabla 20. Volumen absoluto de agregados	38
Tabla 21, Pesos de los elementos kg/m^3	39
Tabla 22. Aporte de agua de los agregados lt	39

Tabla 23. Volúmenes aparentes con humedad natural de acopio	40
Tabla 24. Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio al 0.5%.....	40
Tabla 25. Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio al 1.0%.....	41
Tabla 26. Roturas de 6 testigos a los 7 días al 0.0% (patrón) (ASTM C39, ASTM C42, NTC 673, ACI 318, NSR 10)	42
Tabla 27. Roturas de 6 testigos a los 14 días al 0.0% (patrón) (C42, NTC 673, ACI 318, NSR 10)	45
Tabla 28. Roturas de 6 testigos a los 28 días al 0.0% (patrón) (ASTM C39, ASTM C42, NTC 673, ACI 318, NSR 10)	48
Tabla 29. Roturas de 6 testigos a los 7 días al 1.0%	51
Tabla 30. Roturas de 6 testigos a los 14 días al 1.0%.....	54
Tabla 31, Roturas de 6 testigos a los 28 días al 1.0%.....	57
Tabla 32. Roturas de 6 testigos a los 7 días al 2.0%	60
Tabla 33. Roturas de 6 testigos a los 14 días al 2.0%.....	62
Tabla 34. Roturas de 6 testigos a los 28 días al 2.0%.....	64
Tabla 35. Testigos a los 7 días	68
Tabla 36. Testigos a los 14 días	69
Tabla 37. Testigos a los 28 días	70

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Curva granulométrica	22
FIGURA 2.	Curva granulométrica arena	29
FIGURA3.	Resistencia y porcentajes promedios a los 7 días	68
FIGURA4.	Resistencia y porcentajes promedios a los 14 días.....	69
FIGURA5.	Resistencia y porcentajes promedios a los 25 días	70

RESUMEN

La presente investigación tuvo objetivo general: determinar en laboratorio, un diseño de mezcla de concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$), para uso en un pavimento para tráfico pesado. La metodología fue de enfoque cuantitativo, aplicada, comparativa descriptiva, de diseño no experimental. El instrumento fueron las fichas de registro estandarizadas para cada ensayo. La población estuvo conformada por 54 testigos. Los resultados indicaron que los agregados empleados en el diseño de mezcla de alta resistencia cumplen con las especificaciones requeridas y presentan características favorables en términos de granulometría, porcentajes de caras fracturadas y partículas chatas y alargadas, peso unitario, gravedad específica y absorción. Para el diseño al 1.0% el diseño es 1.407 kg de agregado fino, 1.589 kg de agregado grueso, 0.431 kg de agua y 10 gramos de aditivo ZRR Plast-971; a los 28 días la resistencia promedio del testigo patrón fue 359 kg/cm^2 (90% de la esperada), al 1.0% de aditivo la resistencia obtenida fue 446 kg/cm^2 (112% de la resistencia de diseño); al 2.0% de aditivo la resistencia promedio obtenida fue 476 kg/cm^2 (119% de la resistencia de diseño). Se concluyó que, la incorporación de aditivos en proporciones adecuadas es una estrategia efectiva para mejorar significativamente la resistencia del concreto; lo que resulta una valiosa aportación a la ingeniería civil, ya que brindan a los expertos del campo una guía precisa para diseñar y fabricar pavimentos resistentes y capaces de soportar cargas pesadas.

Palabras clave: Diseño de mezcla, concreto de alta resistencia, tránsito pesado.

ABSTRACT

The present research had a general objective: to determine, in the laboratory, a mix design for high-strength concrete ($f'c = 400 \text{ Kg/cm}^2$) for use in heavy traffic pavements. The methodology employed a quantitative, applied, comparative descriptive approach, with a non-experimental design. The instrument used was standardized record sheets for each test. The population consisted of 54 samples. The results indicated that the aggregates used in the high-strength mix design met the required specifications and exhibited favorable characteristics in terms of particle size distribution, percentages of fractured faces and flat and elongated particles, unit weight, specific gravity, and absorption. For the 1.0% mix design, the proportions were 1,407 kg of fine aggregate, 1,589 kg of coarse aggregate, 0.431 kg of water, and 10 grams of ZRR Plast-971 additive. At 28 days, the average strength of the control sample was 359 kg/cm² (90% of the expected strength). For the 1.0% additive content, the obtained strength was 446 kg/cm² (112% of the design strength), and for the 2.0% additive content, the average strength obtained was 476 kg/cm² (119% of the design strength). It was concluded that the incorporation of additives in appropriate proportions is an effective strategy to significantly improve the strength of concrete. This is a valuable contribution to civil engineering, as it provides field experts with precise guidance for designing and manufacturing resilient pavements capable of withstanding heavy loads.

Keywords: Mix design, high-strength concrete, heavy traffic.

I.- INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos en el campo de la ingeniería, especialmente en la Ingeniería Civil, es la búsqueda de nuevas propuestas técnicas a través de la investigación. Estas propuestas no solo deben ser alternativas técnicamente más económicas, sino también viables y adecuadas considerando el tipo y las características específicas de las obras a construir.

La razón detrás de este enfoque radica en la experiencia de presenciar el colapso y deterioro prematuro de obras, lo cual conlleva a enormes daños económicos. Por lo tanto, es fundamental que estas nuevas alternativas tecnológicas se planteen inicialmente como inquietudes en temas de investigación, sirviendo como referencias para un análisis y evaluación más exhaustivos por parte de entidades o empresas especializadas en el diseño y construcción de obras civiles. Al adoptar estas alternativas, no solo se lograrían obras de mayor durabilidad, sino que también se garantizaría su vida útil proyectada, reduciendo así los costos de inversión futuros tanto en la ejecución como en el mantenimiento de obras públicas y privadas. (Murillo et al., 2020)

En el ámbito internacional en Nigeria de acuerdo a Ede (2020). se ha evidenciado un preocupante deterioro del sistema de transporte, a nivel de carreteras y puentes. Durante los últimos diez años, se han registrado numerosos casos de colapso de puentes en el país. El problema de mantenimiento afecta tanto a las comunidades rurales como a las urbanas, las áreas rurales a menudo enfrentan más negligencia por parte del gobierno, dejando que la infraestructura existente se deteriore. Es especialmente evidente en el caso de los puentes en Nigeria, donde muchos puentes en las zonas rurales se han dejado en estado de deterioro, lo que ha resultado en colapsos parciales y completos.

De acuerdo Al Banco Mundial. en Nicaragua existen problemas en la red vial, debido a la deficiencia e insuficiencia de las carreteras, lo cual limita la movilidad, aumenta los costos de transporte, causa pérdidas de productividad y restringe

las oportunidades económicas, especialmente para la población rural y los sectores más pobres. A pesar de los avances significativos logrados en proyectos anteriores, como la rehabilitación y el mantenimiento de carreteras, y la mejora de la infraestructura de carreteras rurales, el deterioro gradual de los activos viales no ha sido evitado. Aunque se han implementado características sólidas de diseño y se ha fortalecido la capacidad de planificación y toma de decisiones basadas en datos, aún persisten deficiencias en el diseño y la preparación de proyectos, lo que ha afectado la ejecución de algunas actividades de asistencia técnica.

A nivel nacional, se utiliza indiscriminadamente tres tipos de pavimentos: flexible, rígido y semirrígido. Sin embargo, es importante considerar el parámetro de intensidad media diaria de tráfico al momento de diseñar una vía. En este sentido, es necesario plantear pavimentos reforzados o mejorados, especialmente para el tráfico pesado. Una vez que las vías son pavimentadas, no solo aumenta la intensidad del tráfico, sino también el paso de vehículos de mayor tonelaje.

Un ejemplo que ilustrativo de esta problemática fue incidente de hundimiento de Carretera. En la región San Martín, específicamente en el tramo de un kilómetro de la carretera Fernando Belaúnde Terry, se produjo dicho hundimiento debido a las intensas lluvias. Esta situación generó que desde esta madrugada los vehículos de transporte público y carga pesada quedaran varados en la zona afectada, ubicada en el kilómetro 835 cerca de Santa Rosa de la Cumbre (Anteparra, 2019). Es posible que el diseño de drenaje y la capacidad de la carretera para soportar grandes volúmenes de agua no hayan sido adecuadamente considerados. Las lluvias intensas han provocado el debilitamiento del suelo y su posterior hundimiento, lo que ha generado la interrupción del tráfico vehicular y la imposibilidad de circular tanto para vehículos de transporte público como para cargas pesadas.

En el ámbito local en Piura de acuerdo a Perú vías (2022), el decano del Colegio de Ingenieros de Piura, Hermer Alzamora, expresó su preocupación por el deterioro de la vía de evitamiento de la avenida Grau en Villa Hermosa, frente a

Villa Monterrico, en el distrito de Veintiséis de Octubre. Esta obra, que fue entregada el año 2019, ya presenta signos de deterioro a pesar de la inversión de 18.15 millones de soles.

Durante el año 2023, según informes periodísticos de INFOBAE, se reportaron diversos problemas en las carreteras de la zona debido a las intensas precipitaciones. Un ejemplo de ello ocurrió en la Carretera Las Lomas Suyo, donde se registró un hundimiento de la vía. Este incidente se atribuye tanto a las fuertes lluvias como a deficiencias en el drenaje y el diseño de la carretera.

La falta de un adecuado sistema de drenaje en la carretera pudo haber provocado la acumulación de agua, lo cual debilitó el suelo y eventualmente ocasionó el hundimiento. Además, se evidenció que el diseño de la carretera no fue capaz de soportar las condiciones climáticas extremas y la carga de tráfico, lo cual contribuyó al colapso de la vía.

Por otro lado, de acuerdo a la Asociación Mundial de la Carretera (2022) el transporte pesado es un factor importante a tener en cuenta debido que este afecta la infraestructura de las carreteras de diversas maneras. En primer lugar, la sobrecarga de los vehículos de transporte de mercancías tiene efectos negativos en los pavimentos. El peso adicional ejercido sobre el pavimento puede provocar daños como agrietamientos, deformaciones y disminución de la vida útil del pavimento. Esto se debe a factores como la distribución de la carga, el tipo de pavimento y su estado, entre otros.

Estos acontecimientos subrayan la importancia de contar con un diseño de carreteras que considere adecuadamente el drenaje y las condiciones climáticas de la zona. Un sistema de drenaje eficiente es esencial para garantizar que el agua de lluvia sea evacuada de manera adecuada y no cause daños en la estructura de la carretera. Asimismo, es fundamental que el diseño de la carretera sea capaz de resistir las condiciones climáticas adversas y la carga de tráfico a la que será sometida.

Por esa razón se planteó realizar la presente investigación, para evaluar y analizar criterios para obtener en laboratorio un diseño de mezcla para un concreto fC

de 400 Kg/cm², para el tránsito de tráfico pesado, y pueda ser tomada como una opción oportuna, eficaz y eficiente. Para ello se ha tomado como referencia que este tipo de concreto de alta resistencia podría ser utilizado en la vía Sullana –

Paita, en donde el incremento de tránsito vehicular ha ido incrementado en unidades vehiculares, sino que esta viene siendo utilizada, actualmente si bien es cierto en número reducido por vehículos de tráfico pesado, se puede observar que ello va incrementándose de manera paulatina, convirtiéndose la vía que une estas dos ciudades en una trampa mortal. “Un carril de la vía Sullana a Paita tiene ya varios meses inutilizado, cerca de Viviate, por la zona de “El Portón””, denunciaron a este medio los transportistas, que a diario hacen uso de esta vía (El Regional Piura, 2020).

¿Cuáles son las proporciones óptimas de los componentes de la mezcla de concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$) diseñada en laboratorio para satisfacer los requisitos de resistencia y durabilidad necesarios para el tránsito pesado en la ciudad de Sullana en el año 2022?

¿Cuál es la caracterización de los agregados para un diseño de mezcla de concreto de alta resistencia?

¿Cuáles son las cantidades de participación de cada agregado para lograr un concreto de alta resistencia?

¿Cómo comprobar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 400 \text{ Kg/cm}^2$?

El presente tema de investigación nos va permitir poner en práctica, las teorías impartidas por el personal docente de la Universidad durante nuestra formación como ingeniero civil, lo que nos ayudara ampliar nuestros conocimientos universitarios y profesionales; así como de motivación para que otros estudiantes se interesen en este tipo de temas y/o de tipo colateral al mismo.

El proyecto de tesis de diseñar una mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia para tráfico pesado ($f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$) en Sullana se justifica debido a la problemática existente en la falta de vías adecuadas. Esta propuesta busca mejorar la durabilidad y capacidad de carga de los pavimentos, lo que conllevaría beneficios

tanto en términos de seguridad vial como en la reducción de costos a largo plazo asociados con el mantenimiento y reparación frecuente de las vías. Asimismo, permitiría brindar a la población de Sullana una infraestructura vial de calidad que se adapte a las necesidades del tráfico pesado y contribuya al desarrollo económico y social de la región.

La justificación social de este proyecto yace en que busca beneficiar directamente a la población al proporcionarles vías de calidad que garanticen su funcionalidad a lo largo de su vida útil. Al diseñar una mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia para tráfico pesado ($f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$), se busca evitar el deterioro prematuro de las carreteras y proteger el parque automotriz de las ciudades. De manera que los ciudadanos podrán disfrutar de una infraestructura vial que no presente irregularidades, baches ni hundimientos, lo cual se traduce en un desplazamiento más seguro y cómodo. Además, el estado óptimo de las vías contribuye a reducir los tiempos de viaje y los inconvenientes causados por las condiciones deficientes de la carretera, mejorando así la eficiencia y productividad de las actividades diarias

Se justifica económicamente debido a que la reducción de los costos en la preparación del concreto de alta resistencia tiene un impacto positivo en la ejecución de proyectos de pavimentación. Al optimizar los recursos y reducir los gastos asociados, se logra una mayor eficiencia en el proceso constructivo y se maximiza el valor de la inversión. Esto implica que los fondos destinados a la construcción de pavimentos rígidos puedan ser utilizados de manera más efectiva, beneficiando tanto a las entidades encargadas de la infraestructura vial como a la sociedad en general. Además, el uso de un concreto de alta resistencia en pavimentos rígidos tiene ventajas económicas a largo plazo. Al ser más duradero y resistente, se reduce la necesidad de realizar reparaciones y mantenimiento frecuentes, lo cual implica un ahorro en los costos de mantenimiento a lo largo de la vida útil de la vía. Asimismo, la mejora en la capacidad de carga del pavimento permite un tránsito fluido y seguro de vehículos pesados, evitando daños adicionales y costos derivados de un mal estado de la vía.

En tal sentido la presente investigación se plantea como objetivo general: determinar en laboratorio, un diseño de mezcla de concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$), para uso en un pavimento para tráfico pesado.

Par ale logro de este objetivo se plantean como objetivos específicos: determinar las características de los agregados, que se van a emplear en el laboratorio para lograr el diseño de mezcla de alta resistencia. ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$). definir las cantidades de participación de cada agregado, que se utilizarán en laboratorio en el diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$) y verificar mediante el ensayo de la prueba de resistencia a la compresión, del diseño de mezcla del concreto obtenido en laboratorio de alta resistencia.

En tal sentido se plantean como hipótesis general que el diseño de mezcla que se preparará en laboratorio, corresponderá a un concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$), siendo factible su uso en pavimentos de tráfico pesado., y las hipótesis específicas serán que la características de los agregados a evaluar cumplirán con las condiciones que las normas técnicas exigen para un concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$), la dosificación de cada componente para un concreto de alta resistencia, quedara definida en el diseño de mezcla obtenido en el laboratorio y las muestra del diseño obtenido en laboratorio, cumplirá con la Resistencia a la compresión propuesta ($f'c = o > 400 \text{ Kg/ cm}^2$)

II.- MARCO TEÓRICO

Riquett (2018), en su tesis: *Concretos de alto desempeño: métodos de diseño y su implementación*. Planteo Evaluar los métodos de diseño del concreto de alto desempeño y su implementación; para lo cual se determinó sus componentes, y a través de los ensayos logro identificar las principales propiedades mecánicas y las características del concreto puesto en obra. Entre sus conclusiones, pudo determinar que el concreto de alto desempeño adquiere sus altas prestaciones mecánicas, no solo por el uso óptimo de los materiales comunes que los concretos convencionales en sus diseños utilizan (Cemento, arena, grava y agua), sino que en el presente estudio para su alto desempeño se le ha adicionado minerales como material para endurecer componentes de forma suplementaria, aditivos para capaces de aumentar positivamente las propiedades de un elemento, modificadores de fluidos, así como agregados obtenidos mediante el reciclado; además de proporcionarles un excelente curado, de mantener una relación de agua/ material cementante baja, de utilizar profesionales calificados y competentes, y de una mejor precisión en la distribución/proporción de los agregados de la mezcla en el diseño.

Chavarry (2018), realizo la tesis titulada: *Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén*. Planteo en su finalidad llevar a cabo un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) producido durante la preparación de un concreto de una fortaleza mayor a la común incorporándole fragmentos sobrantes del triturado de rocas de la cantera local. Al terminar la investigación, se determinó que las alteraciones adversas en el ecosistema es consecuencia en gran magnitud de la extracción de los agregados; mientras que durante la ejecución de la obra se originan efectos no agradables en el ambiente en la preparación del concreto con partículas granulares; pero entrambos casos se generan variadas cantidades de gases, ruidos y sobre todo polvo.

Quispe (2017), en su tesis para el título de ingeniera civil: *Aceleración de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en diferentes relaciones agua-cemento con empleo de agua en ebullición*, estableció como uno

de sus objetivos usando fluidos en ebullición para acelerar el proceso de resistencia a la compresión del concreto hidráulico en varios modelos de aguacemento, llegando a la conclusión de que la evolución de la resistencia si ocurre con la adición de tanques de curado acelerado. El depósito de curado veloz, además de realizar el secado rápido del concreto de manera productiva; ayuda a tener bajo control del temple del agua, y menora el gasto de energía, esto debido a que mantiene la temperatura del líquido de inicio a fin sin cambios incluso por 28 horas (en consecuencia al aislamiento térmico) y por ultimo contribuirá a obtener un curado adecuado de los tubos de concreto hidráulico, tanto por su repartición como por la colocación de las resistencias eléctricas, agregadas en el depósito de curado rápido.

Roldan y Vargas (2018), en su tesis para el título de ingeniería civil: *Diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando Sika Viscocrete sc-50 y GAIA*. Su fin se dirigía a obtener un diseño específico de mezcla de un concreto de resistencia elevada agregando Sika Viscocrete sc-50 y GAIA; se comprendió como conclusión que se aumentó en un 10% la resistencia a la compresión después de un curado de 28 días, por lo que se asumió que esta resistencia se seguiría incrementando hasta los 90 días, para un concreto de resistencia alta.

Jiménez (2019), en su investigación para optar su grado de ingeniería civil titulada: *Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la Ciudad de Castilla, Provincia Piura y departamento de Piura*; su finalidad era obtener una alternativa que ayude al medio ambiente para el control de las aguas de lluvia mediante un estudio del concreto permeable, como resultados se presentó que este concreto si era viable y posible para ser usada como alternativa sostenible ayudando a infiltrar diversos escurrimientos y así mismo cumpliría con la función de una superficie de rodadura, facilitando así el control de las aguas tanto en áreas urbanas como rurales, además de todo ello proporcionaría ventajas al medio ambiente y a la economía de la ciudad.

Ipanaque y Pedemonte (2021), realizo la tesis determinada: *Diseño de pavimentación con adoquines de concreto para el terminal de almacenamiento de*

contenedores de la planta logística Neptunia – Paíta. Se planteó como objetivo descubrir cómo es que un diseño con adoquines en los pavimentos incidiría en la duración y el progreso de los procesos de depósitos de la planta ya mencionada. En dicho estudio, se concluyó que existe una capa de relleno no controlada en la superficie que se basa en arena grava, densa, suelo con presencia leve de agua de tono café cristalino con diminutos gránulos subredondeados y cantos rodados de hasta 19 centímetros de dimensión, suelos duros, blancos y arenosos. y alto en carbonatos, estos componentes llegan a una hondura de 0,60 metros hasta al nivel del terreno natural compuesto por arena que presenta arcilla, recomendando ser retirados por ser materiales inadecuados. Resaltando que los materiales no sean adecuados, no porque estén ubicados en la parte superficial, sino por las características perjudiciales que estas reúnen, para ser utilizados en la capa estructural de un pavimento.

Palacios (2019), realizó la tesis titulada: *Análisis técnico-económico del suelocemento en pisos de viviendas de bajos recursos.* El objetivo es estudiar mezclas de suelo-cemento económica y técnicamente como una alternativa al material principal para plantas residenciales, lo que significa comprender la singularidad de la mezcla, como propiedades, desarrollo de edificios y sus costos financieros. A diferencia del hormigón simple habitual, tiene el potencial de convertirse en el material para la construcción de casas y apartamentos en el futuro. Se concluyó la necesidad de estimular el uso de las mezclas suelo-cemento a través de charlas y exposiciones técnicas para familias, personas y empresas que trabajan en la industria de la construcción; para dar a conocer sus procedimientos constructivos y tipos de materiales utilizados, para brindar las dosis necesarias para la obtención de las propiedades, fueron estudiados suelos cementos con propiedades similares, el 90% de la población aceptó esta mezcla y otorgó una opinión aceptable sobre esta mezcla, dada su durabilidad y resistencia garantizada. Además, al usar mezclas de suelo y cemento, reducimos los costos de inversión al no fomentar el desarrollo de canteras 123 y al usar el mismo material de suelo extraído de terrenos cortados o canteras cercanas.

Con el fin de obtener una comprensión más profunda de la investigación, se proporciona a continuación el marco teórico.

Según Solís, Moreno y Arjona (2012) muestran que el concreto es una piedra artificial que está sujeta a fuerzas internas para equilibrar las cargas y otros efectos no deseados a los que está expuesto el edificio durante su vida útil. Este concreto también está sujeto a influencias ambientales que pueden causar deterioro físico y/o químico en comparación con la resistencia mecánica teórica, lo que da en efecto una vida útil más corta. Dado que el hormigón es un material compuesto, sus propiedades están determinadas principalmente por la calidad de sus componentes, incluidas las propiedades fisicoquímicas de la lechada y las partículas de roca que componen el material.

El concreto de alta resistencia según Aizpurua, Moreno y Caballero (2018) nos dicen que es uno de los progresos más notorios en la industria de la construcción por sus muchas virtudes, pero entre sus desventajas también tiene características adversas como la fragilidad. Además, evalúan el resultado variado de agregar cenizas de ingredientes orgánicos con caucho al hormigón de alta resistencia para mejorar sus propiedades.

Los materiales utilizados para obtener este tipo de concreto son los mismos que se usan en la elaboración del concreto común, aunque se deberá tener un mejor cuidado al momento de seleccionarlos. (Suarez, 2013, p. 15)

Cemento. El material más importante y que ayudo a popularizar la utilización del concreto como parte de las construcciones. Cuando se abandonó el cemento romano, no fue hasta 1824 que Joseph Aspdin patentó el cemento moderno (conocido como cemento Portland), un material obtenido de la calcinación a alta temperatura de calizas arcillosas. (Cesar, 2010, p.19)

Grava. Es producción de hormigón, contribuye a tener una mayor resistencia final a la mezcla. Por ello, y dado que representan del 65% al 85% de volumen total del hormigón, es necesario conocer cada una de sus propiedades para seleccionar las de mayor calidad.

Arena. Debe encontrarse graduada en su totalidad, con menor volumen de material plástico fino y con un módulo de finura bajo control cerca de 3.00.
(Suarez, 2013)

Agua. El agua cubre gran parte del planeta para ser más específicos el 70 %; por ejemplo, en ríos, cuencas, océanos y hasta en el suelo. (Fernández, 2012)

Mezcla. Se realiza de manera general, o sea no será para cada mezcla distinta (convencional/ alta resistencia), ya que tanto una como la otra pueden alcanzar resistencias de 3000 psi, por lo que podríamos concluir que no habría punto de comparación. (abril, Ramos, 2017, p.44)

Los concretos de alta resistencia poseen una que otra característica y propiedad diferente a las que los concretos de menor resistencia tienen. Los cambios internos obtenidos de las cargas y también de las diversas situaciones que genere el medio ambiente los hará diferentes. (Morataya, 2005, p. 33)

Orozco, Avila, Restrepo, Parody (2018) Nos dicen que el concreto es el componente de construcción más empleado a nivel global, comprometiendo a diversos profesionales académicos, de campo, laboratorio, transporte o aplicación, lo que puede generar grandes errores que resulten en una mala calidad del concreto

Palacios, Morales, Moran, Moreira, Ordoñez (2020) Nos dicen que el tipo de concreto es una opinión expresada en la historia, el tipo de concreto ha sido utilizado en el ser humano por muchos años y puede desarrollarse a nivel micro o macro, su origen recién comienza con elementos como el agua, el cemento y los agregados. Creando una masa sólida que rápidamente puede acoplarse a su uso.

La solidez del concreto es definida como el trabajo mayor que consigue tolerar el material sin fracturarse, y ya que el hormigón está diseñado ante todo para soportar esfuerzos de compresión, es una medida de su resistencia a dichas cargas, sirviendo como indicador de su calidad. (Rivva, 2003)

Las propiedades del hormigón dependen de si es hormigón fresco o endurecido y se determina mediante ensayos.

En un hormigón fresco se puede examinar los cambios en la relación aguacemento y muestras cilíndricas, que luego se somete a la verificación de compresión.

El hormigón endurecido es útil para ejecutar la prueba de la firmeza a la compresión que determina la resistencia relativa al hormigón dócil, lo que permite manipular la mezcla y colocarla en el encofrado. Para que el concreto tenga la trabajabilidad requerida, debe tener un asentamiento y registro adecuado.

Para el hormigón endurecido, determina la resistencia del hormigón, que se muestrea después de que el hormigón ha endurecido, por lo que adquirieron un cierto nivel de resistencia.

Las pruebas de concreto son el primer paso en el desarrollo de edificios y establecerán el estándar para la calidad y durabilidad de las estructuras construidas con el material. Dada la importancia adecuada, se pueden tomar decisiones para optimizar el rendimiento y ejecutar bien el proceso de construcción. Para las pruebas de resistencia, hay aspectos importantes que se deben evitar para efectuar un procedimiento conveniente. Entre ellos, se recalca que se debe considerar el tamaño máximo del árido a la hora de seleccionar el molde a fabricar, no dejar productos cóncavos, mal enraizados o calcados, no golpear la probeta durante el proceso de pelado, haciendo ineficiente el proceso de curado, la muestra de control Manipulación inadecuada. Entre otras cosas, estos son los aspectos que marcan la desigualdad entre un justo artículo y uno malo

Pavimento

Como todo, los pavimentos vienen en distintas versiones pensadas para brindar la mejor experiencia al usuario, para adaptarse al entorno o para reducir costes, en cualquier caso, los tipos de pavimentos que mencionaremos a continuación son los cuatro más comunes importantes y conocidos:

Pavimento flexible es de los tipos más caros no solamente en términos de construcción sino además en términos de mantenimiento. Se denomina pavimento flexible porque es dúctil o elástico y consta de una base granular y

capas moldeables y se utiliza en carreteras, estacionamientos y otros lugares donde existe un flujo vehicular constante.

Pavimento asfáltico, es uno de los pavimentos más nombrado en muchos países, uno de los más alcanzable, consistente en pavimento asfáltico, ¿de qué manera? Se realizan normalmente sobre áridos minerales que serán revestidos posteriormente, estos pueden ser piedra triturada o grava, a esto se le denomina ligante asfáltico base.

Pavimento de concreto, es una de las aceras más famosas, pero la información no es muy clara. Este tipo son usualmente construidos en ciudades con un clima templado; conformado por losas con medidas que no sobrepasan los 6 metros, suelen ser simples o con refuerzos de acero, normalmente esta sobre un subbase de cemento y son utilizados en ubicaciones que presenta un tránsito vehicular ligero.

Pavimento rígido, losa de concreto simple o armado, que está encima de una sub-base o base. Debido a su característica con respecto a la elasticidad y rigidez, se llevará gran parte de las fuerzas que son ejercidas sobre ella, teniendo como consecuencia tensiones menores en la subrasante por la distribución adecuada de las fuerzas.

Tráfico pesado

El transporte es una necesidad básica en la sociedad, tanto para el ámbito económico como el ámbito social, además el transporte se hace con diferentes propósitos y a cualquier hora del día, así la variedad de usos económicos y sociales que nos permite la infraestructura vial y la constante presencia de usuarios son factores que pueden contribuir con el incremento de congestión.

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

La presente investigación será de tipo aplicada debido a que aborda el desarrollo de una mezcla de concreto especializada para soportar cargas pesadas en Sullana., el estudio está enfocado en soluciones prácticas y tangibles respecto a la mejora del concreto para pavimentaciones. En ese sentido la inclusión de características específicas, como la alta resistencia y la capacidad de soportar tránsito pesado, junto con un objetivo de rendimiento técnico, pone de relieve la intención de optimizar una tecnología existente.

El nivel de investigación se clasifica como descriptiva comparativa porque en este estudio se examinan, describen y evalúan dos o más conjuntos, variables o circunstancias con la finalidad de reconocer semejanzas y discrepancias entre ellos. Esta modalidad de investigación no se limita a detallar las propiedades de los elementos bajo análisis, sino que también lleva a cabo una comparación entre ellos para comprender de qué manera estos elementos se vinculan o se distinguen entre sí.

La investigación es descriptiva debido a que realiza un meticuloso análisis y registro de las características y atributos de las mezclas, considerando distintas proporciones de aditivos. Por otro lado, adquiere un carácter comparativo porque confronta y evalúa críticamente estas mezclas entre sí, aplicando un análisis sistemático para identificar cuál de ellas presenta las propiedades más favorables en términos de resistencia y adecuación para el tránsito pesado.

Diseño

Este proyecto siguió un diseño experimental, ya que se trata de una configuración concreta, un material elaborado a partir de partículas sobrantes de la descomposición de la roca, con propiedades similares a otros materiales como la micro sílice. Por tanto, el proyecto se enfoca en la investigación de los materiales silíceos, tomando como ejemplo la producción de concreto estructural de alta resistencia. (Guido Chavarry 2018).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia:

Definición conceptual:

Es un prototipo de concreto especial, de un superior comportamiento y distintos a los concretos convencionales, siendo una de sus determinantes propiedades y la que le provee una versatilidad única la alta resistencia a la compresión.

Definición operacional:

Implica la cuantificación y combinación óptima de componentes como cemento, agregados, agua y aditivos, con el fin de alcanzar un concreto con una resistencia a compresión específica de 400 kg/cm² (f'c). En este proceso se medirán y registrarán características específicas de los materiales involucrados, como la granulometría y la calidad de los agregados, las propiedades de los aditivos, y la consistencia de la pasta de cemento. Se utilizarán métodos estandarizados para evaluar estos parámetros. Las dimensiones en las que se operacionaliza la viable son los componentes del concreto y la mezcla del concreto

Variable dependiente: Resistencia a la compresión

Definición conceptual

Esta es la propiedad que posee el concreto para tolerar fuerzas según su unidad de área, expresada como tensión, usualmente en MPa, kg/cm², y la incidencia en libra por pulgada al cuadrado (psi).

Definición operacional

Se medirá en términos de esfuerzo, y está expresada en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2). En el contexto de esta investigación, se buscará alcanzar o superar una resistencia a la compresión de $400 \text{ kg}/\text{cm}^2$ (f_c).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Para determinar la población de estudio, se emplearon criterios de las normas ASTM C 39, ASTM C494 y ASTM C 31, que establecen el número mínimo de pruebas y los tipos de aditivos a considerar. Con base en estas normas, se recomienda realizar al menos 5 pruebas por cada tipo. Siguiendo esta directriz, se decidió preparar 6 especímenes de control para las pruebas de resistencia a los 7 días, otros 6 a los 14 días, y 6 más a los 28 días, sumando un total de 18 especímenes de control. Se siguió un enfoque similar para los especímenes con 1.0% de aditivo y para aquellos con 2.0% de aditivo. Esto resulta en una población total de 54 especímenes, que serán evaluados mediante pruebas de resistencia.

Muestra: La muestra empleada en este estudio es de tipo censal, ya que abarca la totalidad de la población de estudio, que consta de 54 especímenes. De estos, 18 son especímenes de control, 18 contienen un 1.0% de aditivo y los 18 restantes incluyen un 2.0% de aditivo. Al ser una muestra censal, se garantiza un análisis exhaustivo de todos los elementos de la población en cuestión.

Muestreo: el muestreo es no probabilístico debido a que se siguieron las directrices normativas, de las normas ASTM C 39, ASTM C494 y ASTM C 31 y no hubo ningún procedimiento probabilístico.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Este proyecto empleará una variedad de técnicas, enfocándose particularmente en ensayos de laboratorio, con el objetivo de desarrollar un diseño de mezcla de concreto óptimo. Mediante la aplicación de estas técnicas, se busca asegurar la obtención de resultados precisos y fiables. A continuación, se presenta de manera clara y concisa el procedimiento que se llevará a cabo en este estudio:

En ese sentido la técnica predominante fue la **observación directa**, lo que significa que los investigadores estuvieron físicamente presentes y realizaron un seguimiento cercano de los procedimientos y experimentos en el laboratorio. Durante la preparación de las mezclas de concreto, evaluaron de primera mano la calidad de los materiales, la incorporación de aditivos y el proceso de mezclado. También observaron el comportamiento de las mezclas durante las pruebas de resistencia a la compresión, atendiendo a factores como la textura, cohesión, y eventualmente, la fractura de los especímenes. La observación directa fue crucial para evaluar de manera precisa y detallada cómo las distintas variables afectan la resistencia del concreto, y para asegurar la fiabilidad y exactitud de los resultados obtenidos en el laboratorio. Además, permitió a los investigadores hacer ajustes en tiempo real y tomar decisiones informadas sobre la metodología y el proceso de diseño de la mezcla.

El instrumento fue la **ficha de registro estandarizada**, debido a que se utilizó para la recopilación de datos sistemáticos y precisos durante la experimentación en el laboratorio. Consta de campos predefinidos que permiten anotar de manera estructurada diversos parámetros y resultados obtenidos a lo largo del proceso de prueba de las mezclas de concreto, para garantizar que todos los datos relevantes sean recopilados de manera consistente, lo cual es fundamental para evaluar el comportamiento de las diferentes mezclas de concreto bajo estudio. Además, facilita el análisis de los datos y la comparación de resultados, permitiendo que las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación sean basadas en información fiable y sistemáticamente documentada.

3.5. Métodos de análisis de datos

Validez y Confiabilidad

La validez del instrumento se sustenta en la participación y orientación de expertos en la materia, cuya competencia y conocimiento en el campo aseguran que los elementos y procedimientos de la investigación sean pertinentes y adecuados. Sus rúbricas, plasmadas como parte del proceso, sirven como evidencia de su aval y respaldo al rigor y validez de la metodología empleada.

En cuanto a la confiabilidad del instrumento, esta se fundamenta en las rigurosas evaluaciones realizadas a los equipos de medición utilizados en los ensayos, específicamente en las pruebas granulométricas y de resistencia, que son cruciales para el diseño de mezcla. Para asegurar la precisión y fiabilidad de las mediciones, se realizaron calibraciones a los instrumentos. Se documentan y aportan los registros de estas calibraciones, especialmente en casos donde es imperativo garantizar la exactitud de los datos recopilados.

3.6. Procedimientos

El procedimiento fue el siguiente:

Primero, se realizó una cuidadosa selección de la cantera de donde se extrajeron los agregados necesarios para el diseño del concreto.

Segundo, se extrajeron los agregados fino y grueso de la cantera Sojo y se transportaron al laboratorio para llevar a cabo los respectivos estudios y ensayos.

Tercero, se procedió a dosificar de manera precisa los elementos del concreto, teniendo en cuenta las proporciones adecuadas.

Cuarto, se mezclaron los componentes en una mezcladora para obtener diferentes diseños de concreto.

Quinto, se llevó a cabo la prueba de asentamiento (slump test) para evaluar la trabajabilidad del concreto y se fabricaron las probetas necesarias para los ensayos.

Sexto, las probetas fueron colocadas en una piscina con agua para realizar el curado apropiado y posteriormente se realizaron pruebas de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días correspondientes.

Séptimo, se llevó a cabo el ensayo de compresión de las probetas.

Octavo, se obtuvieron los resultados de los ensayos de compresión.

Por último, la información obtenida fue utilizada para realizar comparaciones detalladas entre los diferentes diseños de concreto, con el objetivo de comprender a fondo el proceso de fraguado y la evolución de la resistencia del concreto a lo largo del tiempo, en relación con la cantidad de aditivo utilizada.

Se analizó minuciosamente cómo cada diseño de mezcla se comportó durante el proceso de fraguado, considerando variables como el tiempo de fraguado inicial, el tiempo de fraguado final y el desarrollo de la resistencia a medida que pasaba el tiempo. Se evaluaron las diferencias en el desarrollo de resistencia entre los distintos porcentajes de aditivo (0.0%, 1.0% y 2.0%) utilizados en los diferentes diseños de mezcla.

Estas comparaciones y análisis permitieron obtener una visión más completa y precisa sobre el comportamiento del concreto de alta resistencia en relación con la cantidad de aditivo empleado. Los resultados obtenidos brindan una base sólida para comprender y optimizar el proceso de diseño de mezclas de concreto para aplicaciones de tránsito pesado, y contribuyen al desarrollo de pautas y recomendaciones para la construcción de estructuras duraderas y seguras en la región de Sullana, además sirvieron para plantear conclusiones y recomendaciones en la investigación.

3.7. Aspectos éticos

El presente estudio es respetuoso de los derechos de propiedad intelectual por ende se ha realizado una correcta atribución de las ideas, imágenes, gráficos, tablas y otros materiales de terceros utilizados, en estricto cumplimiento de los principios de citación y reconocimiento de los respectivos autores. Estas

contribuciones externas han sido fundamentales como referencias y fuentes de aprendizaje que respaldan el desarrollo de nuestra investigación.

Durante todo el proceso de indagación, hemos seguido rigurosamente las normas y principios éticos que rigen los valores y las buenas prácticas en la investigación sugeridas por la Universidad Cesar Vallejo. Comprometiéndonos a llevar a cabo nuestro trabajo de manera transparente, honesta y académicamente sólida, respetando en todo momento los derechos de autor y evitando cualquier forma de plagio o apropiación indebida de ideas. Asimismo, hemos garantizado la confidencialidad de los datos personales de los participantes y hemos obtenido los permisos y consentimientos necesarios en cumplimiento de las regulaciones correspondientes.

Nuestro objetivo primordial se basa en el principio ético de beneficencia en tal sentido nuestro propósito es generar nuevo conocimiento e información de manera ética y responsable, contribuyendo al progreso de nuestro campo de estudio y al beneficio de la comunidad científica en general. Nos esforzamos por mantener un enfoque ético en todas nuestras acciones, respetando los estándares y lineamientos establecidos por la comunidad académica, y colaborando de forma constructiva para impulsar el avance y la calidad de la investigación.

IV. RESULTADOS

Resultados muchachos de ingeniería civil

De acuerdo al objetivo determinar en laboratorio, un diseño de mezcla de concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$), para uso en un pavimento para tráfico pesado.

De acuerdo al **objetivo específico 1**: determinar las características de los agregados, que se van a emplear en el laboratorio para lograr el diseño de mezcla de alta resistencia. ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$)

Tabla 1. Análisis granulométrico por tamizado

MTC E 107, E 204 - ASTM □ 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88								
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177.800				PESO TOTAL = 11,982.0 gr			
6°	152.400				PESO LAVADO = 11982.0 gr			
5"	127.000				PESO FINO = 520.0 gr			
4"	101.600				% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
3"	76.200					5233.0	5198.0	0.7%
2 1/2"	63.500				Ensayo Malla #200 P.S.Seco.		P.S.Lavado	200%
2"	50.800					11982.00	11982.00	0.00
1 1/2"	38.100				% Grava = 95.2 %			
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	%Arena = 4.8 %			
3/4"	19.050	822.0	6.9	6.9	% Fino = 0.0 %			
1/2"	12.700	5,420.0	45.2	52.1	MÓDULO DE FINURA = 6.71 %			
3/8"	9.525	2,010.0	16.8	68.9	EQUIV. DE ARENA = %			
#4	4.760	3,160.0	26.4	95.2	GRAVEDAD ESPECÍFICA:			
#8	2.360	520.0	4.8	100.0	P.E. Bulk (Base Seca) =		gr/cm ³	
# 10	2.000				P.E. Bulk (Base Saturada) =		gr/cm ³	
# 16	1.180				P.E. Aparente (Base Seca' =		gr/cm ³	
#30	0.600				Absorción =		%	
#40	0.420							
#50	0.300				OBSERVACIONES:			
#80	0.180							
#100	0.150							
#200	0.075							
<#200	FONDO							
FINO		520.0						
TOTAL		11,982.0						

Nota: La tabla 1 muestra los resultados del análisis granulométrico por tamizado de una muestra de grava chancada $\frac{3}{4}$ " de la Cantera María José del Norte de acuerdo con los estándares MTC E 107, E 204, ASTM ϕ 422, AASHTO T-11, T27 y T-88.

Se observa que peso total de la muestra es de 11,982.0 gr, y se ha lavado la muestra para separar las partículas finas del suelo. El peso lavado de la muestra es el mismo que el peso total. El peso fino de la muestra es de 520.0 gr, lo que representa el 4.3% del peso total de la muestra. El análisis se realizó utilizando tamices de diferentes aberturas, desde el tamiz de 7" (177.800 mm) hasta el tamiz #200 (0.075 mm). El porcentaje de grava en la muestra es del 95.2%, mientras que el porcentaje de arena es del 4.8%; la humedad de la muestra en peso húmedo es del 0.7% y El módulo de finura de la muestra es de 6.71.

Figura 1, Curva granulométrica

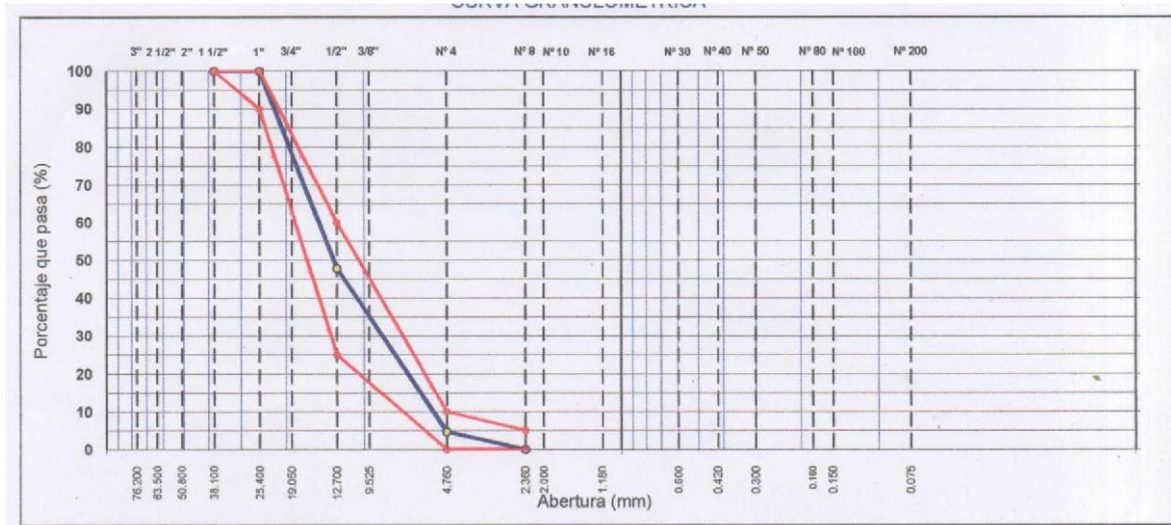


Tabla 2. Material fino que pasa el tamiz 200 (Norma MTC E 214)

	MUESTRA	Promedio
Peso Original de la Muestra Seca	956.50	
Peso de la Muestra Seca Después de Lavada	949.20	
Diferencia	7.30	

% del Material Fino que Pasa el Tamiz N 200	0.76	
---	------	--

Nota: La tabla 2, indica que la muestra de grava chancada ¾" extraída de la Cantera María José del Norte contiene una pequeña cantidad de material fino que pasa el tamiz N°200, con un porcentaje del 0.76%. El análisis ha permitido separar y cuantificar estas partículas finas a partir del peso original de la muestra seca y del peso de la muestra después de lavada.

Tabla 3. Porcentaje de caras fracturadas en los agregados (MTC E 210 – ASMT D 5821)

OBRA	"Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (Fe 400 kg/cm ²) SULLANA - PIURA"	N° REGISTRO	GRCH_01
TRAMO	.	TÉCNICO	G.M-C
MATERIAL	CONCRETO		
CALICATA	-	FECHA	1/10/2022
MUESTRA	Grava chancada 3/4"	HECHO POR	J.O.C
PROFUND.	-	DEL KM	-
CANTERA	María José del Norte	AL KM	-
SOLICITA		CARRIL	-

Tabla 4. Con una o más caras fracturadas (MTC E 210-ASTMD 5821)

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	1 CARA FRACTURADA (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	% POR MALLAS D (%)	(E) = (C)*D* (%)	(E)/ (D)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"	0.0					
3/4"	1/2"	822.0	652.3	79.4	37.2	2952.0	
1/2"	3/8"	5420.0	5083.0	93.8	15.4	1444.2	
TOTAL		6242.0	5735.3		52.6	4396.3	83.6

Nota: La tabla 4 muestra que no se encontraron caras fracturadas en los agregados de tamaño 1 1/2" y 1", y que el porcentaje de caras fracturadas en el agregado de tamaño 3/4" es del 79.4%. En cuanto al agregado de tamaño 1/2", el porcentaje de caras fracturadas es del 93.8%. Las caras fracturadas son indicadores de la resistencia del agregado a la abrasión y a los esfuerzos cíclicos, y pueden ser un indicio de la calidad del material. De manera que al tener la

muestra un alto porcentaje de caras fracturadas indicaría que se trata de un agregado que debe ser observado, debido a que la presencia de caras fracturadas puede afectar la adherencia entre el agregado y la pasta de cemento, lo que puede debilitar la resistencia mecánica del concreto; así mismo puede aumentar la porosidad del concreto y reducir su durabilidad y resistencia a la intemperie.

Tabla 5. Con dos o más caras fracturadas (MTC E 210-ASTMD 5821)

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	2 CARAS FRACTURADAS (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)	(E)/(D)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	822.0	512.2	62.3	37.2	2318.0	
1/2"	3/8"	5420.0	4155.0	76.7	15.4	1180.6	
TOTAL		6242.0	4667.2		52.6	3498.6	66.5

Nota: En la tabla 5, el análisis indica que los agregados de tamaño 1 1/2" y 1" no tienen caras fracturadas con dos o más fracturas. El porcentaje de caras fracturadas en los agregados de tamaño 3/4" y 1/2" es del 62.3% y del 76.7%, respectivamente. Es recomendable que los porcentajes de caras fracturadas en los agregados sean bajos para garantizar un concreto de mayor calidad y durabilidad. En este caso, se observa que el porcentaje de caras dos o más fracturadas es relativamente alto en los agregados de tamaño 3/4" y 1/2".

Tabla 6. Partículas chatas y alargadas (ASTM D 693)

TAMIZ	Peso por mallas (A) (gr)	Peso chatas y alargadas (B) (gr)	Porcentaje (C)=(B)/(A)*100 (%)	Gradación Original (D) (%)	Corrección (E)=(C)*(D) (%)	(E)/(D) (%)
1 1/2"-1"						
1" - 3/4"						
3/4" - 1/2"	822	48.2	5.9	37.2	218.1	
1/2" - 3/8"	5420	38.2	0.7	15.4	10.9	

Peso Total (gr.)	6242	86.4		52.6	229.0	4.4
------------------	------	------	--	------	-------	-----

Nota: En la table 6, se observa que el porcentaje de partículas chatas y alargadas en los agregados de tamaño 3/4"-1/2" y 1/2"-3/8" es del 5.9% y del 0.7%, respectivamente. Para asegurar la calidad y durabilidad del concreto producido, se sugiere que el contenido de partículas chatas y alargadas en los agregados sea bajo. En el análisis, se observa que los porcentajes de partículas chatas y alargadas son relativamente bajos en los tamaños de agregado evaluados, lo que significa que el agregado cumple en este aspecto.

Peso unitario del agregado grueso

Tabla 7. Agregado grueso: peso unitario suelto (MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19)

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	17222	16922	16701	
Peso del recipiente	(gr)	8510	8510	8510	
Peso de la muestra	(gr)	8712	8412	8191	
Volumen	(cm ³)	5699	5699	5699	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1529	1476	1437	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1481			

Nota: en a tabla 7 se observa que El promedio del peso unitario suelto (del agregado grueso) obtenido en los cuatro ensayos fue de 1481 kg/m³, lo que indica que el agregado evaluado tiene una densidad relativamente baja. Este resultado es importante en la determinación de la cantidad de material necesaria en la mezcla de concreto, ya que un agregado con mayor densidad requerirá menos volumen de espacio libre, lo que a su vez afectará la cantidad de agua y cemento necesarios para la mezcla.

Tabla 8. Agregado grueso: peso unitario varillado (MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19)

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	17302	17211	17345	
Peso del recipiente	(gr)	8510	8510	8510	
Peso de la muestra	(gr)	8792	8701	8835	
Volumen	(cm ³)	5699	5699	5699	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1543	1527	1550	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1540			

Nota: En la tabla 8, Los resultados indican que el peso unitario compactado promedio del agregado grueso es de 1540 kg/m³. Esto significa que el agregado grueso es más denso después de ser compactado, lo que puede influir en la cantidad de material necesario para la mezcla de concreto y en las propiedades del concreto final.

En la tabla 7 y 8, se muestra que el peso unitario suelto del agregado grueso es de 1481 kg/m³, mientras que el peso unitario compactado promedio es de 1540 kg/m³. Esta diferencia sugiere que el agregado grueso tiene una buena capacidad de compactación, lo que significa que se requiere menos volumen de agregado en la mezcla de concreto una vez que se compacta. Además, la diferencia entre el peso unitario suelto y compactado es del 4%, lo que indica una alta densidad relativa del agregado grueso. Estos resultados indican que el agregado grueso tiene características favorables para la producción de una mezcla de concreto de alta calidad y resistencia.

Tabla 9. Peso específico y absorción del agregado grueso ((NORMA AASHTO T-84, T-85)

Peso específico y absorción				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1167.3	1169.8	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	745.0	740.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	422.3	429.8	
D	Peso material seco en estufa (105°C) (gr)	1157.6	1160.1	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	412.6	420.1	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.741	2.699	2.720
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.764	2.722	2.743
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.806	2.761	2.784
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.838	0.836	0.84

Nota: En la tabla 9, se observa que el peso específico bulk (base seca) tiene un promedio de 2.720 kg/m³, mientras que el peso específico bulk (base saturada) tiene un promedio de 2.743 kg/m³, lo que indica que el agregado grueso tiene una mayor densidad cuando está saturado. Además, el peso específico aparente (base seca) tiene un promedio de 2.784 kg/m³, lo que indica que el agregado grueso tiene una alta capacidad de llenado de vacíos. Por otro lado, el porcentaje de absorción del agregado grueso es relativamente bajo, con un promedio del 0.84%, lo que indica que el agregado tiene una baja capacidad de absorción de agua. En general, estos resultados sugieren que el agregado grueso utilizado en la mezcla de concreto tiene una buena calidad y una alta densidad, lo que puede contribuir a la resistencia y durabilidad del concreto.

Análisis granulométrico arena cantera Pampa Larga

Tabla 10. Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

TAM IZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177.800						PESO TOTAL = 823.3 gr			
6"	152.400						PESO LAVADO = 805.2 gr			
5"	127.000						PESO FINO = 794.5 gr			
4"	101.600						% HUMEDAD	P.S. H.	P.S. S	% Humedad
3"	76.200							530.1	523.6	1.2%
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200 P.S.Lavado 200%			
2"	50.800						823.3	805.2	2.20	
1 1/2"	38.100						% Grava = 3.5 %			
1"	25.400						% Arena = 94.3 %			
3/4"	19.050						% Fino = 2.2 %			
1/2"	12.700						MÓDULO DE FINURA = 2.94 %			
3/8"	9.525				100.0	100	EQUIV. DE ARENA = 78.0 %			
#4	4.760	28.8	3.5	3.5	96.5	95-100	GRAVEDAD ESPECÍFICA:			
#8	2.360	119.5	14.5	18.0	82.0	80-100	P.E. Bulk (Base Seca) = gr/cm ³			
#10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada) = gr/cm ³			
#16	1.180	165.5	20.1	38.1	61.9	50-85	P.E. Aparente (Base Seca) = gr/cm ³			
#30	0.600	190.2	23.1	61.2	38.8	25-60	Absorción = %			
#40	0.420									
#50	0.300	165.5	20.1	81.3	18.7	10-30	OBSERVACIONES:			
#80	0.180									
#100	0.150	90.2	11.0	92.3	7.7	2-10				
#200	0.075	45.5	5.5	97.8	2.2	0-5				
<#200	FON EX)	18.1	2.2	100.0						
FIN O		794.5								
TOT AL		823.3								

Nota: la tabla 10 muestra que el tamaño máximo del agregado es de 1 ½" (38.1 mm), lo que sugiere que cumple con los requisitos de granulometría. El alto porcentaje de arena (94.3%) indica que el agregado grueso tiene una gran proporción de partículas de tamaño medio. Los porcentajes de grava y fino son 3.5% y 2.2%, respectivamente. Además, el módulo de finura del agregado es de 2.94, lo que indica que la distribución de tamaño de partículas del agregado es cercana a la ideal para la mezcla de concreto. Respecto a la densidad, el peso específico bulk (base seca) es de gr/cm³ y el peso específico bulk (base saturada) es de gr/cm³. El peso específico aparente (base seca) es de gr/cm³. El porcentaje de absorción del agregado es de solo el 0.84%, lo que sugiere que tiene una baja capacidad de absorción de agua. En resumen, estos resultados indican que el agregado utilizado en la mezcla de concreto cumple con las especificaciones establecidas y posee una alta calidad.

Figura 2. Curva granulométrica arena

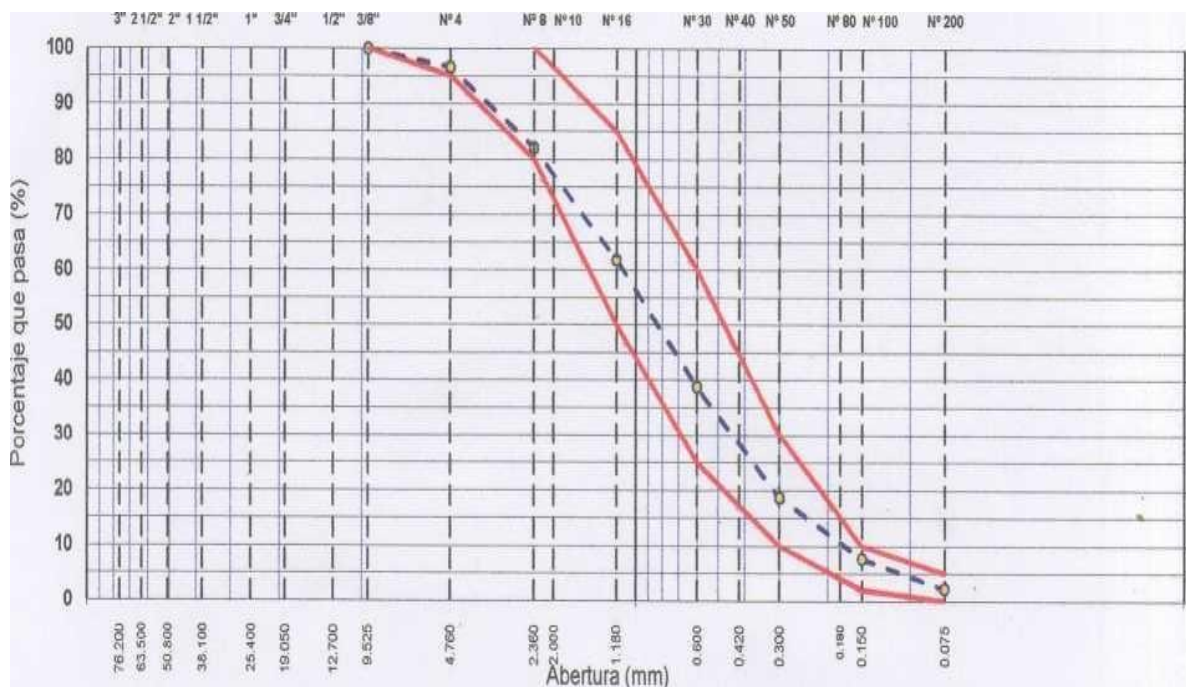


Tabla 11. Control de ensayo muestra de arena que pasa por el tamiz (N 200) (NORMA MTCE214)

	MUESTRA		Promedio
Peso Original de la Muestra Seca	775.50		
Peso de la Muestra Seca Después de Lavada	755.20		
Diferencia	20.30		
% del Material Fino que Pasa el Tamiz N 200	2.62		

Nota : En la tabla 11 se presenta el control de ensayo de la muestra de arena que pasa por el tamiz N 200, según la norma MTCE214. Se observa que el peso original de la muestra seca es de 775.50 gr, mientras que el peso de la muestra seca después de ser lavada es de 755.20 gr, lo que indica que la muestra contiene 20.30 gr de material fino que ha sido eliminado por el lavado. Además, el porcentaje de material fino que pasa por el tamiz N 200 es de 2.62%, lo que sugiere que la muestra de arena cumple con las especificaciones establecidas para su uso en la mezcla de concreto.

Tabla 12. Equivalente de arena (muestra de arena Natural) MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN			
	1	2	3	4
Hora de entrada a saturación	00:00	00:02	00:04	
Hora de salida de saturación (más 10')	00:10	00:12	00:14	
Hora de entrada a decantación	00:12	00:14	00:16	
Hora de salida de decantación (más 20')	00:32	00:34	00:36	
Altura máxima de material fino (cm)	4.40	4.50	4.50	
Altura máxima de la arena (cm)	3.40	3.50	3.40	
Equivalente de arena (%)	78	78	76	
Equivalente de arena promedio (%)	77.3			
Resultado equivalente de arena (%)	78			

Nota: En la tabla 12 se observa que se realizaron cuatro mediciones en diferentes momentos y en cada una de ellas se midió la altura máxima del material fino y de la arena después de la decantación. Luego se calculó el equivalente de arena para cada medición, obteniendo valores de 78%, 78% y 76%, respectivamente. El equivalente de arena promedio resultante de estas mediciones es de 77.3%. Se concluye que el equivalente de arena para la muestra de arena natural es del 78%, lo que indica que la arena tiene una buena calidad y puede ser utilizada en la mezcla de concreto sin afectar su resistencia y durabilidad.

Tabla 13. Contenido de humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)

Descripción	1
Peso de tara (gr)	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	662.2
Peso de la tara + muestra seca (gr)	650.7
Peso del agua contenida (gr)	11.5
Peso de la muestra seca (gr)	650.7
Contenido de Humedad (%)	1.8
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.8

Nota: En la tabla 13 se puede ver que el porcentaje de contenido de humedad de la muestra es del 1.8%. Para el análisis se midió el peso de la tara, el peso de la tara con la muestra húmeda y el peso de la tara con la muestra seca. Además, se encontró que el contenido de humedad promedio también fue del 1.8%, lo que sugiere que los resultados son consistentes. Este análisis es importante para determinar la cantidad de agua presente en el material y ajustar la cantidad de agua a agregar en la mezcla de concreto si es necesario.

Tabla 14. Agregado fino peso unitario suelto MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

AGREGADO FINO PESO UNITARIO SUELTO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	20105	20092	20081	
Peso del recipiente	(gr)	11574	11574	11574	
Peso de la muestra	(gr)	8531	8518	8507	
Volumen	(cm ³)	5415	5415	5415	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1575	1573	1571	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1573			

Nota: En la tabla 14 se muestra que el peso unitario suelto promedio del agregado fino es de 1573 kg/m³, obtenido a partir del peso de la muestra y el volumen del recipiente. Este valor indica que el agregado fino tiene una densidad baja en su estado suelto, lo que puede tener un impacto en la cantidad de agua que se debe agregar a la mezcla de concreto para lograr la consistencia adecuada.

Tabla 15. Agregado fino peso unitario varillado MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T19

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	20788	20688	20871	
Peso del recipiente	(gr)	11574	11574	11574	
Peso de la muestra	(gr)	9214	9114	9297	
Volumen	(cm ³)	5415	5415	5415	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1702	1683	1717	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1701			

Nota: En la tabla 15, se observa que el peso unitario compactado promedio del agregado fino es de 1701 kg/m³. Los resultados indican que el peso unitario compactado es mayor que el peso unitario suelto, lo que significa que se necesita

menos volumen de agregado fino en la mezcla de concreto una vez que se ha compactado.

Además, la diferencia entre el peso unitario suelto y compactado del agregado fino es de alrededor del 8%. Esta diferencia puede ser importante en la mezcla de concreto, ya que la densidad del agregado puede afectar la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla adecuada y la resistencia final del concreto. Por lo tanto, es importante tener en cuenta estas diferencias al seleccionar y dosificar los materiales de la mezcla de concreto.

Tabla 16. Gravedad específica (peso específico) y absorción de los agregados (NORMA AASHTO T-84, T-85)

A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	731.2	749.7		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1231.2	1249.7		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	1039.25	1057.95		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm ³)	191.9	191.8		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	495.0	495.3		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm ³)	186.9	187.07		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.579	2.583		2.581
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.605	2.607		2.606
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.648	2.648		2.648
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.01	0.95		0.98

Nota: En la tabla 16 se muestra que el agregado fino tiene un peso específico bulk (base seca) promedio de 2.581 kg/m³ y un peso específico bulk (base saturada) promedio de 2.606 kg/m³, indicando que la densidad del agregado fino aumenta cuando está saturado. Además, el peso específico aparente (base seca) promedio es de 2.648 kg/m³, lo que indica que el agregado fino tiene una capacidad alta de llenado de vacíos. Respecto a la absorción, el promedio del porcentaje de absorción del agregado fino es de 0.98%, sugiriendo una baja

capacidad de absorción de agua. En general, estos resultados indican que el agregado fino usado en la mezcla de concreto posee una alta densidad y buena calidad, lo que puede contribuir a mejorar la resistencia y durabilidad del concreto.

En resumen, las características de los agregados para el diseño de mezcla de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/cm}^2$) son:

Agregado Grueso (Grava Chancada $\frac{3}{4}$ " de la Cantera María José del Norte):

Peso total de la muestra: 11,982.0 gr

Peso lavado de la muestra: 11,982.0 gr

Peso fino de la muestra: 520.0 gr (4.3% del peso total)

Porcentaje de grava en la muestra: 95.2%

Porcentaje de arena en la muestra: 4.8%

Porcentaje de humedad de la muestra: 0.7%

Módulo de finura: 6.71

Porcentaje de caras fracturadas en el agregado de tamaño $\frac{3}{4}$ " : 79.4%

Porcentaje de caras fracturadas en el agregado de tamaño $\frac{1}{2}$ " : 93.8%

Porcentaje de partículas chatas y alargadas en el agregado de tamaño $\frac{3}{4}$ "- $\frac{1}{2}$ " : 5.9%

Porcentaje de partículas chatas y alargadas en el agregado de tamaño $\frac{1}{2}$ "- $\frac{3}{8}$ " : 0.7%

Peso específico bulk (base seca) del agregado grueso: 2.720 gr/cm³

Peso específico bulk (base saturada) del agregado grueso: 2.743 gr/cm³

Peso específico aparente (base seca) del agregado grueso: 2.784 gr/cm³

Porcentaje de absorción del agregado grueso: 0.84%

Agregado Fino (Arena Cantera Pampa Larga):

Peso fino de la muestra: 794.5 gr

Porcentaje de grava en la muestra: 3.5%

Porcentaje de arena en la muestra: 94.3%

Porcentaje de fino en la muestra: 2.2%

Módulo de finura: 2.94

Porcentaje de partículas chatas y alargadas en el agregado fino de tamaño 3/4"-1/2": 5.9%

Porcentaje de partículas chatas y alargadas en el agregado fino de tamaño 1/2"-3/8": 0.7%

Peso específico bulk (base seca) del agregado fino: 1,573 kg/m³

Peso específico compactado promedio (base seca) del agregado fino: 1,701 kg/m³

Porcentaje de absorción del agregado fino: 0.98%.

En ese sentido de acuerdo al objetivo se puede indicar:

Respecto a las características granulométricas; los agregados utilizados en el diseño de mezcla de alta resistencia cumplen con las especificaciones requeridas. Se observa una distribución adecuada de tamaños de partículas, con porcentajes de grava y arena dentro de los rangos deseados. El módulo de finura también se encuentra en un nivel apropiado, lo que indica una adecuada gradación del agregado.

Respecto a los porcentajes de caras fracturadas; los agregados presentan porcentajes de caras fracturadas dentro de los límites aceptables. Si bien el agregado de tamaño 3/4" muestra un porcentaje relativamente alto, se considera aceptable en el diseño de mezclas de alta resistencia. Sin embargo, es importante tener en cuenta este factor al evaluar la adherencia entre el agregado y la pasta de cemento, así como la resistencia mecánica del concreto resultante.

Respecto a las partículas chatas y alargadas; los agregados muestran porcentajes bajos de partículas chatas y alargadas, lo cual es favorable para la calidad y durabilidad del concreto. Estas partículas pueden afectar negativamente la trabajabilidad y la resistencia del concreto.

Respecto al peso unitario; tanto el agregado grueso como el fino presentan pesos unitarios sueltos y compactados adecuados. Estos valores influyen en la cantidad de agua necesaria para la mezcla y en las propiedades finales del concreto. Es importante considerar estas diferencias al dosificar los materiales y lograr una mezcla de concreto óptima.

Respecto a la gravedad específica y absorción; los agregados muestran una gravedad específica satisfactoria, tanto en estado suelto como saturado. Esto indica una densidad adecuada y una capacidad de llenado de vacíos favorable. Además, el porcentaje de absorción es bajo, lo que implica una baja capacidad de absorción de agua por parte de los agregados. Estas características son beneficiosas para la resistencia y durabilidad del concreto.

En tal sentido, **los agregados** empleados en el diseño de mezcla de alta resistencia cumplen con las especificaciones requeridas y presentan características favorables en términos de granulometría, porcentajes de caras fracturadas y partículas chatas y alargadas, peso unitario, gravedad específica y absorción. Estas características son fundamentales para garantizar la calidad, resistencia y durabilidad del concreto resultante. Como ingeniero civil, puedo afirmar que los agregados seleccionados son adecuados para lograr un diseño de mezcla de alta resistencia y cumplir con los estándares de calidad en la construcción.

Objetivo específico 2: Definir las cantidades de participación de cada agregado, que se utilizarán en laboratorio en el diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$)

Diseño de mezcla de concreto hidráulico $f'c 400 \text{ kg/cm}^2$

Elementos : Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (fe 400 kg/cm²) SULLANA- PIURA

Cemento : Pacasmayo Tipo MS.

Agregado fino : Cantera Pampa Larga

Agregado grueso : Huso 57 Cantera María José del Norte

Aditivo 1 : Z RR Plast-971

Agua : Potable

Aditivo 1 : Dosis 1.00% P. específico. 1.195 kg/lit

Verificar mediante el ensayo de la prueba de resistencia a la compresión, del diseño de mezcla del concreto obtenido en laboratorio de alta resistencia.

Tabla 17. Características de los agregados

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Específico kg/m ³	2606	2743	3160
Peso Unitario Suelto	1573	1481	1501
Peso Unitario Varillado	1701	1540	
Módulo de fineza	2.94		
% Humedad Natural	1.80	0.7	
% Absorción	0.98	0.84	
Tamaño Máximo Nominal		3/4"	

Fuente: El análisis granulométrico

Nota: En la tabla se puede observar que el peso específico del cemento es de 3160 kg/m³, mientras que el peso específico del agregado fino y grueso es de 2606 kg/m³ y 2743 kg/m³, respectivamente. Además, se puede ver que el peso unitario suelto del agregado fino es de 1573 kg/m³, y el peso unitario suelto del agregado grueso es de 1481 kg/m³. El peso unitario varillado del agregado grueso es de 1701 kg/m³. El módulo de fineza del agregado fino es de 2.94, mientras que el porcentaje de humedad natural es del 1.80% para el agregado fino y del 0.7% para el agregado grueso. El porcentaje de absorción del agregado fino es del 0.98% y del 0.84% para el agregado grueso. El tamaño máximo nominal de los agregados es de 3/4".

Tabla 18. Valores de diseño

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
235	0.44	534.1	2%

Nota: La Tabla 18, presenta los valores de diseño utilizados en la elaboración del concreto de alta resistencia ($f'c$ 400 kg/cm²). Se utilizó una relación aguacemento

(a/c) de 0.44 para lograr la resistencia deseada. La cantidad de agua utilizada fue de 235 litros, y se añadió un aditivo para aire atrapado en una proporción del 2%. El peso de cemento utilizado fue de 534.1 kg para una proporción adecuada con los agregados.

Tabla 19. Volúmenes absolutos m^3/m^3 de mezcla

Volúmenes absolutos m^3/m^3 de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregado
0.235	0.169	0	0.404	0.596
Relación agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			48%	52%

Nota: La tabla 19 muestra los volúmenes absolutos de los componentes de la mezcla de concreto. El volumen absoluto de agua es de 0.235 m^3/m^3 , mientras que el volumen absoluto de cemento es de 0.169 m^3/m^3 . El volumen absoluto de aire es de 0 m^3/m^3 y el volumen absoluto de pasta es de 0.404 m^3/m^3 . El volumen absoluto de agregado es de 0.596 m^3/m^3 , y se indica que la proporción entre el agregado fino y el agregado grueso en la mezcla es del 48% y 52%, respectivamente.

Tabla 20. Volumen absoluto de agregados

Agregado	%	Volumen	Peso específico
Fino	45%	0.286 m^3	745 kg/ m^3
Grueso	52%	0.310 m^3	850 kg/ m^3
Volumen absoluto de agregados			
0.596		m^3	

Nota: la tabla 20 muestra el volumen absoluto de agregados utilizado en el diseño de la mezcla de concreto, el cual es de 0.596 m^3 . Este valor se obtiene a partir de la suma de los volúmenes absolutos de agregado fino y agregado grueso.

Tabla 21, Pesos de los elementos kg/m³

	Secos	Corregidos
Cemento	534	534
Agr. fino	745	751
Agr. grueso	850	849
Agua	235.0	230
Aditivo: 1	5.34	6.38
Aditivo :2	0.00	0
Colada kg/m ³	2369	2371

Nota: Tabla 21 se observa que el peso del cemento es de 534 kg/m³, mientras que el peso del agregado fino es de 745 kg/m³ en estado seco y 751 kg/m³ corregido. El peso del agregado grueso es de 850 kg/m³ en estado seco y 849 kg/m³ corregido. El peso del agua es de 235.0 kg/m³ en estado seco y 230 kg/m³ corregido. El aditivo 1 tiene un peso de 5.34 kg/m³ en estado seco y 6.38 kg/m³ corregido. El peso total de la mezcla, también conocido como "colada", es de 2369 kg/m³ en peso seco y 2371 kg/m³ en peso corregido.

Tabla 22. Aporte de agua de los agregados lt

Ag. fino	-6.11
Ag. grueso	1.19
Agua libre	-4.92
Agua efectiva	230.1

Nota en la tabla se observa que el agregado fino aporta -6.11 litros, lo que indica que retiene parte del agua presente en la mezcla. El agregado grueso, por otro lado, aporta 1.19 litros de agua. La cantidad de agua libre es de -4.92 litros, lo que significa que hay una reducción en la cantidad de agua presente en la mezcla debido a la absorción de los agregados. El agua efectiva total es de 230.1 litros,

que corresponde a la cantidad de agua necesaria para la hidratación del cemento y para lograr una mezcla adecuada.

Tabla 23. Volúmenes aparentes con humedad natural de acopio

	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo -I	Aditivo II
					lt	lt
En m ³	0.356	0.478	0.573	230.1		
En pie ³	12.57	16.87	20.24	230.1		

Nota: en la tabla 23 se presentan los volúmenes aparentes de los diferentes componentes de la mezcla con sus respectivos valores en m³ y en pie³. El volumen aparente de cemento es de 0.356 m³ y su equivalente en pie³ es de 12.57. El volumen aparente de agregado fino es de 0.478 m³ y su equivalente en pie³ es de 16.87, mientras que el volumen aparente de agregado grueso es de 0.573 m³ y su equivalente en pie³ es de 20.24. Por último, el volumen aparente de agua es de 230.1 litros.

Tabla 24. Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio al 0.5%

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 (gr)	Aditivo 2 (gr)	Observaciones: Se utilizo Cemento Portland Tipo MS ADITIVO ZRR Plast-971
	1	1.407	1.589	0.431	5		
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie ³)	Ag. Grueso (pie ³)	Agua (*t)	Aditivo 1 (mi)	Aditivo 2 (mi)	
	1	1.3	1.6	18.3			

La tabla 24, se puede observar que por cada kilogramo de cemento recomendado para el diseño es 1.407 kg de agregado fino, 1.589 kg de agregado grueso, 0.431 kg de agua y 5 gramos de aditivo ZRR Plast-971.

Tabla 25. Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio al 1.0%

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 (gr)	Aditivo 2 (gr)	Observaciones: Se utilizo Cemento Portland Tipo MS ADITIVO ZRR Plast-971
	1	1.407	1.589	0.431	10		
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie ³)	Ag. Grueso (pie ³)	Agua (*t)	Aditivo 1 (mi)	Aditivo 2 (mi)	
	1	1.3	1.6	18.3			

La tabla 25 se puede observar que por cada kilogramo de cemento recomendado para el diseño es 1.407 kg de agregado fino, 1.589 kg de agregado grueso, 0.431 kg de agua y 10 gramos de aditivo ZRR Plast-971.

Tabla 26. Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio al 2.0%

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 (gr)	Aditivo 2 (gr)	Observaciones: Se utilizo Cemento Portland Tipo MS ADITIVO ZRR Plast-971
	1	1.407	1.589	0.431	20		
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie3)	Ag. Grueso (pie3)	Agua (*t)	Aditivo 1 (mi)	Aditivo 2 (mi)	
	1	1.3	1.6	18.3			

La tabla 26 se puede observar que por cada kilogramo de cemento recomendado para el diseño es 1.407 kg de agregado fino, 1.589 kg de agregado grueso, 0.431 kg de agua y 20 gramos de aditivo ZRR Plast-971.

El diseño de mezcla al 0.5% es el siguiente:

Por cada kilogramo de cemento utilizado (Cemento (kg) = 1), se utilizarán:

Agregado fino (Ag. Fino (kg)) = 1.407 kg.

Agregado grueso (Ag. Grueso (kg)) = 1.589 kg.

Agua (lt) = 0.431 lt.

Aditivo 1 (gr) = 5 gr.

El diseño de mezcla al 1.0% es el siguiente:

Por cada kilogramo de cemento utilizado (Cemento (kg) = 1), se utilizarán:

Agregado fino (Ag. Fino (kg)) = 1.407 kg.

Agregado grueso (Ag. Grueso (kg)) = 1.589 kg.

Agua (lt) = 0.431 lt.

Aditivo 1 (gr) = 10 gr.

Objetivo específico 3: Verificar mediante el ensayo de la prueba de resistencia a la compresión, del diseño de mezcla del concreto obtenido en laboratorio de alta resistencia.

Tabla 27. Roturas de 6 testigos a los 7 días al 0.0% (patrón) (ASTM C39, ASTM C42, NTC 673, ACI 318, NSR 10)

ELEMENTO: Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (fe 400 kg/cm ²) Sullana, Piura, 2022																
FECHA : octubre 2022																
Tipos de Rotura A = Cónica B = Cónica y Cizallada C = Bipartida D = Cizallada E = Columnar																
Prueba N°	Registro N°	Identificación	Estructura	Elemento	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 2 testigos %	Resistencia Esperada %
					Moldeo	Rotura										
1	1	Diseño f'c 400 kg/cm ² -Cemento	-	-	9-Oct	16-Oct	16113	10.04	78.60	205	6.5"	400	51	A		
2	2	Tipo Ms - Aditivo Z RR Plast-971	-	-											51	70
3	3	Diseño fe 400 kg/cm ² -Cemento	-	-	9-Oct	16-Oct	16592	10.09	79.77	208	6.5"	400	52	A		
4	4	Tipo Ms - Aditivo Z RR Plast-971	-	-											52	70
5	5	Diseño fe 400 kg/cm ² -Cemento			9-Oct	16-Oct	16393	10.06	79.58	206	6.5"	400	52	A		
6	6	Tipo Ms - Aditivo Z RR Plast-971													52	70
7	7															
8	8															

Nota: La tabla 27 presenta las pruebas de resistencia realizadas a los testigos patrón a los 7 días con un 0.0% de aditivo en un concreto de alta resistencia (f_c 400 kg/cm²), diseñado en laboratorio utilizando Cemento Tipo Ms y Aditivo Z RR Plast971. Las pruebas se llevaron a cabo en Sullana, Piura.

Prueba 1 y 2:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 16 de octubre

Lectura dial: 16113 kg

Diámetro testigo: 10.04 cm

Área testigo: 78.60 cm²

Resistencia testigo: 205 kg/cm²

Slump (pulg): 6.5"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 51.25%

Tipo de Rotura: A (Cónica)

Prueba 3 y 4:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 16 de octubre

Lectura dial: 16592 kg

Diámetro testigo: 10.09 cm

Área testigo: 79.77 cm²

Resistencia testigo: 208 kg/cm²

Slump (pulg): 6.5"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 52%

Tipo de Rotura: B (Cónica)

Prueba 5 y 6:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 16 de octubre

Lectura dial: 16393 kg

Diámetro testigo: 10.06 cm

Área testigo: 79.58 cm²

Resistencia testigo: 206 kg/cm²

Slump (pulg): 6.5"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 51.5%

Tipo de Rotura: A (Cónica)

De acuerdo con los resultados de la tabla 26, la resistencia alcanzada a los 7 días con un 0.0% de aditivo del patrón es considerablemente inferior al 70% de la resistencia esperada (resistencia promedio 52%). Esto indica que las condiciones de curado deben mejorarse para lograr una mayor resistencia del concreto. Obtener solo alrededor del 52% de la resistencia de diseño a los 7 días indica que se necesita un curado más prolongado o métodos adicionales de mejora de la resistencia.

Tabla 28. Roturas de 6 testigos a los 14 días al 0.0% (patrón) (C42, NTC 673, ACI 318, NSR 10)

ELEMENTO: Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (fe 400 kg/cm ²) Sullana, Piura, 2022																
FECHA : octubre 2022																
Tipos de Rotura A = Cónica B = Cónica y Cizallada C = Bipartida D = Cizallada E = Columnar																
Prueba N°	Registro N°	Identificación	Estructura	Elemento	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 2 testigos %	Resistencia Esperada %
					Moldeo	Rotura										
1	1	Diseño f'c 400 kg/cm ² -Cemento	-	-	9-Oct	23-Oct	22967	10.06	79,47	289	6.5"	400	72	A		
2	2	Tipo Ms - Aditivo Z RR Plast-971														
3	3	Diseño fe 400 kg/cm ² -Cemento	-	-	9-Oct	23-Oct	23408	10.12	80.44	291	6.5"	400	73	A		
4	4	Tipo Ms - Aditivo Z RR Plast-971														
5	5	Diseño fe 400 kg/cm ² -Cemento			9-Oct	23-Oct	23555	10.10	80.12	294	6.5"	400	74	A		
6	6	Tipo Ms - Aditivo Z RR Plast-971														
7	7															
8	8															

Nota: La tabla 28 presenta las pruebas de resistencia realizadas a los 14 días con un 0.0% de aditivo testigo patrón en un concreto de alta resistencia (fe 400 kg/cm²), diseñado en laboratorio utilizando Cemento Tipo Ms y Aditivo Z RR Plast-971. Las pruebas se llevaron a cabo en Sullana, Piura.

Para la prueba 1 y 2:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 23 de octubre

Lectura dial: 22967 kg

Diámetro testigo: 10.06 cm

Área testigo: 79.47 cm²

Resistencia testigo: 289 kg/cm²

Slump (pulg): 6.5"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 72.25%

Tipo de Rotura: A (Cónica)

Para la prueba 3 y 4:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 16 de octubre

Lectura dial (kg): 23408

Diámetro testigo: 10.12 cm

Área testigo: 80.44 cm²

Resistencia testigo: 291 kg/cm²

Slump (pulg): 6.5"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 72.75%

Tipo de Rotura: B (Cónica)

Para la prueba 5 y 6:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 23 de octubre

Lectura dial: 23555 kg

Diámetro testigo: 10.10 cm

Área testigo: 80.12 cm²

Resistencia testigo: 294 kg/cm²

Slump (pulg): 6.5"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 73 %

Tipo de Rotura: A (Cónica)

Los resultados de la tabla 28, indican que las resistencias de los testigos a los 14 días han aumentado en comparación con las pruebas a los 7 días. Las resistencias obtenidas oscilan entre 289 y 294 kg/cm², con porcentajes de resistencia obtenidos que varían entre el 72% y el 74% de la resistencia de diseño de 400 kg/cm². Es importante destacar que el promedio de las resistencias obtenidas en estas pruebas es del 73%, lo cual indica una mejora en la resistencia en comparación con las pruebas a los 7 días. Sin embargo, aún no se alcanza la resistencia esperada del 90% de la resistencia de diseño.

Para la prueba 1 y 2:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 6 de noviembre

Lectura dial: 28546 kg

Diámetro testigo: 10.09 cm

Área testigo: 79.96 cm²

Resistencia testigo: 439 kg/cm²

Slump (pulg): 6.5"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 89%

Tipo de Rotura: A (Cónica)

Para la prueba 3 y 4:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 6 de noviembre

Lectura dial (kg): 28808

Diámetro testigo: 10.08 cm

Área testigo: 79.80 cm²

Resistencia testigo: 361 kg/cm²

Slump (pulg): 6.5"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 90%

Tipo de Rotura: B (Cónica)

Para la prueba 5 y 6:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 6 de noviembre

Lectura dial: 28343 kg

Diámetro testigo: 10.04 cm

Área testigo: 79.17 cm²

Resistencia testigo: 358 kg/cm²

Slump (pulg): 6.5"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 112%

Tipo de Rotura: A (Cónica Cizallada)

En la tabla 29, se observa un aumento en las resistencias de los testigos patrón a los 28 días en comparación con las pruebas anteriores. Las resistencias obtenidas oscilan entre 357 y 361 kg/cm², con porcentajes de resistencia obtenidos que varían entre el 89% y el 90% de la resistencia de diseño de 400 kg/cm². Es importante destacar que el promedio de las resistencias obtenidas en estas pruebas es del 89.67%, lo cual indica una mejora adicional en la resistencia en comparación con las pruebas anteriores a los 7 y 14 días. Sin embargo, no se alcanzó la resistencia esperada del 100% de la resistencia de diseño.

Nota: La tabla 30, muestra las pruebas de resistencia realizadas a los 7 días al 1.0% de aditivo, de en un concreto de alta resistencia (fe 400 kg/cm²) diseñado en laboratorio, utilizando Cemento Tipo Ms y Aditivo Z RR Plast-971. Pruebas que se llevaron a cabo en Sullana, Piura.

Obteniéndose los siguientes resultados para la prueba 1 y 2:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 16 de octubre

Lectura dial: 24472 kg

Diámetro testigo: 10.06 cm

Área testigo: 79.5 cm²

Resistencia testigo: 308 kg/cm²

Slump (pulg): 6", Un slump de 6" (15.24 cm)

Resistencia Diseño: 400

% Resistencia Obtenido: 77%

Tipo de Rotura: A (Cónica)

Los siguientes resultados para la prueba 3 y 4

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 16 de octubre

Lectura dial (kg): 23889

Diámetro testigo: 10.12 cm

Área testigo: 80.4 cm²

Resistencia testigo: 297 kg/cm²

Slump (pulg): 6"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 74%

Tipo de Rotura: B (Cónica y Cizallada)

Los siguientes resultados para la prueba 5 y 6:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 16 de octubre

Lectura dial: 24177 kg

Diámetro testigo: 10.10 cm

Área testigo: 80.1 cm²

Resistencia testigo: 302 kg/cm²

Slump (pulg): 6"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 75%

Tipo de Rotura: A (Cónica)

De esta prueba se concluye que las resistencias testigo oscilaron entre 297 y 308 kg/cm², con porcentajes de resistencia obtenidos que variaron entre el 74% y el 77% de la resistencia de diseño 400 kg/cm². La resistencia promedio de las 6 pruebas fue de 306.67 kg/cm², lo que indica que lo que indica que la resistencia alcanzada a los 7 días al 1.0% es superior al 70% de la resistencia esperada. De manera que, aunque la resistencia promedio alcanzada es superior al 70% de la resistencia esperada, aún no se ha logrado alcanzar el 100% de la resistencia de diseño. Esto sugiere que hay margen para mejorar la mezcla de concreto y las condiciones de curado para alcanzar la resistencia deseada.

Nota: La Tabla 30 muestra las pruebas de resistencia realizadas a los 14 días al 1.0% de aditivo en un concreto de alta resistencia (fe 400 kg/cm²) diseñado en laboratorio, utilizando Cemento Tipo Ms y Aditivo Z RR Plast-971. Estas pruebas se llevaron a cabo en Sullana, Piura.

Los resultados obtenidos para las pruebas de resistencia a los 14 días son los siguientes:

Prueba 1 y 2:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 23 de octubre

Lectura dial: 30442 kg

Diámetro testigo: 10.06 cm

Área testigo: 79.5 cm²

Resistencia testigo: 383 kg/cm²

Slump (pulg): 6"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 96%

Tipo de Rotura: A (Cónica)

Prueba 3 y 4:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 23 de octubre

Lectura dial: 31761 kg

Diámetro testigo: 10.12 cm

Área testigo: 80.4 cm²

Resistencia testigo: 396 kg/cm²

Slump (pulg): 6"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 99%

Tipo de Rotura: B (Cónica y Cizallada)

Prueba 5 y 6:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 23 de octubre

Lectura dial: 31004 kg

Diámetro testigo: 10.10 cm

Área testigo: 80.1 cm²

Resistencia testigo: 387 kg/cm²

Slump (pulg): 6"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 97%

Tipo de Rotura: A (Cónica)

De estos resultados se puede concluir que las resistencias testigo oscilaron entre 383 y 396 kg/cm², con porcentajes de resistencia obtenidos que variaron entre el 96% y el 99% de la resistencia de diseño 400 kg/cm². La resistencia promedio de las 6 pruebas fue de 97%, lo que indica que la resistencia alcanzada a los 14 días al 10% es superior al 90% de la resistencia esperada. Esto sugiere que la resistencia del concreto ha mejorado significativamente en comparación con los resultados obtenidos a los 7 días al 1.0%. Sin embargo, aún hay margen para optimizar la mezcla de concreto y las condiciones de curado para alcanzar o superar el 100% de la resistencia de diseño deseada de 400 kg

Nota: La Tabla 32, muestra las pruebas de resistencia realizadas a los 28 días al 1.0% de aditivo en un concreto de alta resistencia ($f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$) diseñado en laboratorio, utilizando Cemento Tipo Ms y Aditivo Z RR Plast-971. Estas pruebas se llevaron a cabo en Sullana, Piura.

Los resultados obtenidos para las pruebas de resistencia a los 28 días son los siguientes:

Prueba 1 y 2:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 6 de noviembre

Lectura dial: 34884 kg

Diámetro testigo: 10.06 cm

Área testigo: 79.5 cm²

Resistencia testigo: 439 kg/cm²

Slump (pulg): 6"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 110%

Tipo de Rotura: A (Cónica)

Prueba 3 y 4:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 6 de noviembre

Lectura dial: 36198 kg

Diámetro testigo: 10.12 cm

Área testigo: 80.4 cm²

Resistencia testigo: 450 kg/cm²

Slump (pulg): 6"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 113% Tipo de

Rotura: B (Cónica y Cizallada)

Prueba 5 y 6:

Fecha de Moldeo: 9 de octubre

Fecha de Rotura: 6 de noviembre

Lectura dial: 35998 kg

Diámetro testigo: 10.10 cm

Área testigo: 80.1 cm²

Resistencia testigo: 449 kg/cm²

Slump (pulg): 6"

Resistencia Diseño: 400 kg/cm²

% Resistencia Obtenido: 112%

Tipo de Rotura: A (Cónica)

De estos resultados se puede concluir que las resistencias testigo oscilaron entre 439 y 450 kg/cm², con porcentajes de resistencia obtenidos que variaron entre el 110% y el 113% de la resistencia de diseño 400 kg/cm². La resistencia promedio de las 6 pruebas fue de 112%, lo que indica que la resistencia alcanzada a los 28 días al 10% ha superado el 100% de la resistencia esperada...

En la tabla se observa que:

De la prueba 1 y 2: Los testigos fueron moldeados el 9 de octubre y se rompieron el 16 de octubre. La lectura dial fue de 28655 kg, el diámetro del testigo fue de 9.97 cm y el área del testigo fue de 78.08 cm². La resistencia del testigo fue de 367 kg/cm². La resistencia de diseño fue de 400 kg/cm². Esto representa un porcentaje de resistencia obtenido del 92%. La rotura fue del tipo B (Cónica y Cizallada).

De la prueba 3 y 4: Los testigos fueron moldeados el 9 de octubre y se rompieron el 16 de octubre. La lectura dial fue de 28368 kg, el diámetro del testigo fue de 9.88 cm y el área del testigo fue de 76.67 cm². La resistencia del testigo fue de 370 kg/cm². La resistencia de diseño fue de 400 kg/cm². Esto representa un porcentaje de resistencia obtenido del 93%. La rotura fue del tipo B (Cónica y Cizallada).

De la prueba 5 y 6: Los testigos fueron moldeados el 9 de octubre y se rompieron el 16 de octubre. La lectura dial fue de 28108 kg, el diámetro del testigo fue de 9.99 cm y el área del testigo fue de 78.38 cm². La resistencia del testigo fue de 368 kg/cm². La resistencia de diseño fue de 400 kg/cm². Esto representa un porcentaje de resistencia obtenido del 92%. La rotura fue del tipo B (Cónica y Cizallada).

Las pruebas indican que las resistencias obtenidas a los 7 días con un 2.0% de aditivo oscilan entre 367 y 370 kg/cm². Estos valores representan porcentajes de resistencia obtenidos del 92% al 93% en comparación con la resistencia de diseño de 400 kg/cm². Las roturas fueron del tipo B (Cónica y Cizallada). Si bien los porcentajes de resistencia obtenidos están por debajo de la resistencia de diseño, es importante tener en cuenta que estos valores corresponden a un período de tiempo más temprano (7 días) y con un mayor porcentaje de aditivo. Es posible que el concreto aún esté en proceso de endurecimiento y desarrollo de resistencia.

En la tabla 34 se observa que:

De la prueba 1 y 2: Los testigos fueron moldeados el 9 de octubre y se rompieron el 16 de octubre. La lectura dial fue de 32111 kg, el diámetro del testigo fue de 9.89 cm y el área del testigo fue de 76.82 cm². La resistencia del testigo fue de 418 kg/cm². La resistencia de diseño fue de 400 kg/cm². Esto representa un porcentaje de resistencia obtenido del 105%. La rotura fue del tipo B (Cónica y Cizallada).

De la prueba 3 y 4: Los testigos fueron moldeados el 9 de octubre y se rompieron el 16 de octubre. La lectura dial fue de 32287 kg, el diámetro del testigo fue de 9.87 cm y el área del testigo fue de 76.51 cm². La resistencia del testigo fue de 422 kg/cm². La resistencia de diseño fue de 400 kg/cm². Esto representa un porcentaje de resistencia obtenido del 106%. La rotura fue del tipo B (Cónica y Cizallada).

De la prueba 5 y 6: Los testigos fueron moldeados el 9 de octubre y se rompieron el 16 de octubre. La lectura dial fue de 32201 kg, el diámetro del testigo fue de 9.88 cm y el área del testigo fue de 76.67 cm². La resistencia del testigo fue de 420 kg/cm². La resistencia de diseño fue de 400 kg/cm². Esto representa un porcentaje de resistencia obtenido del 105%. La rotura fue del tipo B (Cónica y Cizallada).

Los resultados de estas pruebas indican que las resistencias obtenidas a los 14 días con un 2.0% de aditivo oscilan entre 418 y 422 kg/cm². Estos valores representan porcentajes de resistencia obtenidos del 105% al 106% en comparación con la resistencia de diseño de 400 kg/cm². Las roturas fueron del tipo B (Cónica y Cizallada). Los porcentajes de resistencia obtenidos están por encima de la resistencia de diseño, lo que indica un buen desempeño del concreto en términos de resistencia. Sin embargo, es necesario considerar que estos resultados corresponden a un período de tiempo de 14 días y con un mayor porcentaje de aditivo. Será necesario evaluar el comportamiento a períodos de tiempo más prolongados para obtener una visión completa del desarrollo de la resistencia del concreto.

Pruebas a los 7 días:

Tabla 26:

En esta tabla, la resistencia obtenida varía entre el 51% y 52%, lo cual está significativamente por debajo de la resistencia esperada del 70%.

Esto indica que el concreto sin aditivos no cumple con los requisitos de resistencia esperados y requiere optimización en su composición o proceso de curado.

Tabla 29:

Aquí, la resistencia obtenida varía entre el 75% y 79%, lo cual está por encima de la resistencia esperada del 70%.

Esto sugiere que la adición de un 1.0% de aditivo ha mejorado la resistencia del concreto, haciendo que cumpla y supere ligeramente la resistencia esperada.

Tabla 32:

En esta tabla, la resistencia obtenida está entre el 92% y 93%, lo que es significativamente más alto que la resistencia esperada del 70%.

Esto indica que al aumentar la concentración de aditivo al 2.0%, se logra una resistencia considerablemente mayor que la esperada. Esto podría ser beneficioso en aplicaciones que requieren alta resistencia, pero también es importante considerar otros factores como costos y durabilidad.

De los resultados se evidencia que, la adición de aditivos parece mejorar la resistencia del concreto. Sin aditivos, la mezcla no alcanza la resistencia esperada. Con un 1.0% de aditivo, cumple y supera ligeramente la resistencia esperada. Con un 2.0% de aditivo, supera significativamente la resistencia esperada. Es importante considerar que alcanzar o superar la resistencia esperada es crítico, pero también deben ser considerados otros factores de desempeño y costo en el diseño de la mezcla.

Pruebas a los 14 días:

Tabla 27 (0.0% aditivo, patrón):

En esta tabla, la resistencia obtenida varía entre 72% y 74% de la resistencia de diseño, lo cual está por debajo de la resistencia esperada del 90%.

Esto indica que el concreto sin aditivos no cumple con los requisitos de resistencia esperados y podría necesitar optimización en su composición o proceso de curado. Tabla 30 (1.0% aditivo):

En esta tabla, la resistencia obtenida varía entre 97% y 101% de la resistencia de diseño, lo cual está por encima de la resistencia esperada del 90%.

Esto sugiere que la adición de un 1.0% de aditivo ha mejorado la resistencia del concreto, haciendo que cumpla y supere ligeramente la resistencia esperada.

Tabla 33 (2.0% aditivo):

En esta tabla, la resistencia obtenida varía entre 105% y 106% de la resistencia de diseño, lo que es significativamente más alto que la resistencia esperada del 90%.

Esto indica que al aumentar la concentración de aditivo al 2.0%, se logra una resistencia considerablemente mayor que la esperada.

Los resultados evidencian, que, la adición de aditivos parece mejorar la resistencia del concreto. Sin aditivos, la mezcla no alcanza la resistencia esperada. Con un 1.0% de aditivo, cumple y supera ligeramente la resistencia esperada. Con un 2.0% de aditivo, supera significativamente la resistencia esperada. Esto es consistente con lo observado en las tablas anteriores. Es importante considerar que alcanzar o superar la resistencia esperada es crítico, pero también deben ser considerados otros factores de desempeño y costo en el diseño de la mezcla. Además, los tipos de rotura indicados sugieren que la mezcla se comporta de manera adecuada bajo carga.

Pruebas a los 28 días:

Tabla 28 (0.0% aditivo, patrón):

La resistencia obtenida en esta tabla oscila entre el 89% y el 90% de la resistencia de diseño. Aunque está muy cerca, no alcanza la resistencia esperada del 100% a los 28 días.

Esto sugiere que la mezcla sin aditivos casi alcanza los requisitos de resistencia esperados a los 28 días, pero no los cumple completamente.

Tabla 31 (1.0% aditivo):

En esta tabla, la resistencia obtenida varía entre el 110% y el 113% de la resistencia de diseño, lo cual está por encima de la resistencia esperada del 100%.

Esto sugiere que la adición de un 1.0% de aditivo ha mejorado la resistencia del concreto considerablemente, permitiendo que supere la resistencia esperada a los 28 días.

Tabla 34 (2.0% aditivo):

En esta tabla, la resistencia obtenida oscila entre el 119% y el 120% de la resistencia de diseño, lo que es significativamente más alto que la resistencia esperada del 100%.

Esto indica que al aumentar la concentración de aditivo al 2.0%, se logra una resistencia aún mayor y muy por encima de la resistencia esperada.

Los resultados evidencian que, la adición de aditivos mejoró significativamente la resistencia del concreto a los 28 días. El concreto de los testigos patrón, estuvo cerca pero no cumplió con la resistencia esperada del 100% a los 28 días. Los testigos con 1.0% de aditivo, el concreto superó la resistencia esperada del 100% a los 28 días.; los testigos con 2.0% de aditivo, el concreto superó aún más la resistencia esperada, indicando una mejora significativa en la resistencia. No obstante, estas resistencias, es importante considerar otros factores como la trabajabilidad, durabilidad, y costos al seleccionar la proporción de aditivos en el concreto. Además, los tipos de rotura indicados sugieren que la mezcla se comporta de manera adecuada bajo carga.

Tabla 36. Testigos a los 7 días

%	Resistencia promedio kg/cm ²	% esperado	% promedio alcanzado
Patrón	206	70%	52%
1.0%	307	70%	77%
2.0%	368.	70%	92%

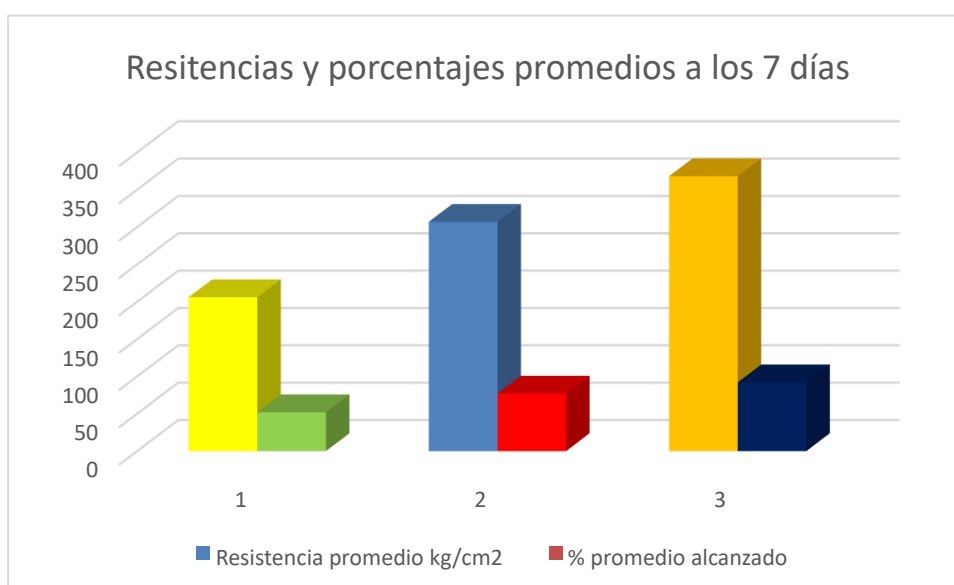


Figura 3, Resistencia y porcentajes promedios a los 7 días

Tabla 37. Testigos a los 14 días

%	Resistencia promedio kg/cm ²	% esperado	% promedio alcanzado
Patrón	291	90%	73
1.0%	389	90%	99
2.0%	420	90%	105

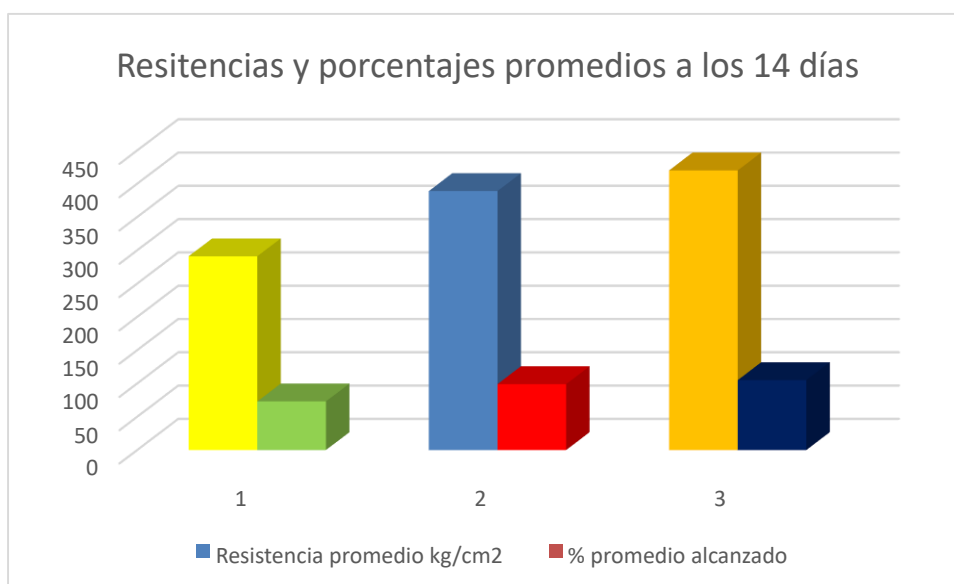


Figura 4. Resistencia y porcentajes promedios a los 14 días

Tabla 38. Testigos a los 28 días

%	Resistencia promedio kg/cm ²	% esperado	% promedio alcanzado
Patrón	359	100%	90%
1.0%	446	100%	112%
2.0%	476	100%	119%

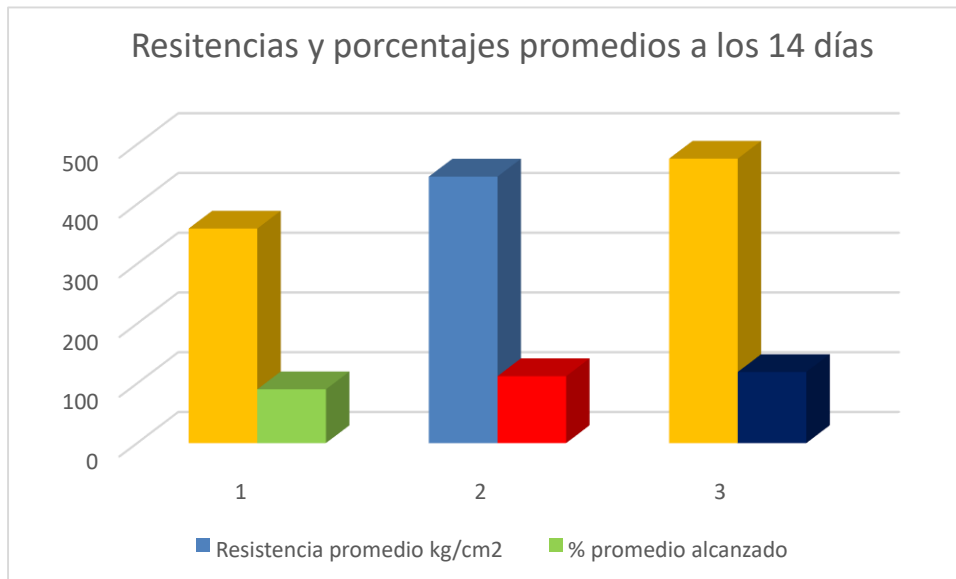


Figura 5. Resistencia y porcentajes promedios a los 28 días

V. DISCUSIÓN

Respecto objetivo específico 1: determinar las características de los agregados, que se van a emplear en el laboratorio para lograr el diseño de mezcla de alta resistencia. ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$).

Los agregados utilizados en el diseño de mezcla de alta resistencia cumplen con las especificaciones requeridas. Se observa una distribución adecuada de tamaños de partículas, con porcentajes de grava y arena dentro de los rangos deseados. El módulo de finura también se encuentra en un nivel apropiado, los porcentajes de caras fracturadas; los agregados presentan porcentajes de caras fracturadas dentro de los límites aceptables. Si bien el agregado de tamaño 3/4" muestra un porcentaje relativamente alto, se considera aceptable en el diseño de mezclas de alta resistencia, las partículas chatas y alargadas; los agregados muestran porcentajes bajos de partículas chatas y alargadas, lo cual es favorable para la calidad y durabilidad del concreto, tanto el agregado grueso como el fino presentan pesos unitarios sueltos y compactados adecuados, los agregados muestran una gravedad específica satisfactoria, tanto en estado suelto como saturado.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Riquett (2018), quien reportó que en su diseño de mezcla para un concreto de alto desempeño se utilizaron materiales como la arena, grava y agua en condiciones adecuadas para ser parte de la mezcla. También con Palacios (2019), quien reportó que los materiales granulares de las canteras cercanas tenían las características adecuadas para ser utilizados en la mezcla de concreto para la obtención de la resistencia buscada. No obstante, difieren de los resultados de Ipanaque y Pedemonte (2021), que en su investigación encontraron que los materiales que iban utilizar en el diseño no eran los adecuados, no porque estén ubicados en la parte superficial, sino por las características perjudiciales que estas reúnen, para ser utilizados en la capa estructural de un pavimento.

Los estudios coinciden en la importancia de utilizar materiales adecuados en la mezcla de concreto para lograr los resultados deseados. destacan que los materiales utilizados, como la arena, grava y agua, cumplen con las características necesarias para formar

parte de la mezcla y contribuir a la resistencia deseada. Esto indica que hay un consenso en cuanto a los materiales idóneos para lograr un concreto de alto desempeño.

Los resultados obtenidos brindan una visión valiosa sobre cómo los materiales seleccionados, incluido el aditivo, pueden contribuir a lograr un concreto de alta resistencia que cumpla con los requisitos exigentes de las estructuras sujetas a tránsito pesado. En este sentido, la evaluación minuciosa de los materiales utilizados en el diseño de la mezcla se convierte en un factor clave para garantizar la calidad y el rendimiento del concreto. La idoneidad de los materiales debe considerarse en función de su capacidad para resistir las cargas de tránsito pesado, así como para proporcionar la resistencia y la durabilidad requeridas en entornos desafiantes.

Además, las características específicas de uso, como la exposición a condiciones ambientales adversas, la presencia de agentes agresivos o la necesidad de una vida útil prolongada, deben tenerse en cuenta al seleccionar y diseñar la mezcla de concreto. Estas consideraciones permiten adaptar las proporciones y los tipos de materiales utilizados para lograr un concreto que se ajuste a las demandas específicas de la aplicación en tránsito pesado.

Respecto al Objetivo específico 2: Definir las cantidades de participación de cada agregado, que se utilizarán en laboratorio en el diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$). En el diseño de mezcla al 0.0% (patrón), por cada kilogramo de cemento utilizado, se requerirá 1.407 kg de agregado fino, 1.589 kg de agregado grueso, 0.431 litros de agua y 5 gramos de aditivo, sin embargo, este diseño no alcanza la resistencia esperada alcanzando apenas el 89% de resistencia promedio. Así mismo en el diseño de mezcla al 1.0%, por cada kilogramo de cemento utilizado, se utilizarán 1.407 kg de agregado fino, 1.589 kg de agregado grueso, 0.431 litros de agua y 10 gramos de aditivo, este diseño logra no solo alcanzar la resistencia esperada, sino que la sobrepasa en un 11.0%; mientras que en el diseño de mezcla al 2.0%, los componentes se mantienen constantes. Por cada kilogramo de cemento utilizado, se requerirá 1.407 kg de agregado fino, 1.589 kg de agregado grueso, 0.431 litros de agua y 20 gramos de aditivo, sobrepasando en un 19% la resistencia promedio.

Estos resultados se asemejen a los de Riquett (2018), que en su investigación reportó que el diseño de mezcla es importante, para establecer una adecuada relación de agua/cemento, y la cantidad de materiales. Estos resultados coinciden con Herrera 2022, que, en Amazonas, en su estudio demostró que los diseños de mezcla para concreto de rápido fraguado con las proporciones de 2.2 SP+ 1.2 AC y una relación agua/cemento (a/c) de 0.28, 0.30 y 0.32 tuvieron un rendimiento superior al diseño estándar. Específicamente, el diseño de 2.2 SP+ 1.2 AC y a/c 0.28 logró una resistencia de 586.03 kg/cm² después de 28 días de curado, esto debido a la incorporación de aditivos. También a los de Amasifuén y Romero (2021), que su diseño reportó que, por cada kilogramo de cemento utilizado en el patrón, se requerirán 1.407 kg de agregado fino y 1.589 kg de agregado grueso, añadiendo ceniza de coco como aditivo, en el 1% de adiciones de aditivo, los porcentajes de los agregados se mantienen iguales al diseño patrón. Por lo tanto, se utilizarán 1.407 kg de agregado fino y 1.589 kg de agregado grueso por cada kilogramo de cemento utilizado.

De los deferentes resultados se puede afirmar que al rendimiento superior de los diseños de mezcla con respecto al diseño estándar. En ambos estudios, se logró una mayor resistencia mediante la incorporación de aditivos y una relación agua/cemento específico. En el estudio de Amasifuén y Romero, se mantuvieron los mismos porcentajes de agregados que en el diseño patrón, la diferencia radica en la adición de ceniza de coco como componente adicional en el 1% de adiciones de aditivo.

Respecto a los resultados del estudio a importancia de obtener resultados precisos y óptimos en el diseño de mezcla del concreto radica en la necesidad de garantizar la durabilidad, rendimiento y seguridad de las estructuras construidas. Un diseño de mezcla preciso implica la selección adecuada de los materiales, como el cemento, agregados (fino y grueso) y agua, en proporciones óptimas. Estos materiales deben ser dosificados de manera cuidadosa, teniendo en cuenta las características específicas del proyecto y los requisitos de resistencia y durabilidad. No obstante, muchas veces es necesaria la adición de aditivos los cuales juegan un papel crucial en el diseño de mezcla. Al utilizar aditivos en cantidades apropiadas, es posible mejorar aspectos como

la resistencia, la trabajabilidad, la adherencia, la resistencia al agua y la durabilidad del concreto.

De manera que El diseño de mezcla de la investigación permitió una distribución homogénea de los materiales en la mezcla, lo que a su vez contribuyó al objetivo de obtener la resistencia deseada y concreto resultante de buena calidad.

Respecto al objetivo específico 3: Verificar mediante el ensayo de la prueba de resistencia a la comprensión, del diseño de mezcla del concreto obtenido en laboratorio de alta resistencia. Los resultados evidencian que, la adición de aditivos mejoró significativamente la resistencia del concreto (400 kg/cm^2) a los 28 días. El concreto de los testigos patrón, estuvo cerca pero no cumplió con la resistencia esperada del 100% a los 28 días (206 kg/cm^2 resistencia promedio). Los testigos con 1.0% de aditivo, el concreto superó la resistencia esperada del 100% a los 28 días (307 kg/cm^2 resistencia promedio); los testigos con 2.0% de aditivo, el concreto superó aún más la resistencia esperada (368 kg/cm^2 resistencia promedio), indicando una mejora significativa en la resistencia. Estos resultados coinciden con Roldan y Vargas (2018), quien indicó que tras la incorporación de Sika Viscocrete sc-50 y GAIA en el diseño de mezcla del concreto de resistencia elevada, se ha observado como resultado un incremento del 10% en la resistencia a la comprensión después de un período de curado de 28 días. También a los de Herrera (2022) quien reportó que los diseños de mezcla para concreto (400 kg/cm^2) de rápido fraguado utilizando las proporciones de 2.2 SP+ 1.2 AC y una relación agua/cemento (a/c) de 0.28, 0.30 y 0.32 han demostrado resultados que exceden el diseño estándar. Específicamente, el diseño de 2.2 SP+ 1.2 AC y a/c 0.28 ha logrado una impresionante resistencia de 586.03 kg/cm^2 después de 28 días de curado.

Estos estudios revelan la relevancia de considerar la incorporación de aditivos en el diseño de mezcla del concreto, ya que se ha comprobado que esto puede tener un impacto significativo en la resistencia del material. Los resultados obtenidos demuestran un aumento considerable en la resistencia del concreto, lo cual supera las expectativas iniciales y contribuye a la creación de un concreto de mayor calidad y durabilidad.

Estos Resultados demuestran que la adición de aditivos en el diseño de mezcla del concreto de alta resistencia puede ser una estrategia efectiva para aumentar su

capacidad de soportar cargas pesadas y mejorar su resistencia en general. Los aditivos utilizados en la investigación han demostrado ser beneficiosos en términos de incrementar la resistencia del concreto a los 28 días de curado. En tal sentido los resultados evidencian la importancia de considerar la adición de aditivos en el diseño de mezcla para lograr un concreto de alta resistencia. La inclusión de aditivos en las proporciones adecuadas puede mejorar significativamente la resistencia del concreto y permitir que cumpla o supere las expectativas de resistencia esperadas. Además, los resultados son significativos debido a las implicaciones importantes que esto tienen en la industria de la construcción, ya que proporcionan información valiosa para el diseño y la producción de concreto de alta resistencia utilizado en aplicaciones que requieren una mayor capacidad de carga.

Respecto al objetivo general determinar en laboratorio, un diseño de mezcla de concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$), para uso en un pavimento para tráfico pesado. Los resultados demuestran que al incorporar aditivos en el diseño de mezcla en una proporción del 1.0%, se logró un incremento significativo en la resistencia del concreto. En comparación con la resistencia esperada, el concreto desarrollado alcanzó. Además, al aumentar la proporción de aditivos al 2.0% en el diseño de mezcla, se logró un incremento aún mayor en la resistencia del concreto. Los resultados indican que el concreto desarrollado con esta proporción de aditivos obtuvo una resistencia promedio de 476 kg/cm^2 , lo que representa un aumento del 19% en comparación con la resistencia esperada.

Estos resultados coinciden con Herrera (2022), que señala que La adición de aditivos en combinación con bajas relaciones agua/cemento ha demostrado ser una estrategia efectiva para obtener resultados óptimos en términos de resistencia en el concreto de secado rápido, especialmente en aplicaciones de pavimentos.

Estos resultados tienen relevancia significativa en la industria de la construcción de pavimentos destinados al tráfico pesado, ya que brindan una estrategia concreta y precisa para la obtención de concretos de alta resistencia. Asimismo, resaltan la importancia de realizar una cuidadosa consideración de la proporción de aditivos en el diseño de mezcla con el fin de maximizar la resistencia del concreto y asegurar su

desempeño óptimo en condiciones de tráfico intenso. De manera que se pueden considera una valiosa contribución al campo de la ingeniería civil, ya que ofrecen a los profesionales del sector una guía clara para el diseño y producción de pavimentos duraderos y capaces de soportar cargas pesadas. La incorporación precisa de aditivos en el proceso de mezcla permite mejorar las propiedades y características del concreto, particularmente su resistencia, lo cual es esencial para garantizar su adecuado desempeño en condiciones de alto estrés y tráfico intenso.

VI. CONCLUSIONES

El diseño de mezcla se basó en distribución adecuada de tamaños de partículas, con porcentajes de grava y arena dentro de los rangos deseados. El módulo de finura también se encontraba en un nivel apropiado, al igual que los porcentajes de caras fracturadas. Aunque el agregado de tamaño 3/4" presentaba un porcentaje relativamente alto, se consideró aceptable en el diseño de mezclas de alta resistencia. Además, los agregados mostraron bajos porcentajes de partículas chatas y alargadas, lo cual es beneficioso para la calidad y durabilidad del concreto. Tanto el agregado grueso como el fino presentaron pesos unitarios sueltos y compactados adecuados, y mostraron una gravedad específica satisfactoria tanto en estado suelto como saturado.

En el diseño de mezcla de concreto al 0.0% (patrón), se estableció una proporción de 1.407 kg de agregado fino, 1.589 kg de agregado grueso, 0.431 litros de agua y 5 gramos de aditivo por cada kilogramo de cemento utilizado. Sin embargo, este diseño no logró alcanzar la resistencia esperada, alcanzando apenas el 89% de la resistencia promedio deseada. Por otro lado, en el diseño de mezcla al 1.0%, se utilizaron las mismas proporciones de agregados, agua y aditivo, pero se duplicó la cantidad de aditivo, llegando a 10 gramos por cada kilogramo de cemento. Este nuevo diseño superó no solo la resistencia esperada, sino que la sobrepasó en un 11.0%, evidenciando un incremento significativo en la resistencia del concreto. En cuanto al diseño de mezcla al 2.0%, los componentes se mantuvieron constantes, pero se triplicó la cantidad de aditivo, llegando a 20 gramos por cada kilogramo de cemento. Este diseño logró superar aún más la resistencia esperada, alcanzando un incremento del 19% en la resistencia promedio.

Mediante ensayos de laboratorio, se observó que la adición de aditivos mejoró significativamente la resistencia del concreto a los 28 días de curado. Los testigos patrón, que no contaban con aditivos, estuvieron cerca pero no cumplieron con la resistencia esperada del 100% a los 28 días, presentando un promedio de resistencia de 206 kg/cm². Por otro lado, los testigos con un 1.0% de aditivo superaron la resistencia esperada del 100%, alcanzando una resistencia promedio de 307 kg/cm². Por último,

los testigos con un 2.0% de aditivo superaron aún más la resistencia esperada, alcanzando una resistencia promedio de 368 kg/cm².

Los resultados obtenidos en el diseño de mezcla de concreto de alta resistencia para pavimentos de tráfico pesado demuestran que la incorporación de aditivos en proporciones adecuadas es una estrategia efectiva para mejorar significativamente la resistencia del concreto; lo que resulta una valiosa aportación a la ingeniería civil, ya que brindan a los expertos del campo una guía precisa para diseñar y fabricar pavimentos resistentes y capaces de soportar cargas pesadas.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda un seguimiento y control exhaustivo de los agregados utilizados en el diseño de mezcla para asegurar que cumplan con las especificaciones requeridas. Por lo que se deben realizar pruebas periódicas para verificar la distribución de tamaños de partículas, porcentajes de grava y arena, módulo de finura, porcentajes de caras fracturadas y partículas chatas y alargadas para asegurar resultados similares del estudio. Además, considerar estudios adicionales para evaluar el comportamiento de otros tipos de agregados en el diseño de mezcla de alta resistencia.

Se recomienda seguir explorando diferentes proporciones de aditivos en el diseño de mezcla para determinar la dosis óptima que maximice la resistencia del concreto. Realizar pruebas adicionales variando la cantidad de aditivo y evaluando su impacto en la resistencia. Asimismo, considerar la posibilidad de utilizar diferentes tipos de aditivos para explorar su efecto en la resistencia y durabilidad del concreto de alta resistencia.

Se recomienda realizar pruebas de resistencia a diferentes edades de curado para obtener una visión más completa del comportamiento del concreto a lo largo del tiempo. Además, llevar a cabo estudios de durabilidad para evaluar la resistencia del concreto frente a agentes agresivos y condiciones ambientales adversas. Estas pruebas ayudarán a validar y mejorar las propiedades del concreto de alta resistencia en aplicaciones de pavimentos para tráfico pesado.

Se recomienda seguir investigando y evaluando nuevas tecnologías y materiales que puedan mejorar aún más la resistencia y durabilidad del concreto en pavimentos para tráfico pesado. En ese sentido explorar la incorporación de fibras o aditivos especiales que puedan proporcionar propiedades adicionales al concreto, como mayor resistencia a la fatiga y mayor vida útil. Además, considerar la implementación de pruebas de campo en pavimentos reales para validar la efectividad del diseño de mezcla en condiciones de uso real y obtener retroalimentación para futuras mejoras.

REFERENCIAS

- ABRIL, Martha y Ramos, Ana. Identificación de la variación en la resistencia del concreto debido al origen del agregado grueso. Tesis (título de ingeniero civil). Bogotá. Universidad Católica de Colombia, 2017. Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15280/1/IDENTIFICACION%20DE%20LA%20VARIACION%20EN%20LA%20RESISTENCIA%20DEL%20CONCRETO%20DEBIDO%20AL%20ORIGEN%20DEL%20AGREGADO%20GRUES.pdf>
- AIZPURUA, Lidia, MORENO, Genneva y CABALLERO, Karen. Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros [en línea]. Octubre 2018 nº 2 [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2018]. Disponible en <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/idtecnologico/article/view/2071/3026>
- CESAR, León. Concreto (hormigón) con cemento sol tipo – I de resistencias tempranas con la tecnología “sika viscocrete 20he”. Tesis (título de ingeniería civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2010. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/337285383.pdf>
- CHAVARRY, Guido. Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepe. Tesis (título de ingeniero civil). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2018. Recuperado de: <https://docplayer.es/94585215Elaboracion-de-concreto-de-alta-resistencia-incorporando-particulasresiduales-del-chancado-de-piedra-de-la-cantera-talambo-chepen.html>.
- Ede, A.; Nwankwo, C.; Oyebisi, S.; Olofinnade, Okeke, A. Failure Trend of Transport Infrastructure in Developing Nations: Cases of Bridge Collapse in Nigeria and A Busari. Series: Materials Science and Engineering 640. 012102 IOP

Publishing 2019. Disponible en: doi:10.1088/1757-899X/640/1/012102
FERNANDEZ. El agua un recurso esencial. Tesis (título de ingeniería civil).
Buenos

Aires: Universidad de Buenos Aires, 2012. Recuperado:
[http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v11n3/fernandez.htm#:~:text=El%20
agua%20cubre%20m%C3%A1s%20del,hacen%20esencial%20para%20la
%20vida.](http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v11n3/fernandez.htm#:~:text=El%20agua%20cubre%20m%C3%A1s%20del,hacen%20esencial%20para%20la%20vida.)

IPANAQUE, Heber y PEDEMONTTE, Segundo. Diseño de pavimentación con adoquines
de concreto para el terminal de almacenamiento de contenedores de la planta
logística Neptunia – Paita. Tesis (título de ingeniero civil). Piura:
Universidad Nacional de Piura, 2021. Recuperado de:
[https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3280/ICIVALV-
COR-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y.](https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3280/ICIVALV-COR-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

JIMENEZ, Hilder. Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible
para el control de las aguas pluviales en la ciudad de castilla, provincia Piura y
departamento de Piura. Tesis (título de ingeniero civil). Piura: Universidad
Nacional de Piura, 2019. Recuperado de: <https://repositorio.unp.edu.pe>

MORATAYA, Carlos. Concreto de alta resistencia (experimentación en Guatemala).
Tesis (título de ingeniero civil). Guatemala. Universidad de San Carlos de
Guatemala, 2005. Recuperado de:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2600_C.pdf

MURILLO, Gessenia, CÉSAR, Julio, MOREIRA, Jair y MOREIRA, Andrés. Causas
comunes del colapso de construcciones en un movimiento sísmico.
Universidad Técnica de Manabí. 2020.
[https://www.researchgate.net/publication/343268828_CAUSAS_COMUNES
_DEL_COLAPSO_DE_CONSTRUCCIONES_EN_UN_MOVIMIENTO_SIS MICO](https://www.researchgate.net/publication/343268828_CAUSAS_COMUNES_DEL_COLAPSO_DE_CONSTRUCCIONES_EN_UN_MOVIMIENTO_SISMICO)

OROZCO, M, AVILA, Y, RESTREPO, S y PARODY, A. Factores influyentes en la calidad
del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria

del hormigón [en línea]. Noviembre 2017 n° 2 [Fecha de consulta: 13 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v33n2/07185073-ric-33-02-00161.pdf>

PALACIOS, George. Análisis técnico-económico del suelo-cemento en pisos de viviendas de bajos recursos. Tesis (título de ingeniero civil). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2019. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/250077786.pdf>.

QUISPE, David. Aceleración de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico en diferentes relaciones agua-cemento con empleo de agua en ebullición. Tesis (título de ingeniero civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2017. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/249337313.pdf>.

RIQUETT, Alonso. Concretos de alto desempeño: métodos de diseño y su implementación. Tesis (título de ingeniero civil). Mazatlán: Universidad Autónoma de Sinaloa, 2018. Recuperado de: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/293/1140875132.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

RIVVA, Diseño de Mezclas (2° ed) Lima - Perú imprenta William E.I.R.L 2003. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/FredrafuEnrifer/disenodemezclasenrriquerivvalopez>

ROLDAN, Lidmer y VARGAS, Joel. Diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando sika viscocrete SC-50 Y GAIA. Tesis (título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2018. Recuperado de: <https://1library.co/document/qm0mde4y-diseno-mezclaconcreto-resistencia-adicionando-sika-viscocrete-gaia.html>.

SOLIS, Ramón, MORENO, Erick y ARJONA, Ernesto. Resistencia de concreto con agregado de alta absorción y baja relación a/c [en línea]. Diciembre 2011, n.º

1. [Fecha de consulta: 30 de julio de 2022]. Disponible en [https://www.redalyc.org/pdf/4276/427639586004 .pdf](https://www.redalyc.org/pdf/4276/427639586004.pdf). ISSN: 2007-6835

SUAREZ, Zaira. Análisis probalístico del concreto de alta resistencia. Tesis (título de ingeniero civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2013.

Disponible en:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1081/2/AN%C3%81LISIS%20PROBABIL%C3%8DSTICO%20DEL%20CONCRETO%20DE%20ALTA%20RESISTENCIA.pdf>

World Bank. Nicaragua—Fourth Roads Rehabilitation and Maintenance Project and Rural Roads Infrastructure Improvement Project. Independent Evaluation Group, Project Performance Assessment Report 151099. Washington, DC:

World Bank. 2020. Disponible en:
https://ieg.worldbankgroup.org/sites/default/files/Data/reports/ppar_nicaraguafourthroads.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables


VARIABLE	DEFINICION. CONCEPTUAL	DEFINICION. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA. DE MEDICIÓN
Concreto de alta resistencia	Es un modelo especial de concreto de alto rendimiento y, a diferencia del convencional, una de sus propiedades más valiosas y una característica versátil es su alto aguante a la compresión.	Un concreto de alta resistencia, utilizado para pavimento, garantizara el tránsito de tráfico pesado, por su comportamiento o distinto a los concretos convencionales	Componentes del concreto	Agregado grueso agregado fino cemento agua	Kg Kg Kg lit
			Mezcla del concreto	Asentamiento Dosificación	Pulg %
Resistencia a la compresión	Esta es la propiedad que posee el concreto para tolerar fuerzas según su unidad de área, expresada como tensión, usualmente en kg/cm ² , MPa y la frecuencia en libra por pulgada cuadrada (psi).	La resistencia a la compresión simple es la principal propiedad mecánica del concreto.	Tipo de fisura	Resistencia. A la Compresión	Kg/cm ²

ANEXO 2: Instrumento de recolección de datos

ANEXO 3: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General
¿Cómo obtener un diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia ($f'c=400 \text{ Kg/cm}^2$), para su utilización en un pavimento para tránsito pesado?	Determinar en laboratorio, un diseño de mezcla de concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$), para uso en un pavimento para tráfico pesado.	El diseño de mezcla que se preparará en laboratorio, corresponderá a un concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$), siendo factible su uso en pavimentos de tráfico pesado.
Problema Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicos
<p>¿Cuál es la caracterización de los agregados para un diseño de mezcla de concreto de alta resistencia?</p> <p>¿Cuáles son las cantidades de participación de cada agregado para lograr un concreto de alta resistencia?</p> <p>¿Cómo comprobar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$</p>	<p>Determinar las características de los agregados, que se van a emplear en el laboratorio para lograr el diseño de mezcla de alta resistencia. ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$)</p> <p>Definir las cantidades de participación de cada agregado, que se utilizarán en laboratorio en el diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$)</p> <p>Verificar mediante el ensayo de la prueba de resistencia a la compresión, del diseño de mezcla del concreto obtenido en laboratorio de alta resistencia.</p>	<p>Las características de los agregados a evaluar cumplirán con las condiciones que las normas técnicas exigen para un concreto de alta resistencia ($f'c = 400 \text{ Kg/ cm}^2$).</p> <p>La dosificación de cada componente para un concreto de alta resistencia, quedara definida en el diseño de mezcla obtenido en el laboratorio.</p> <p>La muestra del diseño obtenido en laboratorio, cumplirá con la Resistencia a la compresión propuesta ($f'c = o > 400 \text{ Kg/ cm}^2$).</p>

Anexo 4. Evidencia empírica



LAB. ESTUDIOS G.M. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

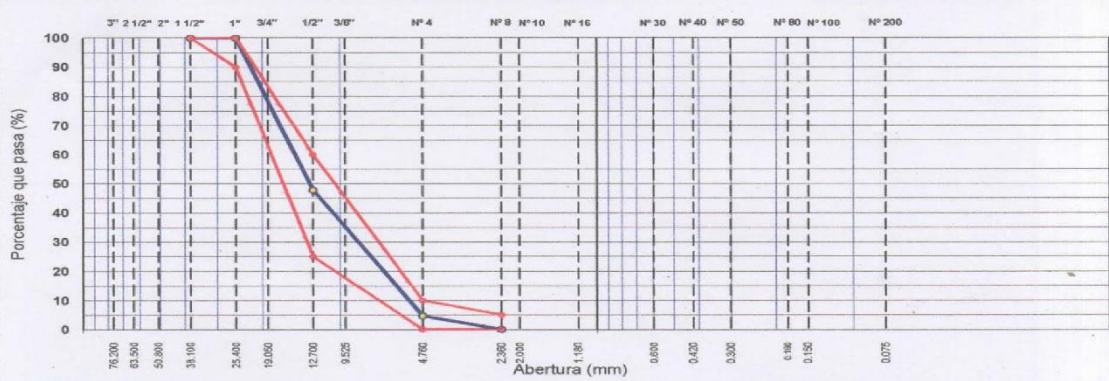
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO


MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

OBRA : "Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (f'c 400 kg/cm²) SULLANA - PIURA" MATERIAL : CONCRETO MUESTRA : Grava chancada 3/4" PROFUND. : - CANTERA : Maria Jose del Norte SOLICITA : Jesús Gregorio Atoche Alburquerque, Jonathan Smith cungiarachi Zapata	N° REGISTRO : GRCH_01 TÉCNICO : G.M-C FECHA : 1/10/2022 HECHO POR : J.O.C DEL KM : - AL KM : - CARRIL : -
--	---

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO AG-57	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177.800						PESO TOTAL	=	11,982.0 gr	
6"	152.400						PESO LAVADO	=	11982.0 gr	
5"	127.000						PESO FINO	=	520.0 gr	
4"	101.600						% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.C	% Humedad
3"	76.200							5233.0	5198.0	0.7%
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
2"	50.800							11982.0	11982.0	0.00
1 1/2"	38.100					100 - 100	% Grava	=	95.2	%
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	95 - 100	% Arena	=	4.8	%
3/4"	19.050	822.0	6.9	6.9	93.1		% Fino	=	0.0	%
1/2"	12.700	5,420.0	45.2	52.1	47.9	25 - 60	MÓDULO DE FINURA	=	6.71	%
3/8"	9.525	2,010.0	16.8	68.9	31.1		EQUIV. DE ARENA	=		%
# 4	4.760	3,160.0	26.4	95.2	4.8	0 - 10	GRAVEDAD ESPECÍFICA:			
# 8	2.360	520.0	4.8	100.0	0.0	0 - 5	P.E. Bulk (Base Seca)	=		gr/cm³
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada)	=		gr/cm³
# 16	1.180						P.E. Aparente (Base Seca)	=		gr/cm³
# 30	0.600						Absorción	=		%
# 40	0.420						OBSERVACIONES:			
# 50	0.300									
# 80	0.180									
# 100	0.150									
# 200	0.075									
< # 200	FONDO									
FINO		520.0								
TOTAL		11,982.0								

CURVA GRANULOMÉTRICA



CONTRATISTA:	SUPERVISIÓN:
 GILMER ENRIQUE CASTRO SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO TEC. RESPONSABLE	ING. RESPONSABLE TEC. RESPONSABLE ING. RESPONSABLE



LAB. ESTUDIOS G.M

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTROL DE ENSAYO QUE PASA POR EL TAMIZ (N 200)

(NORMA MTC E 214)

REGISTRO : "Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (f'c 400 kg/cm²) SULLANA - PIURA"

REALIZADO POR: G.M-C MATERIAL: Grava chancada 3/4"
FECHA MUESTREO: 1/10/2022 CANTERA: Maria Jose del Norte
HORA MUESTRO: -
FECHA ENSAYO: 1/10/2022 MUESTREADO POR: G.M-C
SOLICITA: Jesús Gregorio Atoche Alburqueque, Jonathan Smith cungiarachi Zapata

	MUESTRA		Promedio
Peso Original de la Muestra Seca	956.50		
Peso de la Muestra Seca Despues de Lavada	949.20		
Diferencia	7.30		
% del Material Fino que Pasa el Tamiz N 200	0.76		

Elaborado por	
Nombre:  GILMER N. CASTRO TECNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO FIMEST - SENCICO RD 100-2012	D: M: A:

Revisado por	
Nombre:	D: M: A:
Firma:	

Aprobado por	
Nombre:	D: M: A:
Firma:	



LAB. ESTUDIOS G.M

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : "Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (f_c 400 kg/cm²) SULLANA - PIURA" N° REGISTRO : GRCH_01
TRAMO :
MATERIAL : CONCRETO TÉCNICO : G.M-C
CALICATA : - FECHA : 1/10/2022
MUESTRA : Grava chancada 3/4" HECHO POR : J.O.C
PROFUND. : - DEL KM : -
CANTERA : Maria Jose del Norte AL KM : -
UBICACIÓN : Jesús Gregorio Atoche Alburqueque, Jonathan Smith cungiarachi Zapata CARRIL : -

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS

MTC E 210 - ASTM D 5821

CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO	PESO POR MALLAS	1 CARA	% POR MALLAS (C)	PORCENTAJE POR	(E) = (C)*(D)	(E)/(D)	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(A) (gr)	FRACTURADA (B) (gr)	= (B/A)*100 (%)	MALLAS (D) (%)	(%)	
1 1/2"	1"						
1"	3/4"	0.0					
3/4"	1/2"	822.0	652.3	79.4	37.2	2952.0	
1/2"	3/8"	5420.0	5083.0	93.8	15.4	1444.2	
TOTAL		6242.0	5735.3		52.6	4396.3	83.6

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO	PESO POR MALLAS	2 CARAS	% POR MALLAS (C)	PORCENTAJE POR	(E) = (C)*(D)	(E)/(D)	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	FRACTURADAS (B) (gr)	= (B/A)*100 (%)	MALLAS (D) (%)	(%)	(%)	
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	822.0	512.2	62.3	37.2	2318.0	
1/2"	3/8"	5420.0	4155.0	76.7	15.4	1180.6	
TOTAL		6242.0	4667.2		52.6	3498.6	66.5

OBSERVACIONES:

CONTRATISTA		SUPERVISIÓN	
WILMER MANRIQUE CASTRO TECNICO SUPERVISOR SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST. TECNICO RD 100-2012			
TEC. CONTROL DE CALIDAD	RP. CONTROL DE CALIDAD	TEC. SUPERVISIÓN	ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.



LAB. ESTUDIOS G.M

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS


OBRA	: "Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (f'c 400 kg/cm ²) SULLANA - PIURA"	N° REGISTRO	: GRCH_01
TRAMO	:	TÉCNICO	: G.M-C
MATERIAL	: CONCRETO	FECHA	: 1/10/2022
CALICATA	: -	HECHO POR	: -
MUESTRA	: Grava chancada 3/4"	DEL KM	: -
PROFUND.	: -	AL KM	: -
CANTERA	: Maria Jose del Norte	CARRIL	: -
UBICACIÓN	: Jesús Gregorio Atoche Albuquerque, Jonathan Smith cungiarachi Zapata		

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

ASTM D 693

TAMIZ	Peso por mallas (A) (gr)	Peso chatas y alargadas (B) (gr)	Porcentaje (C)=(B)/(A)*100 (%)	Gradación Original (D) (%)	Corrección (E)=(C)*(D) (%)	(E)/(D) (%)
1 1/2" - 1"						
1" - 3/4"						
3/4" - 1/2"	822	48.2	5.9	37.2	218.1	
1/2" - 3/8"	5420	38.2	0.7	15.4	10.9	
Peso Total (gr.)	6242	86.4		52.6	229.0	4.4

Observaciones:

CONTRATISTA		SUPERVISIÓN	
 GILMER ENRIQUE CASTRO TECNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST. SENCICO RD 100-2012			
TEC. CONTROL DE CALIDAD	RP. CONTROL DE CALIDAD	TEC. SUPERVISIÓN	ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.



LAB. ESTUDIOS G.M

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

OBRA	"Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (f _c 400 kg/cm ²) : SULLANA - PIURA"	Nº REGISTRO	GRCH_01
MATERIAL	: CONCRETO	TÉCNICO	: G.M-C
MUESTRA	: Grava chancada 3/4"	LUGAR	: -
CANTERA	: María Jose del Norte	FECHA	: 1/10/2022
UBICACIÓN	: Jesús Gregorio Atoche Alburqueque, Jonathan Smith cungiarachi Zapata	HORA	: -

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	17222	16922	16701	
Peso del recipiente	(gr)	8510	8510	8510	
Peso de la muestra	(gr)	8712	8412	8191	
Volumen	(cm ³)	5699	5699	5699	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1529	1476	1437	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1481			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	17302	17211	17345	
Peso del recipiente	(gr)	8510	8510	8510	
Peso de la muestra	(gr)	8792	8701	8835	
Volumen	(cm ³)	5699	5699	5699	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1543	1527	1550	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1540			

OBSERVACIONES

CONTRATISTA

SUPERVISIÓN

LMER M. CASTRO
TECNICO SUPERVISOR
DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO
EST. TECNICO RD 100-2012

CONTROL DE CAL

RP. CONTROL DE CALIDAD

TÉCNICO SUPERVISIÓN

ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.



LAB. ESTUDIOS G.M

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)


OBRA : "Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (f'c 400 kg/cm ²) SULLANA - PIURA"	N° REGISTRO : GRCH_01
MATERIAL : CONCRETO	TÉCNICO : G.M-C
MUESTRA : Grava chancada 3/4"	LUGAR : -
CANTERA : Maria Jose del Norte	FECHA : 1/10/2022
UBICACIÓN : Jesús Gregorio Atoche Alburqueque, Jonathan Smith cungiaraichi Zapata	HORA : -

AGREGADO GRUESO

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1167.3	1169.8		
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	745.0	740.0		
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	422.3	429.8		
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1157.6	1160.1		
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	412.6	420.1		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.741	2.699		2.720
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.764	2.722		2.743
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.806	2.761		2.784
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.838	0.836		0.84

OBSERVACIONES

CONTRATISTA		SUPERVISIÓN	
 GILMER ENRIQUE CASTRO TECNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST - SENCICO RD 100-2012			
TEC. CONTROL DE CALIDAD	RP. CONTROL DE CALIDAD	TEC. SUPERVISIÓN	ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

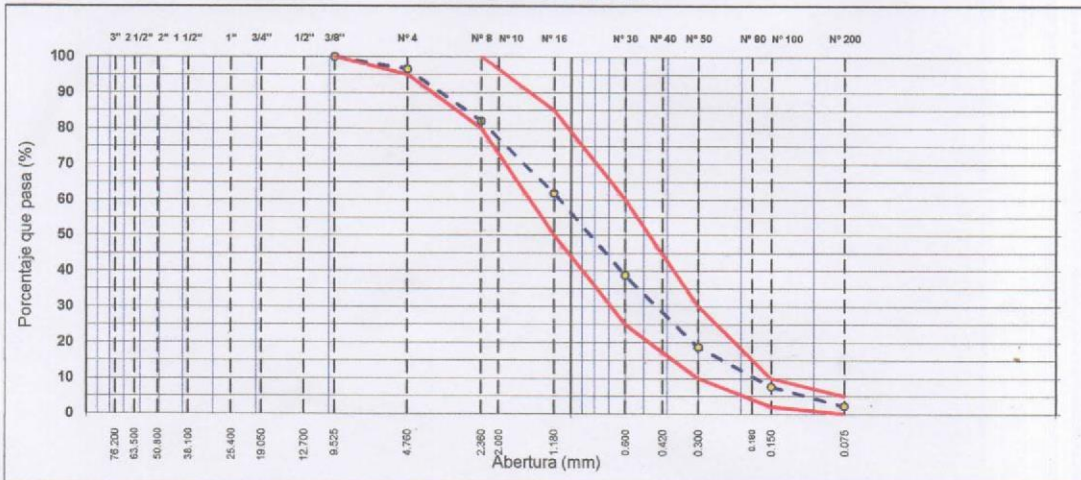
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

OBRA : Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (f'c 400 kg/cm ²) SULLANA- PIURA	Nº REGISTRO : ARN_1
MATERIAL : Arena Natural	TÉCNICO : GILMER MANRIQUE
MUESTRA : M-1	FECHA : 1/10/2022
PROFUND. : -	HECHO POR : E.V.A
CANTERA : PAMPA LARGA	DEL KM : -
SOLICITA : Jesús Gregorio Atoche Albuquerque, Jonathan Smith cungiarachi Zapata	AL KM : -
	CARRIL : -

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177.800						PESO TOTAL = 823.3 gr			
6"	152.400						PESO LAVADO = 805.2 gr			
5"	127.000						PESO FINO = 794.5 gr			
4"	101.600						% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
3"	76.200							530.1	523.6	1.2%
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado = 200%			
2"	50.800							823.3	805.2	2.20
1 1/2"	38.100						% Grava = 3.5 %			
1"	25.400						% Arena = 94.3 %			
3/4"	19.050						% Fino = 2.2 %			
1/2"	12.700						MÓDULO DE FINURA = 2.94 %			
3/8"	9.525				100.0	100	EQUIV. DE ARENA = 78.0 %			
# 4	4.760	28.8	3.5	3.5	96.5	95 - 100	GRAVEDAD ESPECÍFICA:			
# 8	2.360	119.5	14.5	18.0	82.0	80 - 100	P.E. Bulk (Base Seca) = gr/cm ³			
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada) = gr/cm ³			
# 16	1.180	165.5	20.1	38.1	61.9	50 - 85	P.E. Aparente (Base Seca) = gr/cm ³			
# 30	0.600	190.2	23.1	61.2	38.8	25 - 60	Absorción = %			
# 40	0.420									
# 50	0.300	165.5	20.1	81.3	18.7	10 - 30	OBSERVACIONES:			
# 80	0.180									
# 100	0.150	90.2	11.0	92.3	7.7	2 - 10				
# 200	0.075	45.5	5.5	97.8	2.2	0 - 5				
< # 200	FONDO	18.1	2.2	100.0						
FINO		794.5								
TOTAL		823.3								

CURVA GRANULOMÉTRICA



CONTRATISTA		SUPERVISIÓN	
 GILMER MANRIQUE CASTRO TÉCNICO LABORATORISTA DE SUELOS, CEMENTOS Y CONCRETO EST. TECNICO RD-100-2012			
EC. CONTROL DE CALIDAD	RP. CONTROL DE CALIDAD	TEC. SUPERVISIÓN	ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.



LAB. ESTUDIOS G.M

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTROL DE ENSAYO QUE PASA POR EL TAMIZ (N 200)

(NORMA MTC E 214)

REGISTRO :

Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (f_c 400 kg/cm²) SULLANA- PIURA

REALIZADO POR: GILMER MANRIQUE

MATERIAL: Arena Natural

FECHA MUESTREO: 1/10/2022

CANTERA: PAMPA LARGA

HORA MUESTRO: -

FECHA ENSAYO: 1/10/2022

UBICACION: -

MUESTREADO POR: GILMER MANRIQUE

SOLICITA: Jesús Gregorio Atoche Alburqueque, Jonathan Smith cungiarachi Zapata

		MUESTRA		Promedio
Peso Original de la Muestra Seca		775.50		
Peso de la Muestra Seca Despues de Lavada		755.20		
Diferencia		20.30		
% del Material Fino que Pasa el Tamiz N 200		2.62		

Elaborado por		
Nombre:	D:	
M:		
A:		

GILMER MANRIQUE CASTRO
TECNICO LABORATORISTA
SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO
FICHA - SENCICO RD 100-2012

Revisado por		
Nombre:	D:	
M:		
A:		

Aprobado por		
Nombre:	D:	
M:		
A:		



LAB. ESTUDIOS G.M

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS


EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

OBRA	: Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia ($f'c$ 400 kg/cm ²) SULLANA- PIURA	REGISTRO No	: ARN_1
		TÉCNICO	: GILMER MANRIQUE
MATERIAL	: Arena Natural	HECHO POR	: -
CANTERA	: PAMPA LARGA	LUGAR	: -
UBICACIÓN	: Jesús Gregorio Atoche Alburqueque, Jonathan Smith cungjarachi Zapata	FECHA	: 1/10/2022

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN			
	1	2	3	4
Hora de entrada a saturación	00:00	00:02	00:04	
Hora de salida de saturación (más 10')	00:10	00:12	00:14	
Hora de entrada a decantación	00:12	00:14	00:16	
Hora de salida de decantación (más 20')	00:32	00:34	00:36	
Altura máxima de material fino (cm)	4.40	4.50	4.50	
Altura máxima de la arena (cm)	3.40	3.50	3.40	
Equivalente de arena (%)	78	78	76	
Equivalente de arena promedio (%)	77.3			
Resultado equivalente de arena (%)	78			

Observaciones	

CONTRATISTA		SUPERVISIÓN	
 GILMER MANRIQUE DE CASTRO TÉCNICO SUPERVISOR DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST - SENECO RD 100-2012			
TEC. CONTROL DE CALIDAD	RP. CONTROL DE CALIDAD	TEC. SUPERVISIÓN	ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.

HUMEDAD



LAB. ESTUDIOS G.M

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

OBRA	: Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (f'c 400 kg/cm ²) SULLANA-PIURA	N° REGISTRO	: ARN_1
TRAMO	:	TÉCNICO	: GILMER MANRIQUE
MATERIAL	:	FECHA	: 1/10/2022
CALICATA	: Arena Natural	HECHO POR	: E.V.A
MUESTRA	: M-1	DEL KM	: -
PROFUND.	: -	AL KM	: -
CANTERA	: PAMPA LARGA	CARRIL	: -
UBICACIÓN	: Jesús Gregorio Atoche Alburqueque, Jonathan Smith cungiarachi Zapata		

	Descripción	1
	Peso de tara (gr)	
	Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	662.2
	Peso de la tara + muestra seca (gr)	650.7
	Peso del agua contenida (gr)	11.5
	Peso de la muestra seca (gr)	650.7
	Contenido de Humedad (%)	1.8
	Contenido de Humedad Promedio (%)	1.8

CONTRATISTA: GILMER MANRIQUE CASTRO TÉCNICO SUPERVISORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST. SENCICO RD 100-2012 ING. RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	
	TEC. RESPONSABLE	ING. RESPONSABLE



LAB. ESTUDIOS G.M

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

OBRA	: Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia (f'c 400 kg/cm ²) SULLANA-PIURA	N° REGISTRO	: ARN_1
		TÉCNICO	: GILMER MANRIQUE
MATERIAL	: Arena Natural	FECHA	: 1/10/2022
MUESTRA	: -	HECHO POR	: E.V.A
CANTERA	: PAMPA LARGA	HORA	:
UBICACIÓN	: Jesús Gregorio Atoche Albuquerque, Jonathan Smith cungiarachi Zapata		

AGREGADO FINO PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	20105	20092	20081	
Peso del recipiente	(gr)	11574	11574	11574	
Peso de la muestra	(gr)	8531	8518	8507	
Volumen	(cm ³)	5415	5415	5415	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1575	1573	1571	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1573			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	20788	20688	20871	
Peso del recipiente	(gr)	11574	11574	11574	
Peso de la muestra	(gr)	9214	9114	9297	
Volumen	(cm ³)	5415	5415	5415	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1702	1683	1717	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1701			

OBSERVACIONES	

CONTRATISTA		SUPERVISIÓN	
 GILMER MANRIQUE CASTRO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST. SENCICO RD 100-2012			
TEC. CONTROL DE CALIDAD	RP. CONTROL DE CALIDAD	TÉCNICO SUPERVISIÓN	ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA	: Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia ($f'c$ 400 kg/cm ²) SULLANA-PIURA	N° REGISTRO	: ARN_1
TRAMO	:	TÉCNICO	: GILMER MANRIQUE
MATERIAL	: Arena Natural	FECHA	: 1/10/2022
CALICATA	: -	HECHO POR	: E.V.A
MUESTRA	: -	DEL KM	: -
PROFUND.	: -	AL KM	: -
CANTERA	: PAMPA LARGA	CARRIL	: -
UBICACIÓN	: Jesús Gregorio Atoche Albuquerque, Jonathan Smith cungjarachi Zapata		

DATOS DE LA MUESTRA

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)				
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)				
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)				
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)				
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm ³)				PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C				
	Pe bulk (Base saturada) = A/C				
	Pe aparente (Base Seca) = D/E				
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)				

GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	731.2	749.7		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1231.2	1249.7		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	1039.25	1057.95		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	191.9	191.8		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	495.0	495.3		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	186.9	187.07		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.579	2.583		2.581
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.605	2.607		2.606
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.648	2.648		2.648
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.01	0.95		0.98

OBSERVACIONES:

CONTRATISTA		SUPERVISIÓN	
TEC. CONTROL DE CALIDAD	RP. CONTROL DE CALIDAD	TÉCNICO SUPERVISIÓN	ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.



Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico

$f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$

Elementos : Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia ($f_c 400 \text{ kg/cm}^2$) SULLANA- PIURA
Cemento : PACASMAYO TIPO - MS
Ag. Fino : Cantera PAMPA LARGA REGISTRO : DC-001
Ag. Grueso : HUSO 57 Cantera MARIA JOSE DEL NORTE
Aditivo : 1 : Z RR Plast - 971
Agua : POTABLE FECHA : 1-10-22
Aditivo : 1 : Dosis 1.00% P.Especif, 1.195 kg/ft
Aditivo : 2 : Dosis _____ P. Especific, _____ kg/ft

Asentamiento : 3" - 5"

Concreto : **sin** aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m ³	2606	2743	3160
Peso Unitario Suelto	1573	1481	1501
Peso Unitario Varillado	1701	1540	
Módulo de fineza	2.94		
% Humedad Natural	1.80	0.70	
% Absorción	0.98	0.84	
Tamaño Máximo Nominal		3/4"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
235.0	0.44	534.1	2%

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregado
0.235	0.169	0.000	0.404	0.596
Relacion agregados en mezcla ag. ff ag. gr.			48%	52%

Volumen absoluto de agregados	
0.596	m3

Fino 48% 0.286 m3 745 kg/m3

Grueso 52% 0.310 m3 850 kg/m3

Pesos de los elementos kg/m3 de mezcla

	Secos	Corregidos
Cemento	534	534
Agr. fino	745	751
Agr. grueso	850	849
Agua	235.0	230
Aditivo:1	5.34	6.38
Aditivo :2	0.00	0.00
Colada kg/m ³	2369	2371

Aporte de agua en los agregados

Ag. fino	-6.11
Ag. grueso	1.19
Agua libre	-4.92
Agua efectiva	230.1

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio

	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo I (lt)	Aditivo II (lt)
En m3	0.356	0.478	0.573	230.1		
En pie3	12.57	16.87	20.24	230.1		

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 (gr)	Aditivo 2 (gr)	Observaciones :
	1	1.407	1.589	0.431	10		
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie3)	Ag. Grueso (pie3)	Agua (lt)	Aditivo 1 (ml)	Aditivo 2 (ml)	
	1	1.3	1.6	18.3			Se utilizo Cemento Portland Tipo MS ADITIVO Z RR Plast - 971

Elaborado por	
	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre:	D:
	M:
Firma:	A:

Supervisado por	
Nombre:	D:
	M:
Firma:	A:



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, 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: "Diseño de mezcla en laboratorio de un concreto de alta resistencia para tránsito pesado (f'c 400 kg/cm²) Sullana, 2022.", cuyos autores son ATOCHE ALBURQUEQUE JESUS GREGORIO, CUNGIARACHI ZAPATA JONATHAN SMITH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27.00%, 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, 28 de Junio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO DNI: 70407573 ORCID: 0000-0003-0254-301X	Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 04-07- 2023 02:44:47

Código documento Trilce: TRI - 0558131