

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL



TESIS

El PVC triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido

Para Optar : El Grado Académico de Maestro en Ingeniería Civil Mención en: Ingeniería de Transportes

Autor : Bach. Betzy Sadhit Atencio Yachas.

Asesor : Mg. Jesús Iden Cardenas Capcha.

Línea de investigación : Transporte y Urbanismo.

Fecha de inicio y culminación : 01-01-2022 / 30-05-2022

Huancayo – Perú

Octubre - 2023

JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



Dr. Aguedo Alvaro Bejar Mormontoy
Presidente



Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Miembro



Dr. Carlos Rosario Sánchez Guzmán
Miembro



Mtro. Alcides Luis Fabian Brañez
Miembro



Dr. Manuel Silva Infantes
Secretario Académico

Dedicatoria

- A mi familia, en quiénes puedo confiar siempre y me acompañan tanto en momentos felices y difíciles.

Agradecimiento

- A mis padres, quienes son el motor que impulsan mis sueños y esperanzas.

CONSTANCIA DE SIMILITUD



NUEVOS TIEMPOS
NUEVOS DESAFÍOS
NUEVOS COMPROMISOS

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0040 - POSGRADO - 2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **TESIS**, titulada:

EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. ATENCIO YACHAS BETZY SADHIT**

Asesor(a) : **Mtro. CARDENAS CAPCHA JESUS IDEN**

Fue analizado con fecha 15/02/2023; con 260 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye Citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

| |
|---|
| X |
| X |
| X |
| |

El documento presenta un porcentaje de similitud de **21 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 15 de febrero de 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

Contenido

| | |
|--|-----------|
| Dedicatoria | 3 |
| Agradecimiento | 4 |
| Contenido | 5 |
| Contenido de tablas | 10 |
| Contenido de figuras | 14 |
| Resumen | 16 |
| Abstract | 17 |
| Introducción | 18 |
| CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 21 |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática | 21 |
| 1.2. Delimitación del problema | 22 |
| 1.2.1. Temporal | 22 |
| 1.2.2. Espacial | 22 |
| 1.3. Formulación del problema | 22 |
| 1.3.1. Problema general | 22 |
| 1.3.2. Problemas específicos | 22 |
| 1.4. Justificación | 23 |
| 1.4.1. Social | 23 |
| 1.4.2. Teórica | 24 |
| 1.4.3. Metodológica | 24 |
| 1.5. Objetivos | 24 |
| 1.5.1. Objetivo general | 24 |
| 1.5.2. Objetivos específicos | 24 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO | 26 |
| 2.1. Antecedentes | 26 |
| 2.1.1. Nacionales | 26 |
| 2.1.2. Internacionales | 29 |
| 2.2. Bases teóricas o científicas | 33 |
| 2.2.1. Concreto autocompactante | 33 |
| 2.2.2. Reciclaje de PVC | 33 |
| 2.2.3. Requisitos de los agregados para losa de pavimento rígido | 34 |
| 2.2.4. Propiedades reológicas del concreto autocompactante | 37 |
| 2.2.5. Propiedades mecánicas del concreto autocompactante | 40 |
| 2.3. Marco conceptual | 42 |
| CAPÍTULO III HIPÓTESIS | 44 |
| 3.1. Hipótesis general | 44 |
| 3.2. Hipótesis específicas | 44 |
| 3.3. Variables | 45 |
| 3.3.1. Definición conceptual de las variables | 45 |
| 3.3.2. Operacionalización de las variables | 45 |
| CAPÍTULO IV METODOLOGÍA | 47 |
| 4.1. Método de investigación | 47 |
| 4.2. Tipo de investigación | 47 |
| 4.3. Nivel de investigación | 47 |
| 4.4. Diseño de la investigación | 48 |
| 4.5. Población y muestra | 48 |
| 4.5.1. Población | 48 |

| | |
|---|-----------|
| 4.5.2. Muestra | 49 |
| 4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 50 |
| 4.6.1. Técnicas de recolección de datos | 50 |
| 4.6.2. Instrumentos de recolección de datos | 50 |
| 4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos | 51 |
| 4.8. Aspectos éticos de la investigación | 55 |
| CAPÍTULO V RESULTADOS | 56 |
| 5.1. Descripción de resultados | 56 |
| 5.1.1. Granulometría de los agregados | 56 |
| 5.1.2. Propiedades de los agregados | 58 |
| 5.1.3. Diseño de mezcla del concreto autocompactante | 59 |
| 5.1.4. Flujo de asentamiento del concreto autocompactante con PVC como agregado grueso | 61 |
| 5.1.5. Habilidad de paso del concreto autocompactante | 63 |
| 5.1.6. Segregación estática | 67 |
| 5.1.7. Resistencia a compresión | 68 |
| 5.1.8. Resistencia flexo tracción | 72 |
| 5.1.9. Costo | 75 |
| 5.2. Contrastación de hipótesis | 77 |
| 5.2.1. Respecto a la hipótesis específica “a” | 79 |
| 5.2.2. Respecto a la hipótesis específica “b” | 83 |
| 5.2.3. Respecto a la hipótesis específica “c” | 91 |
| 5.2.4. Respecto a la hipótesis específica “d” | 94 |
| 5.2.5. Respecto a la hipótesis específica “e” | 101 |

| | |
|---|-----|
| 5.2.6. Respecto a la hipótesis específica “f” | 104 |
| ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 106 |
| CONCLUSIONES | 112 |
| RECOMENDACIONES | 115 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 117 |
| ANEXOS | 119 |
| Matriz de consistencia | 120 |
| Matriz de consistencia | 121 |
| Matriz de operacionalización de variables | 123 |
| Instrumentos de la investigación | 125 |
| Validación de instrumentos | 192 |
| Certificados de ensayos realizados | 196 |
| Análisis de costos unitarios | 239 |
| Data para el procesamiento de datos | 242 |
| Autorización del laboratorio para la ejecución de ensayos | 245 |
| Panel fotográfico | 247 |

Contenido de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Requisitos granulométricos del agregado fino. | 34 |
| Tabla 2. Requisitos de calidad del agregado fino. | 35 |
| Tabla 3. Requisitos granulométricos del agregado grueso. | 36 |
| Tabla 4. Requisitos de calidad del agregado grueso. | 37 |
| Tabla 5. Evaluación del bloqueo del concreto autocompactante. | 39 |
| Tabla 6. Clases de segregación estática. | 40 |
| Tabla 7. Operacionalización de las variables. | 46 |
| Tabla 8. Número de mediciones para el desarrollo de la investigación. | 50 |
| Tabla 9. Normas técnicas peruanas para la medición de las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante. | 51 |
| Tabla 10. Resultados de los ensayos realizados en laboratorio al concreto. | 53 |
| Tabla 11. Granulometría del agregado grueso. | 56 |
| Tabla 12. Granulometría del agregado fino. | 57 |
| Tabla 13. Granulometría del PVC triturado. | 57 |
| Tabla 14. Propiedades de los agregados finos. | 58 |
| Tabla 15. Propiedades de los agregados gruesos. | 59 |
| Tabla 16. Dosificación con corrección de la humedad para el concreto autocompactante convencional. | 60 |
| Tabla 17. Dosificación con corrección de la humedad para el concreto autocompactante con 5 % de PVC como AG. | 60 |
| Tabla 18. Dosificación con corrección de la humedad para el concreto autocompactante con 20 % de PVC como AG. | 60 |
| Tabla 19. Dosificación con corrección de la humedad para el concreto autocompactante con 40 % de PVC como AG. | 60 |

| | |
|--|----|
| Tabla 20. Resultados del flujo de asentamiento del concreto autocompactante. | 61 |
| Tabla 21. Resultados del flujo de asentamiento por medio del anillo J del concreto autocompactante. | 63 |
| Tabla 22. Habilidad de paso del concreto autocompactante. | 65 |
| Tabla 23. Resultados de la segregación estática del concreto autocompactante. | 67 |
| Tabla 24. Resultados de la resistencia a compresión a los 7 días del concreto autocompactante. | 68 |
| Tabla 25. Resultados de la resistencia a compresión a los 14 días del concreto autocompactante. | 69 |
| Tabla 26. Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del concreto autocompactante. | 70 |
| Tabla 27. Resultados de la resistencia flexo tracción a los 14 días de los concretos autocompactantes. | 72 |
| Tabla 28. Resultados de la resistencia flexo tracción a los 28 días de los concretos autocompactantes. | 73 |
| Tabla 29. Cantidad de los materiales que componen el concreto autocompactante. | 75 |
| Tabla 30. Costo por componentes de la elaboración del concreto autocompactante. | 76 |
| Tabla 31. Prueba de normalidad de datos obtenidos. | 78 |
| Tabla 32. ANOVA de un factor para el objetivo específico “a”. | 79 |
| Tabla 33. Comparación de grupos en relación al flujo de asentamiento del concreto autocompactante. | 82 |
| Tabla 34. Subconjuntos homogéneos respecto al tiempo del flujo de asentamiento del concreto autocompactante. | 83 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 35. Subconjuntos homogéneos respecto al diámetro del flujo de asentamiento del concreto autocompactante. | 83 |
| Tabla 36. ANOVA de un factor para el objetivo específico “b”. | 84 |
| Tabla 37. Comparación de grupos en relación a la habilidad de paso del concreto autocompactante. | 88 |
| Tabla 38. Subconjuntos homogéneos respecto al tiempo de flujo de asentamiento con anillo J del concreto autocompactante. | 90 |
| Tabla 39. Subconjuntos homogéneos respecto al diámetro de flujo de asentamiento con anillo J del concreto autocompactante. | 90 |
| Tabla 40. Subconjuntos homogéneos respecto a la habilidad de paso del concreto autocompactante. | 90 |
| Tabla 41. ANOVA de un factor para el objetivo específico “c”. | 91 |
| Tabla 42. Comparación de grupos en relación a la segregación estática del concreto autocompactante. | 93 |
| Tabla 43. Subconjuntos homogéneos respecto a la segregación estática del concreto autocompactante. | 94 |
| Tabla 44. ANOVA de un factor para el objetivo específico “d”. | 95 |
| Tabla 45. Comparación de grupos en relación a la resistencia a compresión del concreto autocompactante. | 98 |
| Tabla 46. Subconjuntos homogéneos respecto a la resistencia a compresión a los 7 días del concreto autocompactante. | 100 |
| Tabla 47. Subconjuntos homogéneos respecto a la resistencia a compresión a los 14 días del concreto autocompactante. | 100 |
| Tabla 48. Subconjuntos homogéneos respecto a la resistencia a compresión a los 28 días del concreto autocompactante. | 100 |
| Tabla 49. ANOVA de un factor para el objetivo específico “e”. | 101 |
| Tabla 50. Comparación de grupos en relación a la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante. | 103 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 51. Subconjuntos homogéneos respecto a la resistencia a flexo tracción a los 14 días del concreto autocompactante. | 104 |
| Tabla 52. Subconjuntos homogéneos respecto a la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto autocompactante. | 104 |
| Tabla 53. Resumen de la prueba de Kruskal – Wallis. | 105 |
| Tabla 54. Comparación de grupos mediante el método de Kruskal – Wallis. | 105 |
| Tabla 55. Operacionalización de las variables. | 124 |
| Tabla 56. Resultados de los ensayos realizados en laboratorio al concreto. | 243 |

Contenido de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Vista del concreto autocompactante. | 33 |
| Figura 2. Vista del ensayo de flujo de asentamiento en el concreto autocompactante. | 38 |
| Figura 3. Vista del ensayo de habilidad de paso del concreto autocompactante. | 39 |
| Figura 4. Vista del ensayo para la obtención de la resistencia a compresión del concreto autocompactante. | 41 |
| Figura 5. Vista del ensayo para determinar la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante. | 41 |
| Figura 6. Distribución granulométrica del agregado grueso. | 56 |
| Figura 7. Distribución granulométrica del agregado fino. | 57 |
| Figura 8. Distribución granulométrica del PVC triturado. | 58 |
| Figura 9. Tiempo y diámetro del flujo de asentamiento del concreto autocompactante. | 62 |
| Figura 10. Variación del tiempo y diámetro del flujo de asentamiento del concreto autocompactante. | 62 |
| Figura 11. Tiempo y diámetro del flujo de asentamiento por medio del anillo J concreto autocompactante. | 64 |
| Figura 12. Variación del tiempo y diámetro del flujo de asentamiento por medio del anillo J concreto autocompactante. | 64 |
| Figura 13. Habilidad de paso del concreto autocompactante. | 66 |
| Figura 14. Variación de la habilidad de paso del concreto autocompactante. | 66 |
| Figura 15. Segregación del concreto autocompactante. | 68 |
| Figura 16. Variación de la segregación del concreto autocompactante. | 68 |
| Figura 17. Resistencia a compresión del concreto autocompactante. | 71 |

| | |
|---|-----|
| Figura 18. Variación de la resistencia a compresión a los 7 días del concreto autocompactante. | 71 |
| Figura 19. Variación de la resistencia a compresión a los 14 días del concreto autocompactante. | 72 |
| Figura 20. Variación de la resistencia a compresión a los 28 días del concreto autocompactante. | 72 |
| Figura 21. Resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante. | 74 |
| Figura 22. Variación de la resistencia a flexo tracción a los 14 días del concreto autocompactante. | 74 |
| Figura 23. Variación de la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto autocompactante | 75 |
| Figura 24. Variación del costo del concreto autocompactante y la resistencia a la compresión. | 76 |
| Figura 25. Gráfica de distribución F para el tiempo de flujo de asentamiento. | 80 |
| Figura 26. Gráfica de distribución F para el diámetro de flujo de asentamiento. | 80 |
| Figura 27. Gráfica de distribución F para el tiempo de flujo de asentamiento con anillo J. | 85 |
| Figura 28. Gráfica de distribución F para el diámetro de flujo de asentamiento con anillo J. | 85 |
| Figura 29. Gráfica de distribución F para la habilidad de paso. | 86 |
| Figura 30. Gráfica de distribución F para la segregación estática. | 92 |
| Figura 31. Gráfica de distribución F para la resistencia a compresión. | 96 |
| Figura 32. Gráfica de distribución F para la resistencia a flexión. | 102 |

Resumen

Esta investigación tuvo como problema general: ¿Cuál es el efecto del PVC triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido?, el objetivo general fue: Evaluar el efecto del PVC triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido y la hipótesis a contrastar fue: El PVC triturado como sustituto del agregado grueso mejora las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante siendo apto para pavimento rígido. El método de investigación fue el experimental, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel fue explicativo y el diseño fue experimental; en cuanto a la población, correspondió al concreto autocompactante convencional y con sustitución parcial del agregado grueso por PVC, que fue diseñado para una resistencia de diseño $f'c$: 280 kg/cm², mientras que, la muestra según la técnica de muestreo no probabilístico intencional fueron 192 muestras. La conclusión fue que, el PVC triturado como sustituto del agregado grueso mejora las propiedades reológicas del concreto autocompactante; sin embargo, se encontró mínimas reducciones en las propiedades mecánicas, siendo posible emplearlo como losa de pavimento rígido.

Palabras clave: PVC, agregado, flujo, habilidad de paso, segregación, resistencia.

Abstract

The general problem of this research was: What is the effect of crushed PVC as a substitute for coarse aggregate on the rheological and mechanical properties of self-compacting concrete for rigid pavement? The general objective was: To evaluate the effect of crushed PVC as a substitute for coarse aggregate on the rheological and mechanical properties of self-compacting concrete for rigid pavement, and the hypothesis to be tested was: Crushed PVC as a substitute for coarse aggregate improves the rheological and mechanical properties of self-compacting concrete suitable for rigid pavement. The research method was experimental, the type of research was applied, the level was explanatory and the design was experimental; as for the population, it corresponded to conventional self-compacting concrete with partial substitution of the coarse aggregate by PVC, which was designed for a design strength f_c : 280 kg/cm², while the sample according to the non-probabilistic purposive sampling technique was 192 samples. The conclusion was that crushed PVC as a substitute for coarse aggregate improves the rheological properties of self-compacting concrete; however, minimal reductions in mechanical properties were found, making it possible to use it as a rigid pavement slab.

Keywords: PVC, aggregate, flow, ability to pass, segregation, strength.

Introducción

La investigación que lleva por título “El PVC triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido” se fundamenta principalmente en que en la provincia de Huancayo no se cuenta con proyectos que hayan empleado el concreto autocompactante, a pesar de tener excelentes propiedades tanto reológicas y mecánicas cuando es utilizado en pavimento rígido. Asimismo, se tiene la presencia de grandes cantidades de residuos sólidos como el PVC que puede ser empleado como agregado grueso lográndose reducirse de esa manera la extracción desmesurada de los agregados pétreos.

Se planteó como objetivo general evaluar el efecto del PVC triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido, mientras que, como objetivos específicos se consideró determinar cómo interviene la cantidad del PVC triturado en el flujo de asentamiento, la habilidad de paso, en la resistencia a compresión y flexo tracción.

Por lo tanto, se procedió a diseñar el concreto autocompactante buscando una resistencia a compresión de 280 kg/cm^2 , además se procedió con el reemplazo del agregado grueso por PVC triturado en diferentes proporciones de 5 %, 20 % y 40 % en relación a su peso. Lográndose medir de esa manera cada una de las propiedades reológicas y mecánicas del concreto.

Para una mejor comprensión, a continuación, se procede a detallar los capítulos de la presente investigación:

Capítulo I: Planteamiento del problema. – En esta sección se aborda la exposición de la situación problemática actual, se establece el contexto temporal y espacial de la investigación, se plantea el problema general y los problemas específicos, se proporciona la justificación social, teórica y metodológica de la investigación y, por último, se presentan los objetivos que se persiguen.

Capítulo II: Marco teórico. – Se detalló los antecedentes nacionales e internacionales, las bases teóricas y científicas referente a concreto autocompactante, reciclaje de PVC, requisitos de los agregados para losa de pavimento rígido, las propiedades reológicas del concreto autocompactante como flujo de asentamiento, habilidad de paso y segregación estática; además, se fundamenta las propiedades mecánicas del concreto como la resistencia a compresión y flexotracción, por último, se tiene al marco conceptual.

Capítulo III: Hipótesis. – Línea donde se plasmó las hipótesis y las variables, considerando su definición y la respectiva operacionalización.

Capítulo IV: Metodología. – Se detallaron el enfoque metodológico, la tipología de investigación, el nivel y el diseño del estudio, así como la población y muestra seleccionada. Se describieron las técnicas e instrumentos utilizados para recopilar los datos, así como los métodos de procesamiento y análisis de la información. Además, se abordaron los aspectos éticos considerados en el desarrollo de la investigación.

Capítulo V: Resultados. – Se estableció la descripción de los resultados partiendo de la granulometría de los agregados, las propiedades de los agregados y el diseño de mezcla del concreto autocompactante, para continuar con el flujo de

asentamiento, la habilidad de paso y la segregación estática, además de la resistencia a compresión y flexo tracción. Además, un aspecto esencial de esta investigación implica la verificación y contrastación de las hipótesis formuladas.

Como parte final se tiene incluye la discusión de los resultados obtenidos, las conclusiones derivadas de los hallazgos, las recomendaciones basadas en los resultados del estudio, las referencias bibliográficas que respaldan la investigación, y los anexos, como la matriz de consistencia y la matriz de operacionalización de las variables, la validación de instrumentos, los certificados de ensayos realizados, la data del procesamiento de datos, la autorización del laboratorio donde se realizó los ensayos y el panel fotográfico.

Bach. Betzy Sadhit Atencio Yachas

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En el ámbito global, el concreto autocompactante se ha vuelto ampliamente utilizado en la construcción de edificios e infraestructura vial debido a sus ventajas significativas, como la reducción de tiempos en obra y el mejor control de calidad que ofrece. Además, su empleo contribuye a abordar la problemática asociada con los residuos de construcción y demolición, como el PVC, surgiendo como solución el uso de estos en la producción de concretos sostenibles (Silva-Urrego y Delvasto-Arjona, 2020).

A nivel nacional, la implementación del concreto autocompactante no se da en demasía debido al desconocimiento sobre su elaboración y las numerosas ventajas que presenta durante su ejecución (Chanta y Zuta, 2020); pues, su empleo sólo se ha visto en grandes infraestructuras de la capital y las principales ciudades como Arequipa y Piura (Rodríguez, 2019).

A nivel regional, no se cuenta con proyectos que hayan utilizado el concreto autocompactante tanto en edificaciones ni infraestructura vial; a pesar que, se viene presentando el boom de la construcción sobre todo en la provincia de Huancayo, asimismo, en cuanto a los residuos de construcción como restos de PVC sí se nota el incremento al no contar con lugares donde disponerlos ni opciones de manejo de los mismos.

En consecuencia, con el objetivo de avanzar en el diseño de concretos autocompactantes sostenibles, se consideró durante el desarrollo de esta

investigación reemplazar parcialmente el contenido de agregado grueso por PVC triturado en dosificaciones de 0 %, 5 %, 20 % y 40 %, corroborando después las variaciones de las propiedades reológicas y mecánicas en relación a un concreto autocompactante convencional.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Temporal

Esta investigación se desarrolló en aproximadamente cuatro meses desde la elaboración del plan de tesis y la ejecución del mismo.

1.2.2. Espacial

El desarrollo de esta investigación tuvo lugar en un entorno de laboratorio situado en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo, en el departamento de Junín.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto del PVC triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido?

1.3.2. Problemas específicos

a) ¿Cómo interviene la cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso en el flujo de asentamiento del concreto autocompactante para pavimento rígido?

- b) ¿Qué efecto trae consigo la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la habilidad de paso del concreto autocompactante para pavimento rígido?
- c) ¿Cuál es el efecto de la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la segregación estática del concreto autocompactante para pavimento rígido?
- d) ¿Cómo interviene la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto autocompactante para pavimento rígido?
- e) ¿Qué efecto trae consigo la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante para pavimento rígido?
- f) ¿Cuál es la variación del costo de la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso del concreto autocompactante para pavimento rígido?

1.4. Justificación

1.4.1. Social

Con el desarrollo de la investigación se ha de contribuir a la sociedad ofreciendo un uso alternativo de los residuos de PVC que, producto de la construcción genera perjuicios al medio ambiente; asimismo, al reemplazar el agregado grueso se reduciría los costos de producción de los concretos autocompactantes y se aseguraría el mantenimiento de los

agregados naturales que son explotados de los ríos indiscriminadamente afectando el medio ambiente.

1.4.2. Teórica

Esta investigación propone un concreto autocompactante sostenible cuyas propiedades reológicas y mecánicas podrán ser mejores o similares a otro concreto autocompactante convencional, para lo cual se especificará además el porcentaje idóneo a reemplazar el agregado grueso por PVC triturado.

1.4.3. Metodológica

La investigación instituyó el proceso para la preparación de concreto autocompactante con PVC triturado, permitiéndole servir de guía en investigaciones similares o proyectos de ingeniería que busquen utilizar opciones más sostenibles.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del PVC triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar cómo interviene la cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso en el flujo de asentamiento del concreto autocompactante para pavimento rígido.

- b) Establecer qué efecto trae consigo la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la habilidad de paso del concreto autocompactante para pavimento rígido.
- c) Determinar el efecto de la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la segregación estática del concreto autocompactante para pavimento rígido.
- d) Establecer cómo interviene la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto autocompactante para pavimento rígido.
- e) Determinar qué efecto trae consigo la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante para pavimento rígido.
- f) Estimar la variación del costo de la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso del concreto autocompactante para pavimento rígido.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Andía (2022) desarrolló una tesis de doctorado para la obtención del grado de doctora en Ciencias Ambientales en la Universidad Mayor de San Marcos, con el objetivo de evaluar las características del concreto incluyendo materiales recuperados de poliestireno en la ciudad de Huancayo. Con este propósito, es que siguió una metodología experimental que consistió en el diseño y fabricación de mezclas de concreto para una resistencia a la compresión a los 28 días de 210 kg/cm^2 que incluyera dosis de poliestireno expandido y extruido en reemplazo del agregado grueso y fino en reemplazo del 30 y 60 % del agregado grueso y de 20, 40 y 70 % para el agregado fino; posteriormente evaluó sus propiedades físicas de densidad y asentamiento, y sus resistencias a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días. En cuanto a los resultados estos demostraron que se da una disminución gradual de la densidad del concreto, el asentamiento, así como en la resistencia a la compresión del concreto a medida que aumenta el volumen de plástico presente en su composición, es decir que la inclusión de poliestireno afecta las propiedades mecánicas del concreto, así como también reduce su densidad y la trabajabilidad de las mezclas. Concluye su investigación señalando que existe la posibilidad del uso de estos materiales plásticos, en bajas cantidades, pues afectan las características del concreto en todas sus fases.

Vasquez (2021) realizó una investigación de pregrado para obtener el grado académico de ingeniero civil en la Universidad Privada del Norte, con el objetivo de examinar los efectos que ocasionan las adiciones de plástico reciclado en las propiedades mecánicas del concreto. Con este fin, es que siguió una metodología que consistió en la recopilación de un conjunto de resultados de investigaciones sobre la inclusión de residuos de PET, PVC, PP y HDPE en reemplazo de agregado fino y agregado grueso, donde verificó los resultados a trabajabilidad mediante asentamiento y propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexión. A partir de ello, obtuvo como resultados que la inclusión de cualquier tipo de plástico en las mezclas de concreto no debería sobrepasar el 50 % de reemplazo de los agregados, también destaca los resultados del PVC pues estuvo relacionado con disminuciones de resistencia a la compresión, a la flexión, así como también reducciones en su asentamiento. De este modo, concluyo su estudio señalando que para el uso de PVC y plásticos en general para la elaboración de mezclas de concreto, es necesario tener partículas pequeñas de plástico, pero sin que lleguen a ser polvo, además de aplicar dosis de reemplazo inferiores al 50 %.

Chanta y Zuta (2020) realizaron la investigación de pregrado para obtener el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Ricardo Palma, con el objetivo de analizar la influencia de los aditivos superplastificantes como el policarboxilato en la mejora de las propiedades del concreto autocompactante. Por ello, analizaron investigaciones referidas a concreto autocompactante, que dio como resultado que con 0.45 % de aditivo PCE encontraron el mejor asentamiento de 780 mm, esto para una relación agua/cemento de 0.38 y agente modificador de 0.15 %. Concluyen entonces

que, la resistencia a compresión fue satisfactoria máxima de 73.48 MPa a los 28 días en las relaciones agua/cemento de 0.37 y aditivo de 0.30 %.

Garay y Sandoval (2020) desarrollaron la tesis de pregrado para optar el título profesional de ingenieros civiles en la Universidad César Vallejo, donde consideraron como objetivo determinar de qué manera el concreto autocompactante influye en el diseño de pavimentos rígidos. Por lo cual, realizaron el levantamiento topográfico del área de estudio, el estudio de tráfico y el estudio de mecánica de suelos de dos calicatas para obtener el contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR, logrando diseñar la estructura del pavimento y el concreto autocompactante. Como resultados obtuvieron que, con 0.7 % de aditivo por peso de cemento mejora la resistencia a compresión y tracción del concreto, pues tan sólo a los 14 días logró alcanzar un 87.9 % de la resistencia.

Rodríguez (2019) realizó la tesis de pregrado para obtener el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Privada del Norte, es así que consideró como objetivo del estudio el determinar cómo influye la adición del superplastificante tipo F en diferentes proporciones en las propiedades físicas como capacidad de llenado, capacidad de paso, viscosidad y resistencia a la segregación, y en las propiedades mecánicas como la resistencia a compresión. Por lo tanto, inició con la caracterización los agregados para continuar con el diseño de mezcla del concreto por el método ACI 211, procediendo con elaborar el concreto con diferentes dosificaciones de aditivo (0.15 %, 0.30 %, 0.45 %, 0.60 %, 0.75 % y 0.90 %) y continuó con

la medición de las propiedades en estado fresco como el flujo de asentamiento, a realizar el ensayo de embudo V, el ensayo de anillo japonés, ensayo de caja L, el de tamiz de segregación GTM, columna de segregación y resistencia a compresión. En consecuencia, llegó a concluir que, el aditivo brinda mejor trabajabilidad al concreto por la reacción química que produce sobre éste, mientras que, en la resistencia a compresión, los mayores valores se dieron con 0.60 % de aditivo Euco y 2.25 % de Sika.

2.1.2. Internacionales

Borhan, Abo Dhaheer y Mahdi (2020) realizaron un artículo científico titulado “Características del concreto autocompactante sostenible reforzado con fibras de materiales de desecho”, teniendo el objetivo de investigar la influencia de las fibras procedentes de diferentes materiales de desecho en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto autocompactante (SCC, por sus siglas en inglés). Para ello, siguieron una metodología experimental que consistió en la preparación de trece mezclas de concreto autocompactante para que consiguieran una resistencia a la compresión de 50 MPa a los 28 días a partir de la inclusión de fibra de madera (WF, por sus siglas en inglés), policloruro de vinilo (PVC), aluminio (AF, por sus siglas en inglés) y limadura de hierro (IF, por sus siglas en inglés) en dosis que comprende en 0.5, 1.0 y 1.5 % del volumen de la mezcla, de este modo, prosiguieron con el ensayo de trabajabilidad del concreto mediante el asentamiento, T₅₀₀, túnel en V y pruebas de caja L; posteriormente a la edad de 28 días de las mezclas de concreto realizaron ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. Los resultados de su investigación

dieron a conocer que en el estado fresco las mezclas de concreto cumplían con los criterios de autocompactación, sin embargo descubrieron que la inclusión de estas fibras afecta negativamente la trabajabilidad, especialmente cuando eran utilizadas al 1.5 % del volumen, por otro lado, las pruebas del estado endurecido resaltaron la influencia del PVC que ante mayores dosis de este material en la mezcla, la resistencia a la compresión aumenta ligeramente, mientras que la resistencia a la flexión es reducida. Concluyen su investigación señalando que el uso de estos materiales ofrece una alternativa sostenible, sin embargo, debe tenerse en cuenta la longitud y forma de las partículas, además del volumen, pues en general al ser materiales diferentes a los áridos su reacción en la mezcla es diferente a la de un agregado natural.

Silva-Urrego y Delvasto-Arjona (2020) desarrollaron un artículo científico con el objetivo de evaluar la influencia de los residuos de demolición y construcción en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto autocompactante. Por consiguiente, elaboraron un concreto de referencia, otro con 20 % de residuos de mampostería, otro con 20 % de residuos de mampostería y 10 % de agregado reciclado y otro con 20 % de residuos de mampostería y 59 % de agregado reciclado para medir la trabajabilidad, resistencia a compresión a los 28, 60 y 90 días, resistencia a tracción indirecta a los 28, 60 y 90 días; además, de resistencia a compresión diagonal de muretes. Como resultados encontraron respecto a la trabajabilidad que el uso de agregado reciclado perjudica esta propiedad, al igual que la resistencia a compresión, tracción indirecta y compresión diagonal de muretes. Concluyeron sin embargo que, los residuos de mampostería representan una

opción viable como sustituto parcial del cemento por haberse conservado mínimamente las características de trabajabilidad del concreto autocompactante.

Palencia (2020) realizó la investigación de posgrado para obtener el título de Magíster en Ingeniería – Estructuras en la Universidad Nacional de Colombia, con el objetivo de obtener las propiedades del concreto autocompactante en estado fresco con adición de polietileno de alta densidad (PEAD) recuperado y granulado. En consecuencia, utilizó 8 %, 10 % y 12 % de PEAD en reemplazo del agregado fino, para luego realizar diversos ensayos para determinar las propiedades en estado fresco del concreto como el slump Flow, flujo libre, anillo J, caja en L y columna de segregación. Como resultados encontró que, las propiedades reológicas cumplieron con lo establecido por las normas colombianas e internacionales, más presentaron bloqueo en el ensayo del anillo J, siendo necesario aplicar energía de colocación controlada durante el vaciado a fin de que el PEAD no salga a flote. Concluyó que, el concreto autocompactante con PEAD presenta mejor trabajabilidad, a diferencia que la resistencia a compresión se reduce en hasta un 16 % en relación a la muestra patrón.

Atmaca et al. (2018) desarrollaron un artículo de investigación, cuyo objetivo fue el de investigar los efectos que tiene la inclusión de polvo de PVC en la resistencia a la compresión y el comportamiento de retracción del concreto autocompactante. En esa línea, siguieron una metodología experimental que consistió en el diseño de mezclas de concreto autocompactante con un contenido de 550 kg/m^3 de cemento y una relación

agua/cemento de 0.35 y con polvo de PVC en sustitución del cemento Portland al 0, 5, 10, 15, 20 y 25 %, sumado a ello, incluyeron cenizas volantes en una cantidad de 110 kg/m³, formando así seis mezclas de concreto incluyendo el patrón (el del 0 %). De su investigación, obtuvieron como resultados que la resistencia a la compresión de las muestras disminuye significativamente a medida que se aumenta el contenido de PVC, siendo de igual forma con la contracción por secado del concreto, así mismo a mayores cantidades de polvo de PVC se ve disminuida la pérdida de peso del concreto y también encontraron una disminución en la tasa de retracción contenida. Luego de un análisis de los resultados obtenido llegaron a la conclusión de que el PVC en las mezclas de concreto autocompactante empeora las propiedades buscadas en un concreto de este tipo, pues hallaron que existe una disminución del volumen de los poros y el ancho de las grietas de contracción restringida.

González et al. (2018) realizaron el artículo científico, con el objetivo de analizar la influencia de variar los materiales en el comportamiento reológico del concreto autocompactante. Por ello, consideraron sustituir 20 %, 50 % y 100 % del volumen por agregados reciclados, para realizar los ensayos de stress growth test y flow curve test. Como resultados encontraron que la reducción del superplastificante reduce los parámetros reológicos del concreto, a diferencia si se incrementa su contenido. Concluyeron que el concreto autocompactante con agregado reciclado es más sensible que un concreto convencional, por la variación del contenido de agua.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Concreto autocompactante

Representa un concreto de alta fluidez que no se segrega, pudiendo extenderse en su lugar, rellenar el molde que lo almacena, hasta encapsular el acero de reforzamiento, sin requerir que sea compactado mecánicamente, es así que, se mejora la eficiencia en la construcción, tal como se muestra en la Figura 1. Este concreto es diferenciado por las propiedades en estado fresco que posee; en cuanto a su composición se tiene agregados gruesos, finos, cemento, agua y aditivos pudiendo ser químicos u otros suplementarios como metacaolín, humo de sílice, escoria, ceniza volantes, etc. (Palencia, 2020).

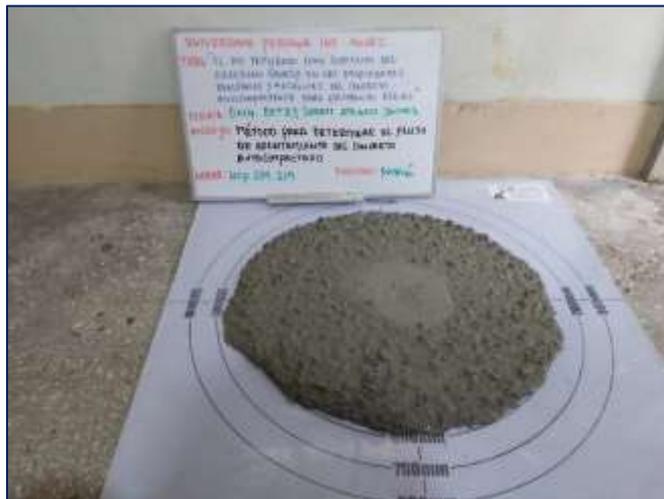


Figura 1. Vista del concreto autocompactante.

2.2.2. Reciclaje de PVC

El reciclaje del PVC se da por medio de procesos fisicoquímicos o mecánicos para la obtención de nuevos productos a partir de otros utilizados o que se encuentren en desuso, con ello se logra prolongar el tiempo de vida útil del PVC, por ende, se beneficia al medio ambiente, pues representa uno de los más grandes contribuyentes a la contaminación internacional. Cabe

señalar que, los plásticos en general amenazan al medio ambiente, dado por empleo masivo en gran variedad de productos y su lenta gradación (Palencia, 2020).

2.2.3. Requisitos de los agregados para losa de pavimento rígido

En concordancia con el Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013), se tiene lo siguiente para el agregado fino, donde debe evaluarse desde el tamiz 3/8" hasta el N° 100, además de encontrarse dentro de las bandas granulométricas.

Tabla 1. Requisitos granulométricos del agregado fino.

| Tamiz | | Porcentaje que pasa |
|-------------|-------------|---------------------|
| Normal (mm) | Alternativo | |
| 9.5 | 3/8" | 100 |
| 4.75 | N° 4 | 95 - 100 |
| 2.36 | N° 8 | 80 - 100 |
| 1.18 | N° 16 | 50 - 85 |
| 600 µm | N° 30 | 25 - 60 |
| 300 µm | N° 50 | 10 - 30 |
| 150 µm | N° 100 | 2 - 10 |

Fuente: Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013).

En cuanto a los requisitos de calidad para los agregados finos, se tiene la Tabla 2, donde se especifica la norma a emplearse para el ensayo y el requisito mínimo en cada parámetro:

Tabla 2. Requisitos de calidad del agregado fino.

| Ensayo | | Norma NTP | Requisito |
|--|-----------------------------------|-----------|------------------------|
| Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo ≥ 3000 msnm | Sulfato de sodio | 400.016 | 10 |
| | Sulfato de magnesio | 400.016 | 15 |
| Índice de plasticidad | | 339.129 | No plástico |
| Equivalente de arena | $f_c \leq 210$ kg/cm ² | 339.146 | 65 |
| | $f_c > 210$ kg/cm ² | 339.146 | 75 |
| Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo | | 400.015 | 3 |
| Carbón y lignito, % máximo | | 400.023 | 0.5 |
| Material que pasa el tamiz N° 200 | | 400.018 | 3 |
| Color más oscuro permisible | | 400.024 | Igual a muestra patrón |
| Contenido de sulfatos | | 400.042 | 1.2 |
| Contenido de cloruros | | 400.042 | 0.1 |
| Absorción de agua, % máximo | | 400.022 | 4 |

Fuente: Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013).

Igualmente, se menciona que, los requisitos granulométricos para el agregado grueso son especificados en la Tabla 3, donde previamente se debe elegir el huso del agregado y verificar si se encuentra dentro de las bandas granulométricas:

Tabla 3. Requisitos granulométricos del agregado grueso.

| Huso | Tamaño nominal | Porcentaje que pasa | | | | | | | | | | | | | |
|------|----------------|---------------------|----------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|--------|
| | | 100 mm | 90 mm | 75 mm | 63 mm | 50 mm | 37.5 mm | 25 mm | 19 mm | 12.5 mm | 9.5 mm | 4.75 mm | 2.36 mm | 1.18 mm | 300 µm |
| 1 | 90 a 37.5 mm | 100 | 90 a 100 | | 25 a 60 | | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | | | |
| 2 | 63 a 37.5 mm | | | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | | | |
| 3 | 50 a 25 mm | | | | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | | |
| 357 | 50 a 4.75 mm | | | | 100 | 95 a 100 | | 35 a 70 | | 10 a 30 | | 0 a 5 | | | |
| 4 | 37.5 a 19 mm | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | |
| 467 | 37.5 a 4.75 mm | | | | | 100 | 95 a 100 | | 35 a 70 | | 10 a 30 | 0 a 5 | | | |
| 5 | 25 a 12.5 mm | | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | | | | |
| 56 | 25 a 9.5 mm | | | | | | 100 | 90 a 100 | 40 a 85 | 10 a 40 | 0 a 15 | 0 a 5 | | | |
| 57 | 25 a 4.75 mm | | | | | | 100 | 95 a 100 | | 25 a 60 | | 0 a 10 | 0 a 5 | | |
| 6 | 19 a 9.5 mm | | | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 15 | 0 a 5 | | | |
| 67 | 19 a 4.75 mm | | | | | | | 100 | 90 a 100 | | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | | |
| 7 | 12.5 a 4.75 mm | | | | | | | | 100 | 90 a 100 | 40 a 70 | 0 a 15 | 0 a 5 | | |
| 8 | 9.5 a 2.36 mm | | | | | | | | | 100 | 85 a 100 | 10 a 30 | 0 a 10 | 0 a 5 | |
| 89 | 9.5 a 1.18 mm | | | | | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 5 a 30 | 0 a 10 | 0 a 5 |
| 9A | 4.75 a 1.18 mm | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013).

Por último, los requisitos de calidad para el agregado grueso se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Requisitos de calidad del agregado grueso.

| Ensayo | | Norma NTP | Requisito |
|--|---------------------|-------------------|-----------|
| Desgaste en la máquina de Los Ángeles | | 400.019 y 400.020 | 40 |
| Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo ≥ 3000 msnm | Sulfato de sodio | 400.016 | 12 |
| | Sulfato de magnesio | 400.016 | 18 |
| Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo | | 400.015 | 3 |
| Carbón y lignito, % máximo | | 400.023 | 0.5 |
| Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), % mínimo | | ASTM D 5821 | 60 |
| Partículas chatas y alargadas (relación 5:1), % máximo | | 400.04 | 15 |
| Contenido de sulfatos | | 400.042 | 1.2 |
| Contenido de cloruros | | 400.042 | 0.1 |

Fuente: Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013).

2.2.4. Propiedades reológicas del concreto autocompactante

Flujo de asentamiento

El flujo de asentamiento es una importante propiedad del concreto autocompactante pues, facilita la operación de vaciado; debiendo ser controlado, porque al ser muy fluido podría generar segregación de los agregados que lo componen. También se habla de estabilidad del concreto cuando es capaz de resistir la segregación, lo que se genera cuando los agregados no son uniformes; por ejemplo, si se dificulta el vaciado del concreto autocompactante por la falta de estabilidad, se da un mayor riesgo por vaciado inadecuado pudiendo reflejarse más adelante en problemas estructurales (Palencia, 2020).

Esta propiedad es medida de acuerdo a la NTP 339.219 denominada método de ensayo para determinar el flujo de asentamiento del concreto

autocompactante (INACAL, 2019), de acuerdo a la evidencia presentada en la siguiente figura:



Figura 2. Vista del ensayo de flujo de asentamiento en el concreto autocompactante.

Habilidad de paso

La habilidad de paso del concreto autocompactante se refiere a su capacidad para desplazarse sin segregación o bloqueo a través de espacios estrechos y áreas con alta concentración de acero. La presencia de segregación o bloqueo puede ocurrir cuando el tamaño máximo del agregado es excesivamente grande o cuando hay una cantidad excesiva de agregado grueso. En consecuencia, esta habilidad está relacionada con la capacidad del concreto para rodear y atravesar las armaduras que se encuentran embebidas en él. El grado de esta característica dependerá en gran medida de la cantidad de armadura presente, así como de la separación entre las barras y de otros obstáculos que el concreto autocompactante deba superar (Rodríguez, 2019).

De acuerdo a la NTP 339.220:2019 (INACAL, 2019) para determinar la habilidad de paso del concreto autocompactante es

necesario restar el flujo de asentamiento con el flujo de asentamiento del anillo J, donde el resultado obtenido tal como se muestra en la Figura 3, se interpreta de la siguiente manera:

Tabla 5. Evaluación del bloqueo del concreto autocompactante.

| Capacidad de paso | Evaluación del bloqueo |
|-------------------|------------------------------------|
| 0 mm a 25 mm | Bloqueo no visible |
| > 25 mm a 50 mm | Bloqueo mínimamente perceptible |
| > 50 mm | Bloqueo extremadamente perceptible |

Fuente: NTP 339.220:2019 (INACAL, 2019).



Figura 3. Vista del ensayo de habilidad de paso del concreto autocompactante.

Segregación estática

Debido a su mayor fluidez, el concreto autocompactante presenta una mayor tendencia a sufrir segregación en comparación con el concreto convencional; entonces, la segregación estática corresponde a la capacidad del concreto para perpetuar su estado homogéneo cuando se encuentre fresco; pues al no ser homogéneo los componentes que lo conforman se separan y se da la segregación, pudiéndose manifestar también con la exudación, separación de los agregados gruesos y la falta

de homogeneidad en la distribución de los poros de aire en el concreto (Rodríguez, 2019).

Según la EPG (2004) se considera los siguientes rango en cuanto a la segregación estática:

Tabla 6. Clases de segregación estática.

| Clase | Resistencia a la segregación (%) |
|-------|----------------------------------|
| SR1 | ≤ 20 |
| SR2 | ≤ 15 |

Donde: SR1 aplicable para losas delgadas y elementos verticales y SR2 es preferible en aplicaciones verticales.

2.2.5. Propiedades mecánicas del concreto autocompactante

Resistencia a compresión

El concreto autocompactante que tenga una relación agua/cemento similar a la de un concreto vibrado exhibirá una resistencia a la compresión ligeramente mayor. Esto se debe a que, al no ser vibrado, el concreto permite una mayor interacción entre los agregados y la pasta endurecida. En cuanto a la medición de esta propiedad es similar a lo realizado para un concreto convencional tal como se observa en la Figura 4, siendo necesario verificar la evolución de la misma (Rodríguez, 2019).



Figura 4. Vista del ensayo para la obtención de la resistencia a compresión del concreto autocompactante.

Resistencia a flexo tracción

Se mide cuando el concreto actuará dentro del pavimento (Sánchez, 2000), para ello se mide según la NTP 339.078:2022 denominada resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo (INACAL, 2022), tal como se muestra en la Figura 5, lográndose obtener así el módulo de rotura con la siguiente fórmula, dónde MR es el módulo de rotura (kg/cm^2), P es la carga que se aplicó siendo la máxima (kg), L es la luz que existe entre los apoyos (cm), b corresponde al ancho de la viga (cm) y d es la altura de la viga (cm).

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



Figura 5. Vista del ensayo para determinar la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante.

2.3. Marco conceptual

Agregado fino. – El contenido de arena o piedra finamente triturada en el concreto se refiere a los materiales que pasan a través del tamiz de 3/8" (9.51 mm) y son retenidos en el tamiz N° 200 (0.074 mm) junto con el fondo del tamiz (Chanta y Zuta, 2020).

Agregado grueso. – El material retenido en el tamiz N° 4 (4.75 mm) en el concreto es el resultado de la desintegración natural o mecánica de rocas (Chanta y Zuta, 2020).

Cemento. – Son aquellos materiales pulverizados que al adicionarles una cantidad conveniente de agua, constituyen una pasta conglomerante que tiene la capacidad de endurecer ya sea bajo el agua o al aire, generar compuestos estables (Chanta y Zuta, 2020).

Muestreo. – La recolección de muestras constituye una etapa esencial y primordial para asegurar una interpretación precisa de los resultados adquiridos en el laboratorio (MTC, 2008).

Módulo de finura de los agregados. – Se representa como un índice aproximado del tamaño promedio de los agregados, cuando es bajo representa un elevado contenido de finos y de lo contrario un alto contenido de gruesos; asimismo, se utilizan para el control de la uniformidad (Chanta y Zuta, 2020).

Cemento Portland. – Es un material conglomerante en forma de polvo y de color gris, cuya venta es en bolsas de 42.5 kg, su composición es de Clinker con otras adicciones (Rodríguez, 2019).

Pavimento. – Se conforma por capas como sub base, base y superficie de rodadura, es construido sobre la subrasante con la finalidad de resistir y distribuir las cargas generadas por los vehículos, a fin de incrementar las condiciones de comodidad y seguridad de tránsito. (MTC, 2008).

Pavimento rígido. – Según el MTC (2008) el pavimento rígido está compuesto principalmente por cemento Portland como aglomerante, agregados y, en algunos casos, puede contener aditivos.

Peso específico del cemento. - El peso específico del cemento puede oscilar entre 3 a 3.20 g/cm³, por lo que se suele utilizar un valor promedio de aproximadamente 3.15 g/cm³ (Rodríguez, 2019).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El PVC triturado como sustituto del agregado grueso mejora las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante siendo apto para pavimento rígido.

3.2. Hipótesis específicas

- a) La cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso incrementa el flujo de asentamiento del concreto autocompactante para pavimento rígido.
- b) La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso incrementa la habilidad de paso del concreto autocompactante para pavimento rígido.
- c) La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso acentúa la segregación estática del concreto autocompactante para pavimento rígido.
- d) La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso mantiene la resistencia a compresión del concreto autocompactante para pavimento rígido.
- e) La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso conserva la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante para pavimento rígido.

- f) La cantidad de PVC como sustituto del agregado grueso varía el costo del concreto autocompactantes para pavimento rígido.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X): PVC triturado. – Se consideró residuos de PVC, los cuales fueron triturados y posteriormente tamizados para considerar aquellos que se retienen en el tamiz N° 4 (4.75 mm), permitiendo con ello que actúe como agregado grueso para la elaboración del concreto autocompactante.

Variable dependiente 1 (Y1): Propiedades reológicas del concreto autocompactante. – Se consideró como propiedades reológicas del concreto autocompactante al flujo de asentamiento, la habilidad de paso y la segregación estática.

Variable dependiente 2 (Y2): Propiedades mecánicas del concreto autocompactante. – Se consideró a la resistencia a compresión del concreto autocompactante a los 7, 14 y 28 días, obtenido por medio de probetas cilíndricas, además de la resistencia a flexo tracción del mismo a los 14 y 28 días, por medio de vigas.

3.3.2. Operacionalización de las variables

A continuación, se muestra la tabla con la operacionalización de las variables identificadas en la investigación, que incluyen el PVC

triturado, así como las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante:

Tabla 7. Operacionalización de las variables.

| Variables | Dimensiones | Indicadores |
|---|------------------------------|--|
| Variable independiente (X): PVC triturado | Cantidad PVC triturado | 0 % de PVC triturado |
| | | 5 % de PVC triturado |
| | | 20 % de PVC triturado |
| | | 40 % de PVC triturado |
| Variable dependiente 1 (Y1): Propiedades reológicas del concreto autocompactante | Flujo de asentamiento | Fluidez (diámetro del flujo) |
| | | Viscosidad (tiempo del flujo) |
| | Habilidad de paso | Fluidez (diámetro del flujo) |
| | | Fluidez con el anillo J (diámetro del flujo) |
| | | Viscosidad (tiempo del flujo) |
| | Segregación estática | Masa del agregado en la sección superior de la columna |
| Masa del agregado en la sección inferior de la columna | | |
| Variable dependiente 2 (Y2): Propiedades mecánicas del concreto autocompactante | Resistencia a compresión | Resistencia a compresión a los 7 días |
| | | Resistencia a compresión a los 14 días |
| | | Resistencia a compresión a los 28 días |
| | Resistencia a flexo tracción | Resistencia a flexo tracción a los 14 días |
| | | Resistencia a flexo tracción a los 28 días |

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

El método de investigación que se empleó en este estudio correspondió al experimental, específicamente el que considera el planteamiento de hipótesis, experimentación y comprobación, tal como señala Cegarra (2004).

4.2. Tipo de investigación

Se consideró a la aplicada como tipo de investigación, pues se busca establecer un nuevo concreto autocompactante conformado parcialmente por PVC triturado como agregado grueso, cuyas propiedades reológicas y mecánicas sean mejor o lo más parecidas al concreto autocompactante convencional para ser empleado como losas de pavimento rígido, para lo cual se hizo uso de la información proporcionada por la investigación básica.

4.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación que guio el desarrollo de la investigación fue el explicativo pues, se evaluó los efectos del PVC triturado como sustituto del agregado grueso en el concreto autocompactante en las propiedades reológicas y mecánicas del mismo; contándose así con una variable independiente y otra dependiente, que viene a ser la causa y el efecto, para brindar un sentido de entendimiento científico.

4.4. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue el experimental, pues para determinar la dosificación óptima de reemplazo del agregado grueso por PVC triturado en el concreto autocompactante se manipuló el contenido del mismo (0 %, 5 %, 20 % y 40 %), para compararlo con el grupo patrón o convencional, representando por el concreto autocompactante con 100 % de agregados naturales y diseñado para un f^c de 280 kg/cm².

Donde el diagrama considerado fue el siguiente:

$$RG_1 \quad X_1 \quad O_1$$

$$RG_2 \quad X_2 \quad O_2$$

$$RG_3 \quad X_3 \quad O_3$$

$$RG_4 \quad X_4 \quad O_4$$

Donde:

- $RG_{1, 2, 3 \text{ y } 4}$: corresponde a los grupos de concreto autocompactante.
- $X_{1, 2, 3 \text{ y } 4}$: son los tratamientos representados por la sustitución del agregado grueso por 5 % 20 % y 40 % de PVC triturado.
- $O_{1, 2, 3 \text{ y } 4}$: son las mediciones a las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Se elaboraron un total de 192 especímenes de concreto autocompactante convencional y con sustitución parcial del agregado

grueso por PVC, que fue diseñado para una resistencia de diseño f^c : 280 kg/cm² en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo en el departamento de Junín.

4.5.2. Muestra

Considerando la técnica de muestreo no probabilístico intencional se consideró la totalidad de la población, es decir las 192 muestras de concreto de f^c : 280 kg/cm² para la medición de las propiedades reológicas (flujo de asentamiento, habilidad de paso y segregación estática) y mecánicas (resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días, además de la resistencia a flexo tracción a los 14 y 28 días) del concreto autocompactante, según se puede apreciar en la Tabla 8.

Es dable mencionar que se consideró el f^c de 280 kg/cm², al ser la resistencia mínima que debe emplearse en pavimentos rígidos en carreteras de acuerdo al MTC (2014). Mientras que, los porcentajes de reemplazo del agregado grueso fueron de acuerdo a las referencias de los antecedentes nacionales e internacionales, los cuales fueron evaluados cuando se realizó los ensayos del concreto en laboratorio.

El número de mediciones consideradas fueron de 6 para cada una de las propiedades del concreto, esto con la finalidad de obtener un valor más preciso y eliminar aquellos que presenten una desviación estándar amplia.

Tabla 8. Número de mediciones para el desarrollo de la investigación.

| Propiedades | PVC triturado | | | |
|--|---------------|----|-----|-----|
| | 0% | 5% | 20% | 40% |
| Flujo de asentamiento | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Habilidad de paso | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Segregación estática | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Resistencia a compresión a los 7 días | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Resistencia a compresión a los 14 días | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Resistencia a compresión a los 28 días | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Resistencia a flexo tracción a los 14 días | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Resistencia a flexo tracción a los 28 días | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Total | 192 | | | |

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas de recolección de datos

Durante el desarrollo de esta investigación, se empleó la observación experimental al llevar a cabo los ensayos para determinar las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante, tanto en su forma original como con la inclusión de PVC triturado en reemplazo del agregado grueso.

4.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la medición de las propiedades del concreto autocompactante sin y con PVC triturado se siguió las normas técnicas peruanas que se señalan en la Tabla 9, para lo cual adicionalmente se consideró fichas de recolección de datos, las cuales se encuentran en el Anexo: instrumentos de la investigación (Pág. 125) y cuya validación se adjunta también en los anexos por medio de juicio de expertos (Anexo: validación de instrumentos) ver Pág. 192.

Tabla 9. Normas técnicas peruanas para la medición de las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante.

| Propiedades | NTP | Denominación |
|--|------------------------------------|---|
| Flujo de asentamiento | 339.218:2019 | CONCRETO. Método de ensayo para determinar el flujo de asentamiento del concreto autocompactado. 2a Edición |
| Habilidad de paso | 339.219:2019 | Concreto. Método de ensayo para determinar la habilidad de paso del concreto autocompactado por el anillo J. 2° Edición |
| Segregación estática | 339.220:2019 | CONCRETO. Método de ensayo para la segregación estática del concreto autocompactado. Ensayo de columna. 2° Edición |
| Resistencia a compresión a los 7 días | 339.209:2018 y 339.213:2018 | CONCRETO. Requisitos de moldes para asegurar la verticalidad de los especímenes para los ensayos de compresión. 2a Edición y CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la elaboración, curado acelerado y ensayo en compresión de especímenes de concreto. 2° Edición |
| Resistencia a compresión a los 14 días | | |
| Resistencia a compresión a los 28 días | | |
| Resistencia a flexo tracción a los 14 días | 339.078:2022 (revisada el 2022) | CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3° Edición |
| Resistencia a flexo tracción a los 28 días | | |

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Correcto, para el enfoque cuantitativo utilizado en la investigación, se aplicaron técnicas de procesamiento y análisis de datos que incluyeron la estadística descriptiva. En primer lugar, los datos de las propiedades del concreto autocompactante se organizaron y ordenaron, como se muestra en la Tabla 10. Luego, se procedió a desarrollar otras tablas para especificar el promedio, la desviación estándar y la variación porcentual en comparación con el grupo patrón (concreto autocompactante convencional), los cuales se detallan en el numeral 5.1.

Para la contrastación de la hipótesis se empleó la estadística inferencial en cuanto a la determinación de la normalidad de los datos tal como se muestra en

la Tabla 31 en base a la prueba de Shapiro Wilk, obteniéndose con ello que el estadístico a considerar para contrastar las hipótesis es el análisis paramétrico de un factor ANOVA.

Tabla 10. Resultados de los ensayos realizados en laboratorio al concreto.

| Grupos | Flujo de asentamiento | | | | Habilidad de paso | | | | Segregación estática (%) | Resistencia a compresión (kg/cm ²) | | | Resistencia a flexión (kg/cm ²) | |
|------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|------------------|-------------------|----------------|----------------|----------|--------------------------|--|---------|---------|---|---------|
| | Tiempo (s) | Diámetro (mm) | | | Tiempo (s) | Diámetro (mm) | | | | 7 días | 14 días | 28 días | 14 días | 28 días |
| | | D ₁ | D ₂ | Promedio parcial | | D ₁ | D ₂ | Promedio | | | | | | |
| Patrón | 1.7 | 690 | 650 | 670 | 2.9 | 630 | 650 | 640 | 7.8 | 202 | 254 | 290 | 38 | 45 |
| Patrón | 1.5 | 675 | 695 | 685 | 3.2 | 610 | 620 | 615 | 10.3 | 208 | 273 | 292 | 40 | 48 |
| Patrón | 1.9 | 660 | 700 | 680 | 3.4 | 650 | 670 | 660 | 7.1 | 214 | 276 | 299 | 42 | 45 |
| Patrón | 1.6 | 670 | 710 | 690 | 2.8 | 630 | 650 | 640 | 9.3 | 217 | 267 | 292 | 41 | 47 |
| Patrón | 1.7 | 700 | 650 | 675 | 2.7 | 600 | 650 | 625 | 10.5 | 195 | 279 | 294 | 42 | 46 |
| Patrón | 1.8 | 640 | 670 | 655 | 3 | 630 | 670 | 650 | 9.8 | 196 | 271 | 287 | 40 | 48 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.5 | 690 | 710 | 700 | 2.8 | 630 | 650 | 640 | 14.1 | 185 | 260 | 232 | 39 | 43 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.6 | 650 | 720 | 685 | 2.7 | 620 | 640 | 630 | 16.7 | 195 | 255 | 293 | 37 | 44 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.4 | 660 | 710 | 685 | 2.6 | 650 | 660 | 655 | 14.5 | 191 | 258 | 256 | 36 | 41 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.6 | 720 | 650 | 685 | 2.4 | 630 | 645 | 637.5 | 14.1 | 198 | 252 | 322 | 37 | 42 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.5 | 680 | 710 | 695 | 2.9 | 650 | 670 | 660 | 13 | 202 | 245 | 272 | 35 | 42 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.8 | 650 | 700 | 675 | 2.7 | 630 | 650 | 640 | 16.2 | 195 | 261 | 316 | 36 | 44 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.5 | 780 | 790 | 785 | 2.5 | 700 | 720 | 710 | 23 | 156 | 205 | 221 | 30 | 35 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.4 | 790 | 810 | 800 | 2.4 | 690 | 730 | 710 | 25 | 162 | 208 | 228 | 28 | 36 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|------|-----|-----|-----|----|----|
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.3 | 810 | 780 | 795 | 2.3 | 710 | 690 | 700 | 25.8 | 163 | 212 | 220 | 30 | 37 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.6 | 815 | 770 | 792.5 | 2.6 | 720 | 680 | 700 | 23 | 155 | 207 | 230 | 28 | 34 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.5 | 820 | 790 | 805 | 2.4 | 730 | 670 | 700 | 20 | 154 | 202 | 226 | 27 | 36 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.2 | 790 | 780 | 785 | 2.8 | 670 | 760 | 715 | 25 | 150 | 206 | 229 | 33 | 37 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.2 | 830 | 800 | 815 | 1.9 | 720 | 680 | 700 | 32.7 | 124 | 154 | 164 | 19 | 34 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.1 | 820 | 810 | 815 | 2.2 | 710 | 700 | 705 | 27.6 | 117 | 150 | 172 | 21 | 31 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.4 | 790 | 770 | 780 | 1.7 | 690 | 710 | 700 | 34.5 | 123 | 151 | 168 | 22 | 32 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.3 | 805 | 780 | 792.5 | 1.8 | 730 | 720 | 725 | 28.6 | 119 | 157 | 170 | 20 | 27 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1 | 800 | 820 | 810 | 2.5 | 740 | 735 | 737.5 | 29.6 | 121 | 148 | 156 | 18 | 25 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.1 | 840 | 745 | 792.5 | 1.9 | 680 | 740 | 710 | 29.5 | 124 | 158 | 161 | 24 | 27 |

4.8. Aspectos éticos de la investigación

Siguiendo los principios del código de ética para la investigación científica de la Universidad, se procede a detallar que durante el desarrollo de la investigación, se consideró el respeto a la dignidad humana, su identidad, la diversidad y su libertad; asimismo, se contó con un consentimiento informado para la ejecución de cada uno de los ensayos, no se trabajó para beneficio propio ni de forma maleficente; en cuanto a la protección del medio ambiente además de la biodiversidad, se evitó todo tipo de acciones nocivas. Finalmente, se trabajó con la debida responsabilidad y veracidad a la presentación de los resultados de la investigación.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción de resultados

5.1.1. Granulometría de los agregados

A continuación, se presentan los datos obtenidos en los análisis de granulometría del agregado grueso, del agregado fino y del PVC utilizado como parte del agregado grueso en la mezcla.

Ante ello, la siguiente tabla muestra el agregado grueso natural al igual que la distribución gráfica del mismo en la Figura 6:

Tabla 11. Granulometría del agregado grueso.

| Tamiz | Abertura (mm) | Peso retenido (g) | % retenido | % retenido acumulado | % Pasante acumulado |
|--------|---------------|-------------------|------------|----------------------|---------------------|
| 2" | 50 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.5 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.5 | 232 | 7.4 | 7.4 | 92.6 |
| 3/8" | 9.5 | 1489 | 47.6 | 55.0 | 45.0 |
| N° 4 | 4.75 | 1301 | 41.6 | 96.6 | 3.4 |
| N° 8 | 2.36 | 101 | 3.2 | 99.8 | 0.2 |
| Fondo | | 5 | 0.2 | 100.0 | 0.0 |
| Total | | 3128 | | 100.0 | 100.0 |

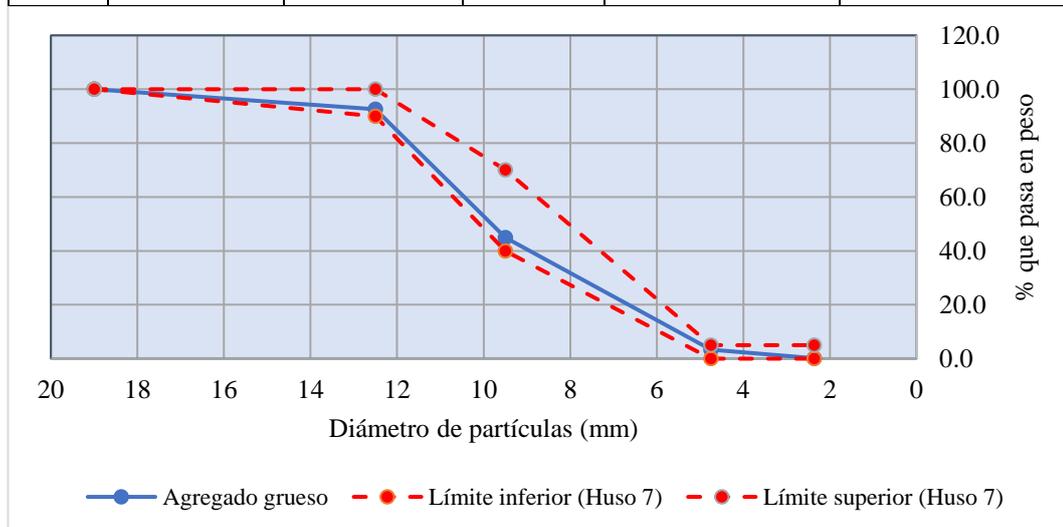


Figura 6. Distribución granulométrica del agregado grueso.

Asimismo, en la Tabla 12 y Figura 7 se tiene la granulometría de los agregados finos y la representación gráfica de esta:

Tabla 12. Granulometría del agregado fino.

| Tamiz | Abertura (mm) | Peso retenido (g) | % retenido | % retenido acumulado | % Pasante acumulado |
|--------|---------------|-------------------|------------|----------------------|---------------------|
| 3/8" | 9.5 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.75 | 36.3 | 5.8 | 5.8 | 94.2 |
| N° 8 | 2.36 | 61.3 | 9.8 | 15.6 | 84.4 |
| N° 16 | 1.18 | 58.2 | 9.3 | 25.0 | 75.0 |
| N° 30 | 0.6 | 236.4 | 37.9 | 62.9 | 37.1 |
| N° 50 | 0.3 | 157.3 | 25.2 | 88.1 | 11.9 |
| N° 100 | 0.15 | 45.8 | 7.3 | 95.4 | 4.6 |
| N° 200 | 0.07 | 18.3 | 2.9 | 98.4 | 1.6 |
| Fondo | | 10.3 | 1.6 | 100.0 | 0.0 |
| Total | | 623.7 | | 100.0 | 100.0 |

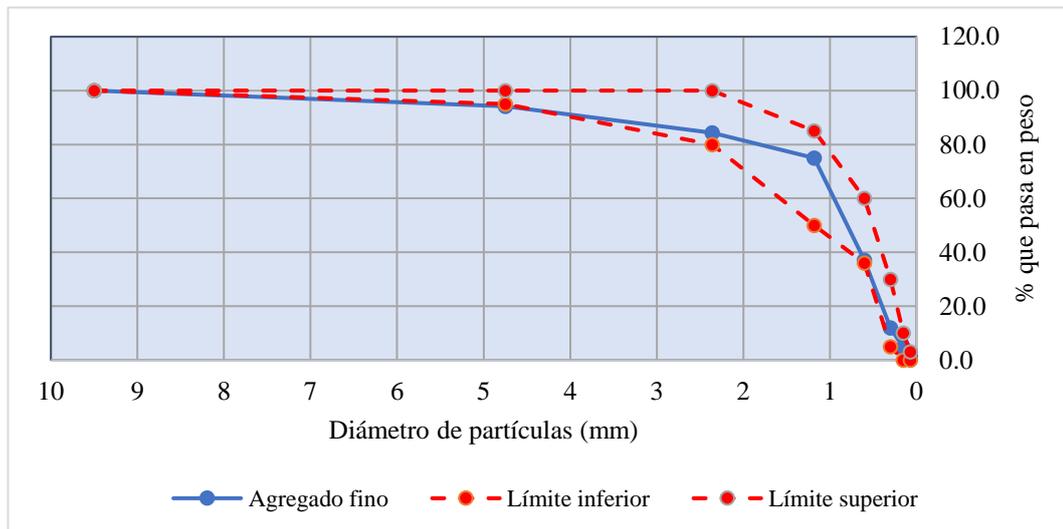


Figura 7. Distribución granulométrica del agregado fino.

En la siguiente tabla y figura se tiene los resultados de granulometría del PVC y su representación gráfica:

Tabla 13. Granulometría del PVC triturado.

| Tamiz | Abertura (mm) | Peso retenido (g) | % retenido | % retenido acumulado | % Pasante acumulado |
|--------|---------------|-------------------|------------|----------------------|---------------------|
| 2" | 50 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.5 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.5 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.5 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.75 | 2125 | 64.4 | 64.4 | 35.6 |
| N° 8 | 2.36 | 1060 | 32.1 | 96.6 | 3.4 |
| Fondo | | 112.23 | 3.4 | 100.0 | 0.0 |
| Total | | 3297.23 | | 100.0 | 100.0 |

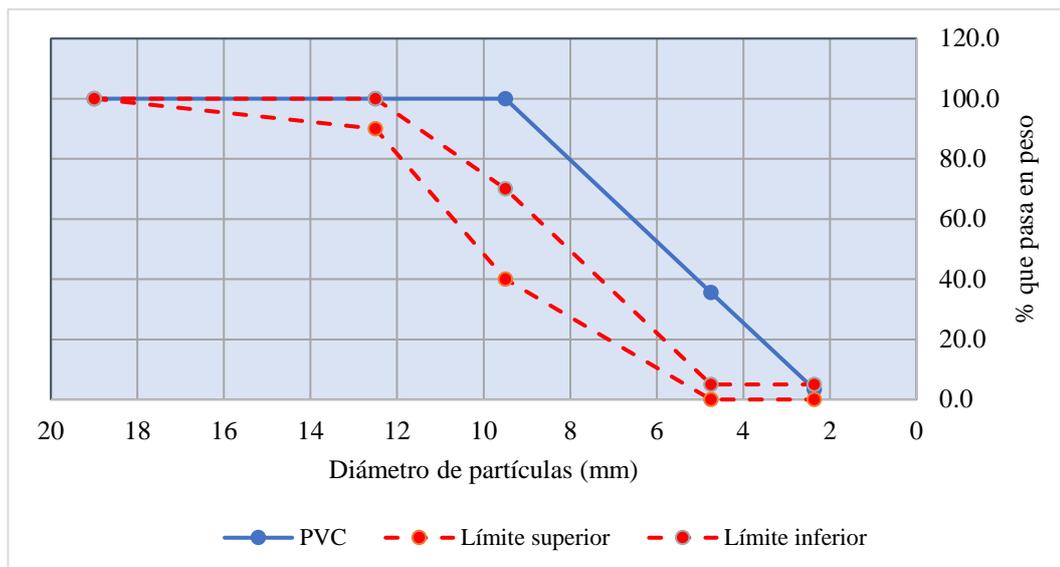


Figura 8. Distribución granulométrica del PVC triturado.

5.1.2. Propiedades de los agregados

En la siguiente tablas se tiene las propiedades de los agregados finos y gruesos en concordancia con las especificaciones técnicas generales para la construcción (EG – 2013) del MTC (2013) y demás consideraciones para el diseño de mezcla por el método del ACI 237R para concreto autocompactante:

Tabla 14. Propiedades de los agregados finos.

| Propiedad | Resultados | Valor requerido | Observación |
|---|-------------|-----------------|-------------|
| Índice de plasticidad | No presenta | No plástico | Sí cumple |
| Equivalente de arena (%) | 83 | Mínimo 75 % | Sí cumple |
| Impurezas orgánicas | 1 | | |
| Material que pasa el tamiz de 75 μm (N° 200) | 1.80% | Máximo 3 % | Sí cumple |
| Terrones de arcilla y partículas deleznales (%) | 0.15 | Máximo 3 % | Sí cumple |
| Carbón y lignito (%) | 0.5 | Máximo 0.5 % | Sí cumple |
| Contenido de sulfatos, expresado como SO_4 (%) | 0.0089 | Máximo 1.2 % | Sí cumple |
| Contenido de sulfatos, expresado como Cl^- (%) | 0.057 | Máximo 0.1 % | Sí cumple |
| Absorción (%) | 1.6 | Máximo 4 % | Sí cumple |
| Módulo de finura | 2.93 | Entre 2.3 a 3.1 | Sí cumple |
| Densidad relativa (g/cm^3) | 2.63 | | |
| Densidad relativa aparente (g/cm^3) | 2.75 | | |

| | | | |
|--------------------------------------|------|--|--|
| % de vacíos en la muestra suelta | 44.6 | | |
| % de vacíos en la muestra compactada | 38.1 | | |

Tabla 15. Propiedades de los agregados gruesos.

| Propiedad | Resultados | Valor requerido | Observación |
|---|------------|-----------------|-------------|
| Desgaste en la máquina de Los Ángeles (%) | 27.1 | Máx. 40 % | Sí cumple |
| Partículas chatas y alargadas (%) | 7.50 | Máx. 15 % | Sí cumple |
| Partículas fracturadas mecánicamente (%) | 67.30 | Mín. 60 % | Sí cumple |
| Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos de magnesio ($\geq 3\ 000$ msnm) (%) | 5.90 | Máx. 18 % | Sí cumple |
| Terrones de arcilla y partículas deleznales (%) | 0.13 | Máx. 3 % | Sí cumple |
| Carbón y lignito (%) | 0.7 | Máx. 0.5 % | No cumple |
| Contenido de sulfatos, expresado como SO_4 (%) | 0.0078 | Máx. 1 % | Sí cumple |
| Contenido de sulfatos, expresado como Cl^- (%) | 0.034 | Máx. 0.1 % | Sí cumple |
| Absorción (%) | 0.8 | | |
| Densidad relativa (g/cm^3) | 2.74 | | |
| Densidad relativa aparente (g/cm^3) | 2.8 | | |
| % de vacíos en la muestra suelta | 48.6 | | |
| % de vacíos en la muestra compactada | 42.9 | | |

5.1.3. Diseño de mezcla del concreto autocompactante

Una vez que se completó la caracterización de los agregados, se procedió a realizar el diseño del concreto autocompactante por medio del método ACI 237R cuyos resultados se proceden a detallar en las siguientes tablas, tanto para el concreto convencional y de aquellos donde se reemplazó el agregado grueso por PVC triturado, que vienen a ser los grupos de comparación diferenciados por la cantidad de PVC triturado que se reemplazó, es decir en 5 %, 20 % y 40 % respecto al peso del agregado grueso, que en primera instancia fue determinado en base a los antecedentes y después fueron verificados de acuerdo a las pruebas de laboratorio.

Tabla 16. Dosificación con corrección de la humedad para el concreto autocompactante convencional.

| Materiales | Por m³ | Por bolsa |
|------------------------|--------------------------|------------------|
| Cemento | 460 kg | 42.5 kg |
| Agua efectiva | 180 L | 16.6 L |
| Agregado fino húmedo | 907.6 kg | 83.9 kg |
| Agregado grueso húmedo | 864.7 kg | 79.9 kg |
| Aditivo | 5.5 | 0.51 L |

Tabla 17. Dosificación con corrección de la humedad para el concreto autocompactante con 5 % de PVC como AG.

| Materiales | Por m³ | Por bolsa |
|------------------------|--------------------------|------------------|
| Cemento | 460 kg | 42.5 kg |
| Agua efectiva | 180 L | 16.6 L |
| Agregado fino húmedo | 907.6 kg | 83.9 kg |
| Agregado grueso húmedo | 821.4 kg | 75.9 kg |
| PVC triturado | 43.2 kg | 4 kg |
| Aditivo | 5.5 | 0.51 L |

Tabla 18. Dosificación con corrección de la humedad para el concreto autocompactante con 20 % de PVC como AG.

| Materiales | Por m³ | Por bolsa |
|------------------------|--------------------------|------------------|
| Cemento | 460 kg | 42.5 kg |
| Agua efectiva | 180 L | 16.6 L |
| Agregado fino húmedo | 907.6 kg | 83.9 kg |
| Agregado grueso húmedo | 691.7 kg | 63.9 kg |
| PVC triturado | 172.9 kg | 16 kg |
| Aditivo | 5.5 | 0.51 L |

Tabla 19. Dosificación con corrección de la humedad para el concreto autocompactante con 40 % de PVC como AG.

| Materiales | Por m³ | Por bolsa |
|------------------------|--------------------------|------------------|
| Cemento | 460 kg | 42.5 kg |
| Agua efectiva | 180 L | 16.6 L |
| Agregado fino húmedo | 907.6 kg | 83.9 kg |
| Agregado grueso húmedo | 518.8 kg | 47.9 kg |
| PVC triturado | 345.9 kg | 32 kg |
| Aditivo | 5.5 | 0.51 L |

5.1.4. Flujo de asentamiento del concreto autocompactante con PVC como agregado grueso

Tabla 20. Resultados del flujo de asentamiento del concreto autocompactante.

| Grupos | Tiempo (s) | | | Variación (%) | Diámetro (mm) | | | | | | Variación (%) |
|------------------------------|------------|------|-------|---------------|---------------|--------|-------------------------|------------------|-------|--------|---------------|
| | Parciales | D.S. | Prom. | | D1 | D2 | Diferencia de diámetros | Promedio parcial | D.S. | Prom. | |
| Patrón | 1.70 | 0.14 | 1.70 | 0.00 | 690.00 | 650.00 | 40.00 | 670.00 | 12.42 | 675.83 | 0.00 |
| Patrón | 1.50 | | | | 675.00 | 695.00 | 20.00 | 685.00 | | | |
| Patrón | 1.90 | | | | 660.00 | 700.00 | 40.00 | 680.00 | | | |
| Patrón | 1.60 | | | | 670.00 | 710.00 | 40.00 | 690.00 | | | |
| Patrón | 1.70 | | | | 700.00 | 650.00 | 50.00 | 675.00 | | | |
| Patrón | 1.80 | | | | 640.00 | 670.00 | 30.00 | 655.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.50 | 0.17 | 1.57 | -7.84 | 690.00 | 710.00 | 20.00 | 700.00 | 11.09 | 686.67 | 1.60 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.60 | | | | 670.00 | 720.00 | 50.00 | 695.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.40 | | | | 660.00 | 710.00 | 50.00 | 685.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.60 | | | | 690.00 | 650.00 | 40.00 | 670.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.50 | | | | 680.00 | 710.00 | 30.00 | 695.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.80 | | | | 650.00 | 700.00 | 50.00 | 675.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.50 | 0.15 | 1.42 | -16.67 | 780.00 | 790.00 | 10.00 | 785.00 | 9.80 | 772.92 | 14.36 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.40 | | | | 790.00 | 750.00 | 40.00 | 770.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.30 | | | | 790.00 | 780.00 | 10.00 | 785.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.60 | | | | 775.00 | 750.00 | 25.00 | 762.50 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.50 | | | | 750.00 | 790.00 | 40.00 | 770.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.20 | | | | 750.00 | 780.00 | 30.00 | 765.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.20 | 0.15 | 1.18 | -30.39 | 830.00 | 800.00 | 30.00 | 815.00 | 33.05 | 775.42 | 14.73 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.10 | | | | 820.00 | 810.00 | 10.00 | 815.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.40 | | | | 730.00 | 750.00 | 20.00 | 740.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.30 | | | | 750.00 | 780.00 | 30.00 | 765.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.00 | | | | 750.00 | 790.00 | 40.00 | 770.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.10 | | | | 740.00 | 755.00 | 15.00 | 747.50 | | | |

En la Tabla 20 se presentan los resultados del flujo de asentamiento del concreto autocompactante, incluyendo información sobre el tiempo de flujo, el diámetro de esparcimiento y la variación en comparación con el concreto patrón.

Asimismo, en las siguientes figuras se representa el comportamiento promedio del tiempo de flujo de asentamiento y del diámetro del mismo en concordancia con la cantidad de PVC triturado y la variación de los mismos:

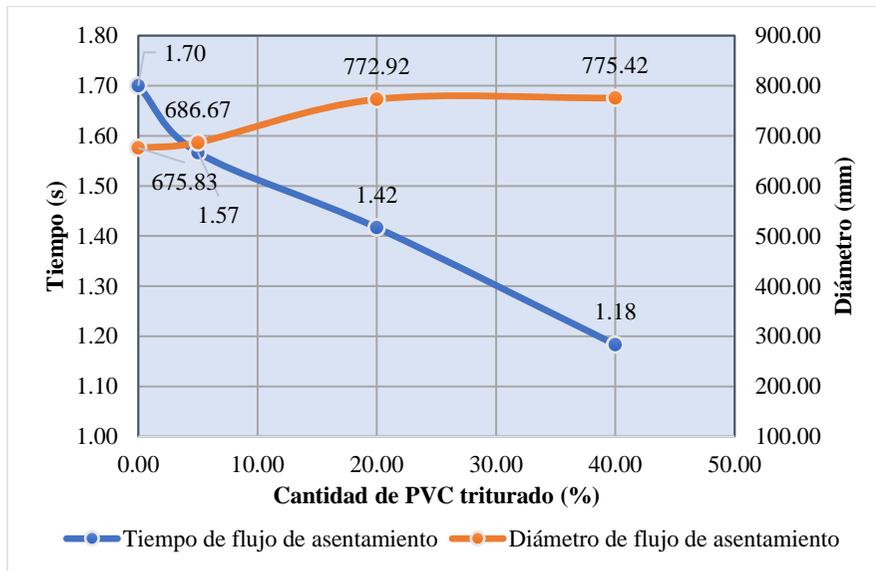


Figura 9. Tiempo y diámetro del flujo de asentamiento del concreto autocompactante.

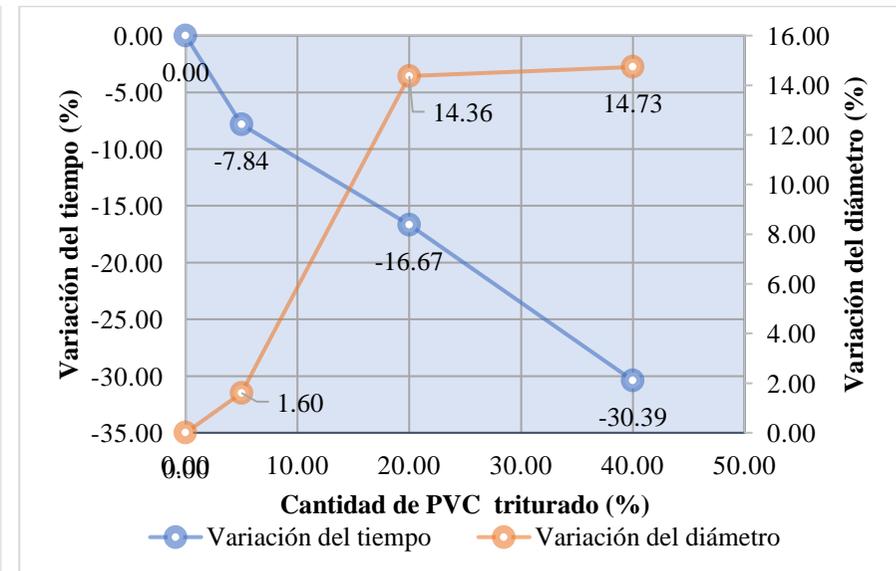


Figura 10. Variación del tiempo y diámetro del flujo de asentamiento del concreto autocompactante.

5.1.5. Habilidad de paso del concreto autocompactante

La siguiente tabla especifica los resultados de la medición del flujo de asentamiento por medio del anillo J:

Tabla 21. Resultados del flujo de asentamiento por medio del anillo J del concreto autocompactante.

| Grupos | Tiempo (s) | | | Variación (%) | Diámetro (mm) | | | | | Variación (%) |
|------------------------------|------------|----------------|-------|---------------|---------------|--------|------------------|---------------------|----------|---------------|
| | Parciales | Desv. estándar | Prom. | | D1 | D2 | Promedio parcial | Desviación estándar | Promedio | |
| Patrón | 2.90 | 0.26 | 3.00 | 0.00 | 630.00 | 650.00 | 640.00 | 16.33 | 638.33 | 0.00 |
| Patrón | 3.20 | | | | 610.00 | 620.00 | 615.00 | | | |
| Patrón | 3.40 | | | | 650.00 | 670.00 | 660.00 | | | |
| Patrón | 2.80 | | | | 630.00 | 650.00 | 640.00 | | | |
| Patrón | 2.70 | | | | 600.00 | 650.00 | 625.00 | | | |
| Patrón | 3.00 | | | | 630.00 | 670.00 | 650.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 2.80 | 0.17 | 2.68 | -10.56 | 630.00 | 650.00 | 640.00 | 11.37 | 643.75 | 0.85 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 2.70 | | | | 620.00 | 640.00 | 630.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 2.60 | | | | 650.00 | 660.00 | 655.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 2.40 | | | | 630.00 | 645.00 | 637.50 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 2.90 | | | | 650.00 | 670.00 | 660.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 2.70 | | | | 630.00 | 650.00 | 640.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 2.50 | 0.18 | 2.50 | -16.67 | 700.00 | 720.00 | 710.00 | 6.65 | 705.83 | 10.57 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 2.40 | | | | 690.00 | 730.00 | 710.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 2.30 | | | | 710.00 | 690.00 | 700.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 2.60 | | | | 720.00 | 680.00 | 700.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 2.40 | | | | 730.00 | 670.00 | 700.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 2.80 | | | | 670.00 | 760.00 | 715.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.90 | 0.30 | 2.00 | -33.33 | 720.00 | 680.00 | 700.00 | 15.20 | 712.92 | 11.68 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 2.20 | | | | 710.00 | 700.00 | 705.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.70 | | | | 690.00 | 710.00 | 700.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.80 | | | | 730.00 | 720.00 | 725.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 2.50 | | | | 740.00 | 735.00 | 737.50 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.90 | | | | 680.00 | 740.00 | 710.00 | | | |

Asimismo, las siguientes figuras muestran los diámetros y tiempos obtenidos con el anillo J y la variación de estas propiedades en concordancia con el concreto patrón:

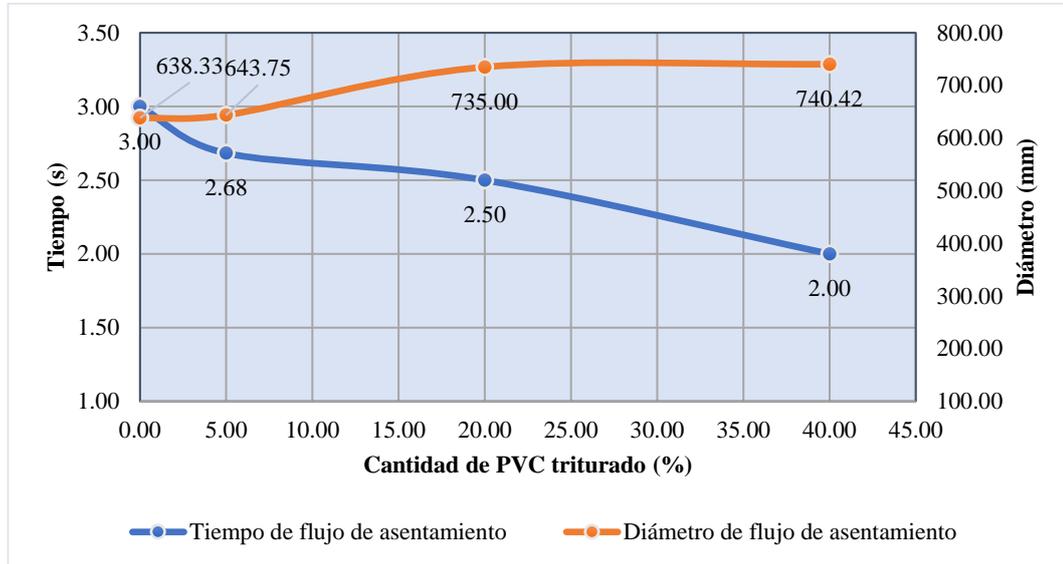


Figura 11. Tiempo y diámetro del flujo de asentamiento por medio del anillo J concreto autocompactante.

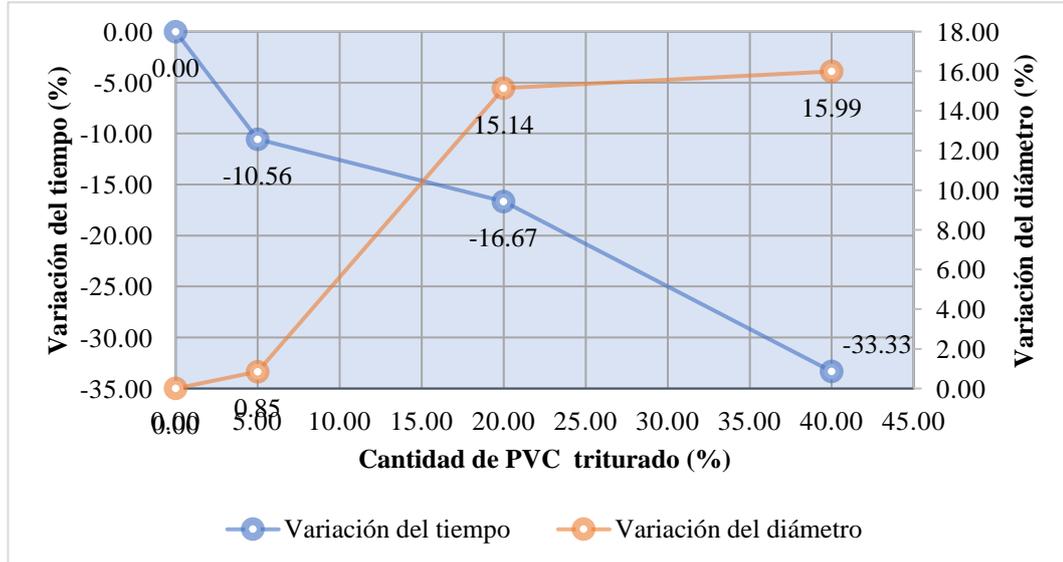


Figura 12. Variación del tiempo y diámetro del flujo de asentamiento por medio del anillo J concreto autocompactante.

Haciendo uso de los valores del flujo de asentamiento (numeral 5.1.4) y del flujo de asentamiento según el anillo J, se tiene:

Tabla 22. Habilidad de paso del concreto autocompactante.

| Grupos | Flujo de asentamiento (mm) | Flujo de asentamiento con anillo J (mm) | Diferencia (mm) | Desviación estándar (mm) | Promedio (mm) | Evaluación de bloqueo |
|------------------------------|----------------------------|---|-----------------|--------------------------|---------------|-------------------------|
| Patrón | 670.00 | 640.00 | 30.00 | 23.61 | 37.50 | Mínimamente perceptible |
| Patrón | 685.00 | 615.00 | 70.00 | | | |
| Patrón | 680.00 | 660.00 | 20.00 | | | |
| Patrón | 690.00 | 640.00 | 50.00 | | | |
| Patrón | 675.00 | 625.00 | 50.00 | | | |
| Patrón | 655.00 | 650.00 | 5.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 700.00 | 640.00 | 60.00 | 15.36 | 42.92 | Mínimamente perceptible |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 695.00 | 630.00 | 65.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 685.00 | 655.00 | 30.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 670.00 | 637.50 | 32.50 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 695.00 | 660.00 | 35.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 675.00 | 640.00 | 35.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 785.00 | 710.00 | 75.00 | 32.03 | 37.92 | Mínimamente perceptible |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 770.00 | 750.00 | 20.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 785.00 | 725.00 | 60.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 762.50 | 725.00 | 37.50 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 770.00 | 720.00 | 50.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 765.00 | 780.00 | -15.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 815.00 | 765.00 | 50.00 | 34.02 | 35.00 | Mínimamente perceptible |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 815.00 | 730.00 | 85.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 740.00 | 700.00 | 40.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 765.00 | 725.00 | 40.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 770.00 | 762.50 | 7.50 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 747.50 | 760.00 | -12.50 | | | |

Mientras que, en las siguientes figuras se muestran gráficamente los cambios de la habilidad de paso del concreto, además de su variación porcentual en comparación del concreto patrón sin reemplazo del agregado grueso por PVC triturado.

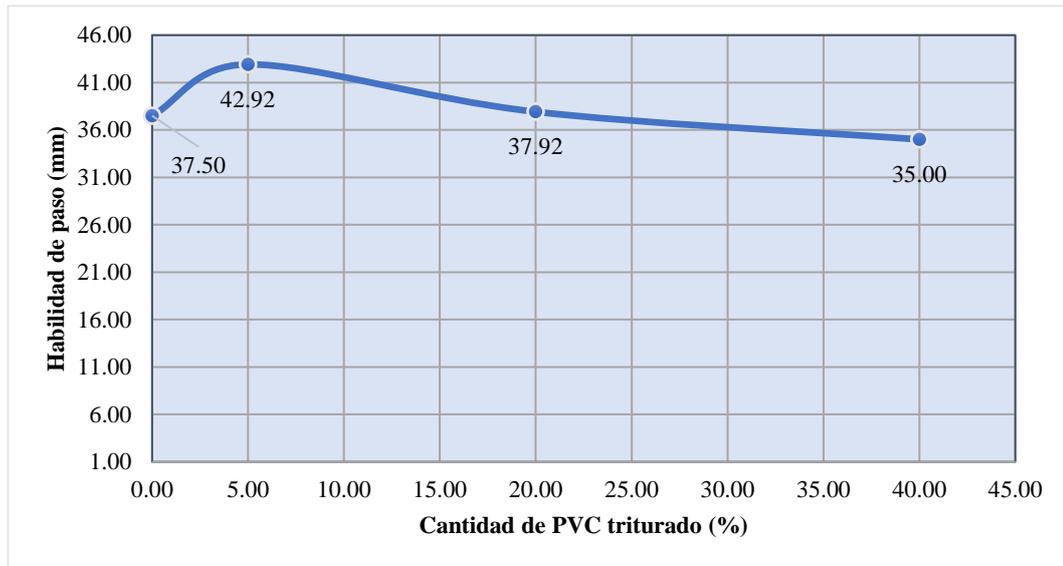


Figura 13. Habilidad de paso del concreto autocompactante.

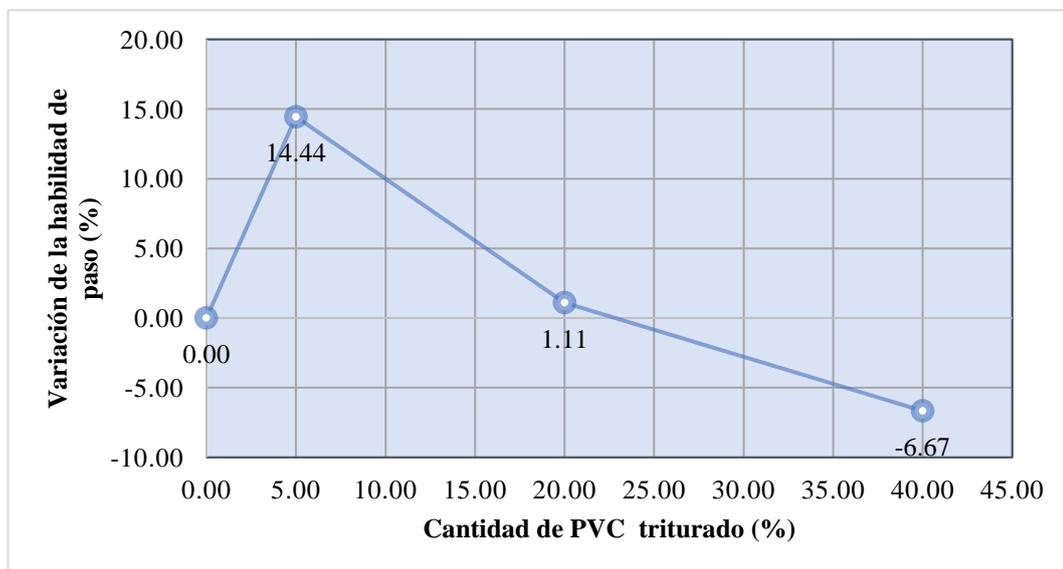


Figura 14. Variación de la habilidad de paso del concreto autocompactante.

5.1.6. Segregación estática

La siguiente tabla detalla los resultados de la segregación estática del concreto autocompactante sin y con reemplazo del agregado grueso por PVC triturado en 5 %, 20 % y 40 %:

Tabla 23. Resultados de la segregación estática del concreto autocompactante.

| Grupos | Parciales (%) | Des. Estándar (%) | Prom. (%) | Variación (%) |
|------------------------------|---------------|-------------------|-----------|---------------|
| Patrón | 7.80 | 1.39 | 9.13 | 0.00 |
| Patrón | 10.30 | | | |
| Patrón | 7.10 | | | |
| Patrón | 9.30 | | | |
| Patrón | 10.50 | | | |
| Patrón | 9.80 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 14.10 | 1.41 | 14.77 | 61.68 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 16.70 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 14.50 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 14.10 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 13.00 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 16.20 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 23.00 | 2.12 | 23.63 | 158.76 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 25.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 25.80 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 23.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 20.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 25.00 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 32.70 | 2.63 | 30.42 | 233.03 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 27.60 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 34.50 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 28.60 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 29.60 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 29.50 | | | |

En la Figura 15 y Figura 16 se representa el promedio de la segregación en cada uno de los concretos y su variación porcentual:

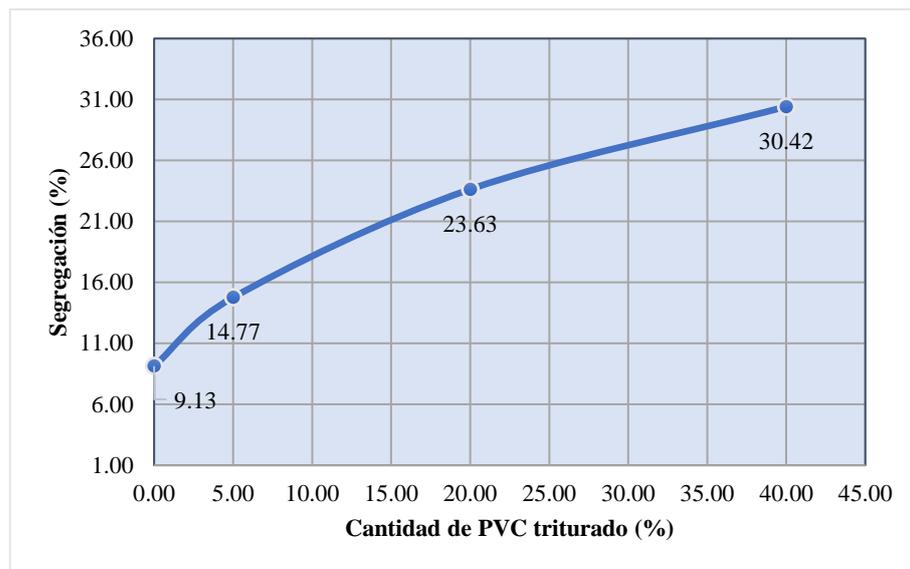


Figura 15. Segregación del concreto autocompactante.

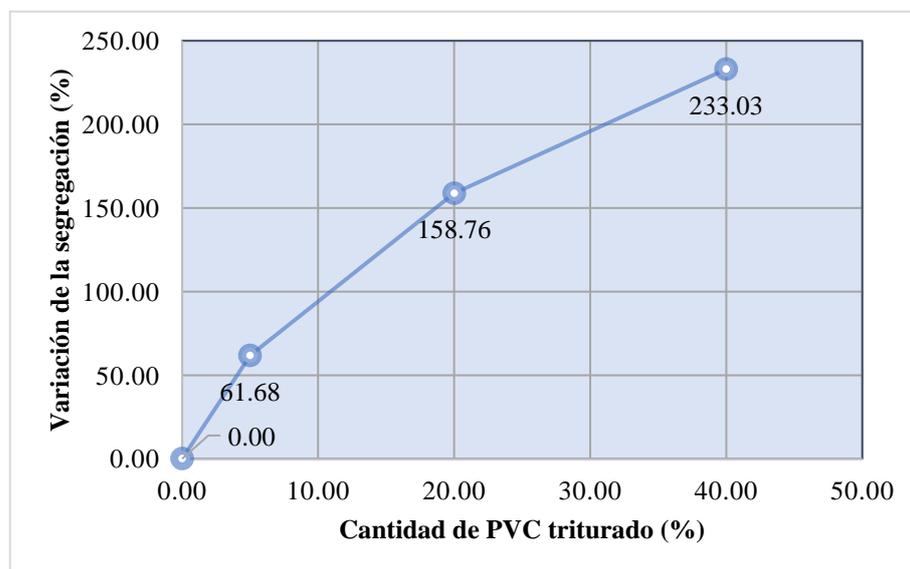


Figura 16. Variación de la segregación del concreto autocompactante.

5.1.7. Resistencia a compresión

Los resultados de la resistencia a compresión a los 7 días de cada una de las mezclas de concreto evaluadas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 24. Resultados de la resistencia a compresión a los 7 días del concreto autocompactante.

| Grupos | 7 días | | | Variación (%) |
|--------|-----------|----------------|----------|---------------|
| | Parciales | Desv. estándar | Promedio | |
| Patrón | 202 | 9.20 | 205.33 | 0.00 |
| Patrón | 208 | | | |
| Patrón | 214 | | | |

| | | | | |
|------------------------------|-----|------|--------|--------|
| Patrón | 217 | | | |
| Patrón | 195 | | | |
| Patrón | 196 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 185 | 5.85 | 194.33 | -5.36 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 195 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 191 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 198 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 202 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 195 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 156 | 4.97 | 156.67 | -23.70 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 162 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 163 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 155 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 154 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 150 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 124 | 2.88 | 121.33 | -40.91 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 117 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 123 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 119 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 121 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 124 | | | |

Asimismo, la Tabla 25 representa la resistencia a compresión realizada a los 14 días de los concretos autocompactantes:

Tabla 25. Resultados de la resistencia a compresión a los 14 días del concreto autocompactante.

| Grupos | 14 días | | | Variación (%) |
|------------------------------|-----------|------|----------|---------------|
| | Parciales | D.S. | Promedio | |
| Patrón | 254 | 8.85 | 270.00 | 0.00 |
| | 273 | | | |
| | 276 | | | |
| | 267 | | | |
| | 279 | | | |
| | 271 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 260 | 5.98 | 255.17 | -5.49 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 255 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 258 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 252 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 245 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 261 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 205 | 3.33 | 206.67 | -23.46 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 208 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 212 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 207 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 202 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 206 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 154 | 4.00 | 153.00 | -43.33 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 150 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 151 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 157 | | | |

| | | | | |
|------------------------------|-----|--|--|--|
| Concreto 40 % de PVC como AG | 148 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 158 | | | |

Consecuentemente, la siguiente tabla detalla lo relacionado a la resistencia a compresión a los 28 días:

Tabla 26. Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del concreto autocompactante.

| Grupos | 28 días | | | Variación (%) |
|------------------------------|-----------|---------------------|----------|---------------|
| | Parciales | Desviación estándar | Promedio | |
| Patrón | 290 | 4.03 | 292.33 | 0.00 |
| Patrón | 292 | | | |
| Patrón | 299 | | | |
| Patrón | 292 | | | |
| Patrón | 294 | | | |
| Patrón | 287 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 232 | 35.08 | 281.83 | -3.59 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 293 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 256 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 322 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 272 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 316 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 221 | 4.23 | 225.67 | -22.81 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 228 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 220 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 230 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 226 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 229 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 164 | 6.01 | 165.17 | -43.50 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 172 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 168 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 170 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 156 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 161 | | | |

La siguiente figura ilustra la evolución del aumento en la resistencia a compresión de los concretos autocompactantes a los 7, 14 y 28 días.

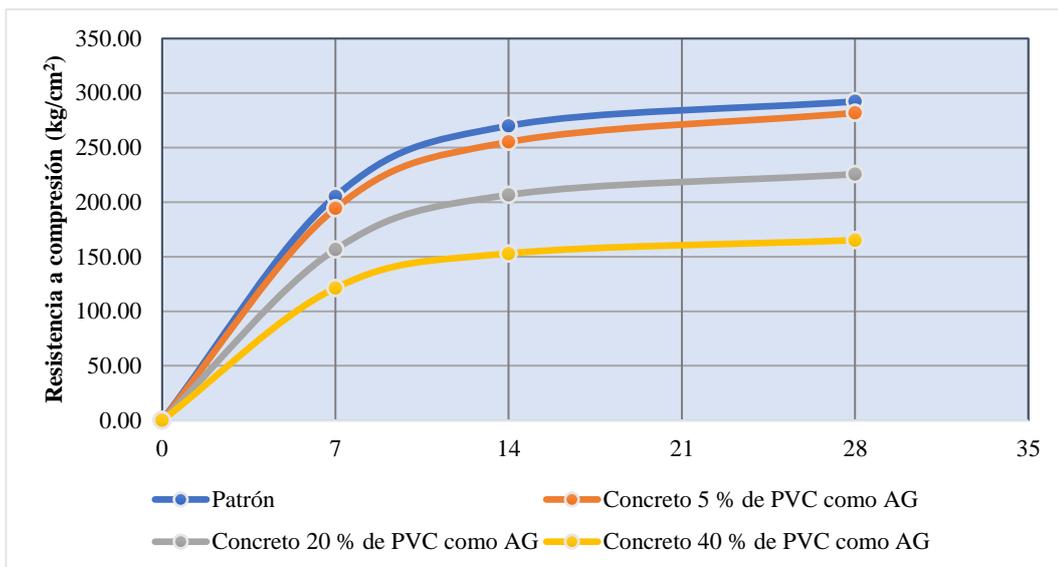


Figura 17. Resistencia a compresión del concreto autocompactante.

Asimismo, en las figuras posteriores se muestran las variaciones porcentuales de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días para cada una de las muestras analizadas de los concretos autocompactantes respecto al concreto patrón sin reemplazo del PVC triturado al agregado grueso:

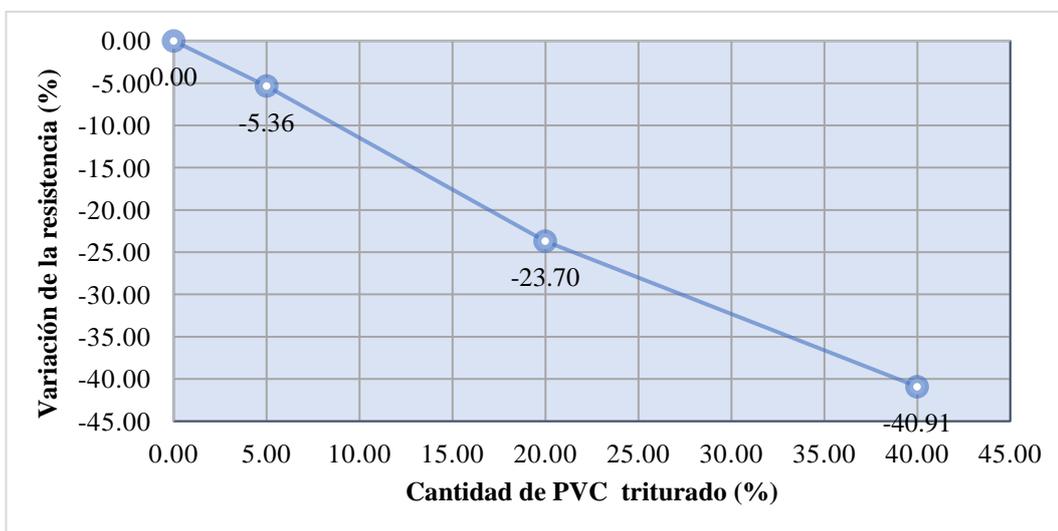


Figura 18. Variación de la resistencia a compresión a los 7 días del concreto autocompactante.

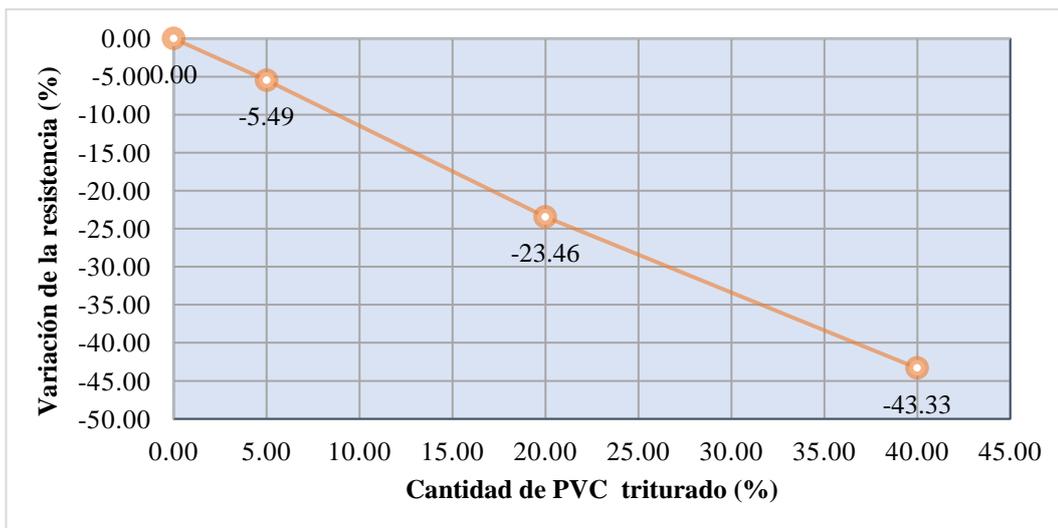


Figura 19. Variación de la resistencia a compresión a los 14 días del concreto autocompactante.

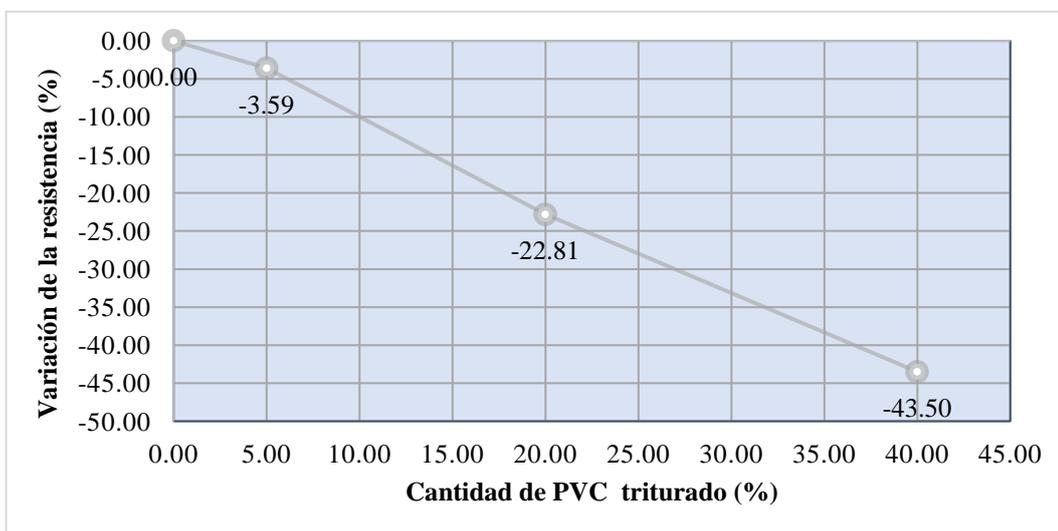


Figura 20. Variación de la resistencia a compresión a los 28 días del concreto autocompactante.

5.1.8. Resistencia flexo tracción

La Tabla 27 muestra la resistencia flexo tracción a los 14 días de los concretos autocompactantes sin y con PVC triturado:

Tabla 27. Resultados de la resistencia flexo tracción a los 14 días de los concretos autocompactantes.

| Grupos | 14 días | | | Variación (%) |
|-----------------------------|-----------|------|----------|---------------|
| | Parciales | D.S. | Promedio | |
| Patrón | 38 | 1.52 | 40.50 | 0.00 |
| Patrón | 40 | | | |
| Patrón | 42 | | | |
| Patrón | 41 | | | |
| Patrón | 42 | | | |
| Patrón | 40 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 39 | 1.37 | 36.67 | -9.47 |

| | | | | |
|------------------------------|----|------|-------|--------|
| Concreto 5 % de PVC como AG | 37 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 36 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 37 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 35 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 36 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 30 | 2.16 | 29.33 | -27.57 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 28 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 30 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 28 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 27 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 33 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 19 | 2.16 | 20.67 | -48.97 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 21 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 22 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 20 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 18 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 24 | | | |

Del mismo modo, la Tabla 28 muestra la resistencia flexo tracción a los 28 días de los concretos evaluados:

Tabla 28. Resultados de la resistencia flexo tracción a los 28 días de los concretos autocompactantes.

| Grupos | 28 días | | | Variación (%) |
|------------------------------|-----------|------|----------|---------------|
| | Parciales | D.S. | Promedio | |
| Patrón | 45 | 1.38 | 46.50 | 0.00 |
| Patrón | 48 | | | |
| Patrón | 45 | | | |
| Patrón | 47 | | | |
| Patrón | 46 | | | |
| Patrón | 48 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 43 | 1.21 | 42.67 | -8.24 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 44 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 41 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 42 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 42 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 44 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 35 | 1.17 | 35.83 | -22.94 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 36 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 37 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 34 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 36 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 37 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 34 | 3.50 | 29.33 | -36.92 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 31 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 32 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 27 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 25 | | | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 27 | | | |

En la siguiente figura se muestra la resistencia a flexo tracción durante los 7, 14 y 28 días de los concretos evaluados sin y con reemplazo del agregado grueso por PVC.

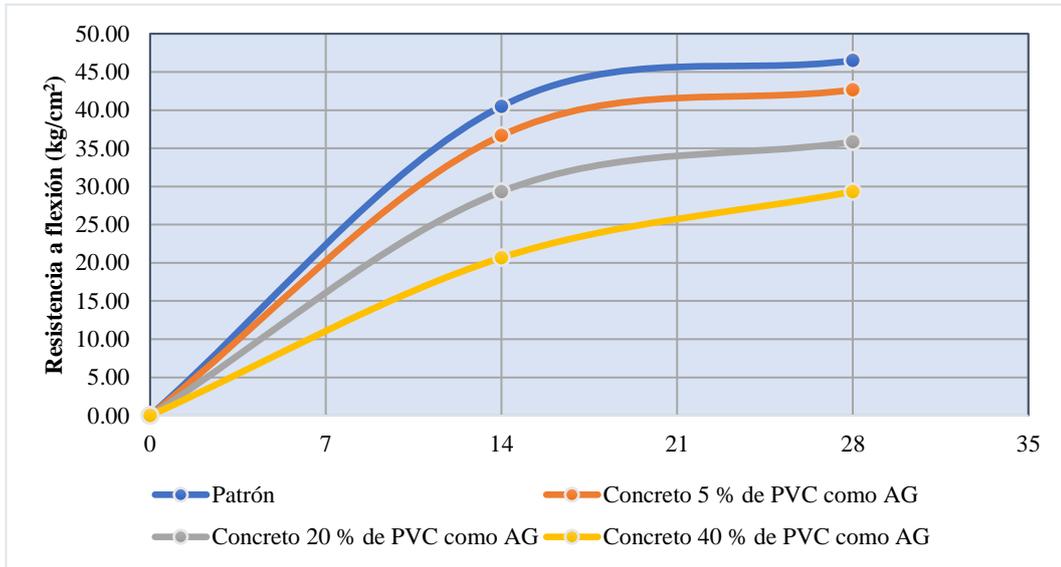


Figura 21. Resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante.

A diferencia que, en las siguientes figuras se representa la variación porcentual respecto al concreto patrón de la resistencia a flexo tracción a los 14 y 28 días:

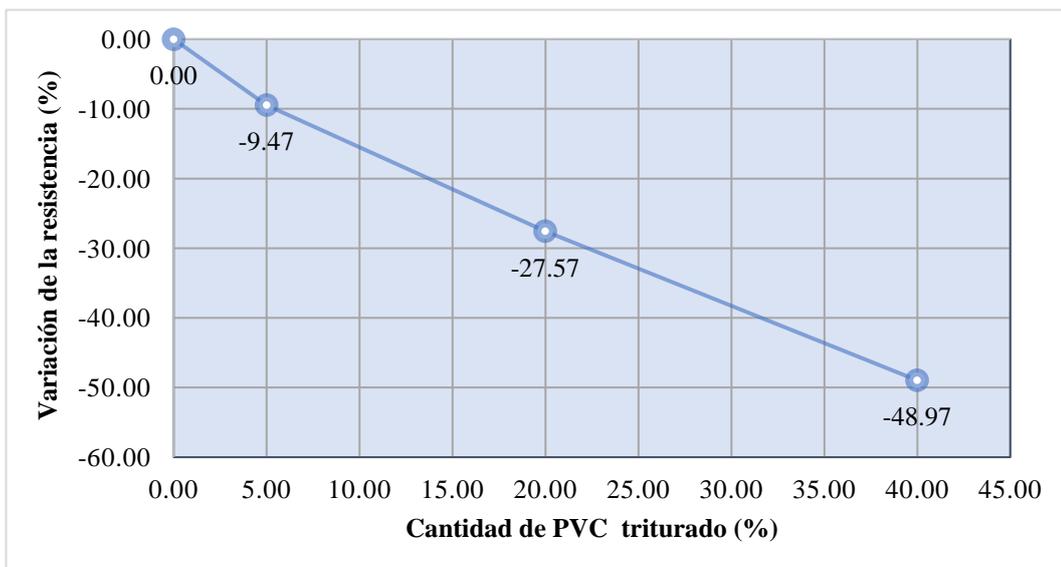


Figura 22. Variación de la resistencia a flexo tracción a los 14 días del concreto autocompactante.

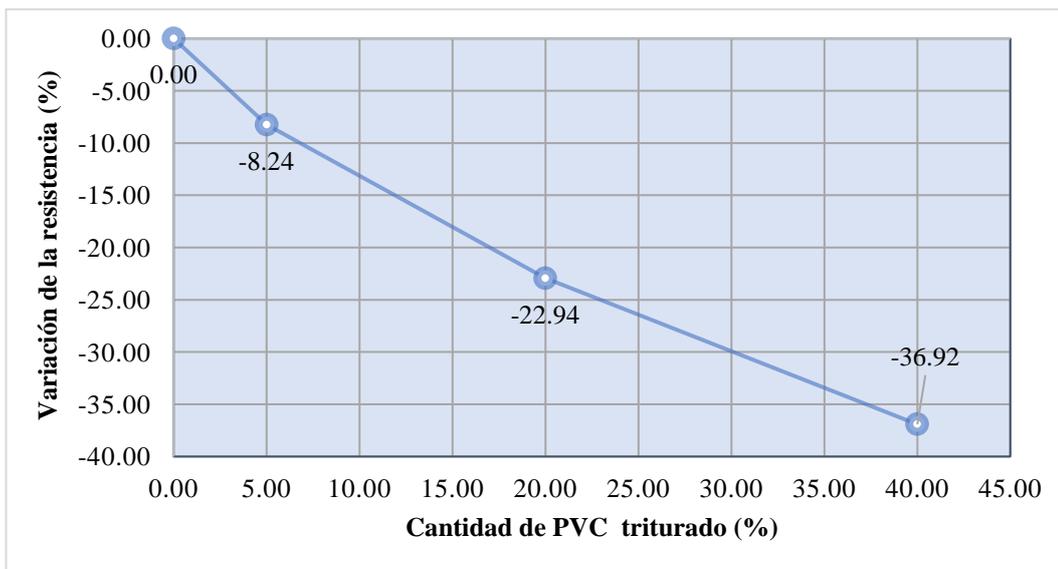


Figura 23. Variación de la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto autocompactante

5.1.9. Costo

La determinación del costo de producción del concreto autocompactante, es la fase final de la determinación de la viabilidad del uso del PVC como composición del concreto, para ello, el primer aspecto considerado fue la estimación de los componentes que están presente en su elaboración y que son presentados en la Tabla 29, de la cual se puede resaltar que los principales elementos variantes en del diseño de mezcla son la cantidad de PVC y el agregado grueso, en rangos que van desde 0 kg a 345.90 kg y 0.55 m³ a 0.33 m³, respectivamente.

Tabla 29. Cantidad de los materiales que componen el concreto autocompactante.

| Material | Und | Sustitución de PVC | | | |
|-----------------|----------------|--------------------|-------|--------|--------|
| | | 0.00 | 0.05 | 0.20 | 0.40 |
| Cemento | Bolsas | 10.82 | 10.82 | 10.82 | 10.82 |
| Agua | m ³ | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 |
| Agregado fino | m ³ | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.58 |
| Pvc | kg | 0.00 | 43.20 | 172.90 | 345.90 |
| Agregado grueso | m ³ | 0.55 | 0.53 | 0.44 | 0.33 |
| Aditivo | l | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 |

Con la cantidad estimada para cada uno de los componentes del concreto autocompactante se ha procedido a estimar el costo que este conlleva, por ello se consideró aspectos como la cantidad de mano de obra, el costo de materiales y el alquiler de equipos, obteniéndose que el rango de costo para la elaboración de esta materia está comprendido entre S/ 631.04 a S/ 786.39, tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 30. Costo por componentes de la elaboración del concreto autocompactante.

| Porcentaje de concreto | Mano de obra | Materiales | Equipos | Total |
|------------------------|--------------|------------|-----------|-----------|
| CAC - PATRÓN | S/ 36.19 | S/ 456.82 | S/ 138.03 | S/ 631.04 |
| CAC - 5 % PVC | S/ 36.19 | S/ 476.82 | S/ 138.03 | S/ 651.04 |
| CAC - 20 % PVC | S/ 36.19 | S/ 534.47 | S/ 138.03 | S/ 708.69 |
| CAC - 40 % PVC | S/ 36.19 | S/ 612.17 | S/ 138.03 | S/ 786.39 |

En la Figura 24 se ha esquematizado la variación del costo total del concreto autocompactante con la sustitución del agregado grueso por PVC, además a ello, se ha realizado otra línea de tendencia que explica de mejor manera el comportamiento de la resistencia a los 28 días y su relación con el mencionado costo.

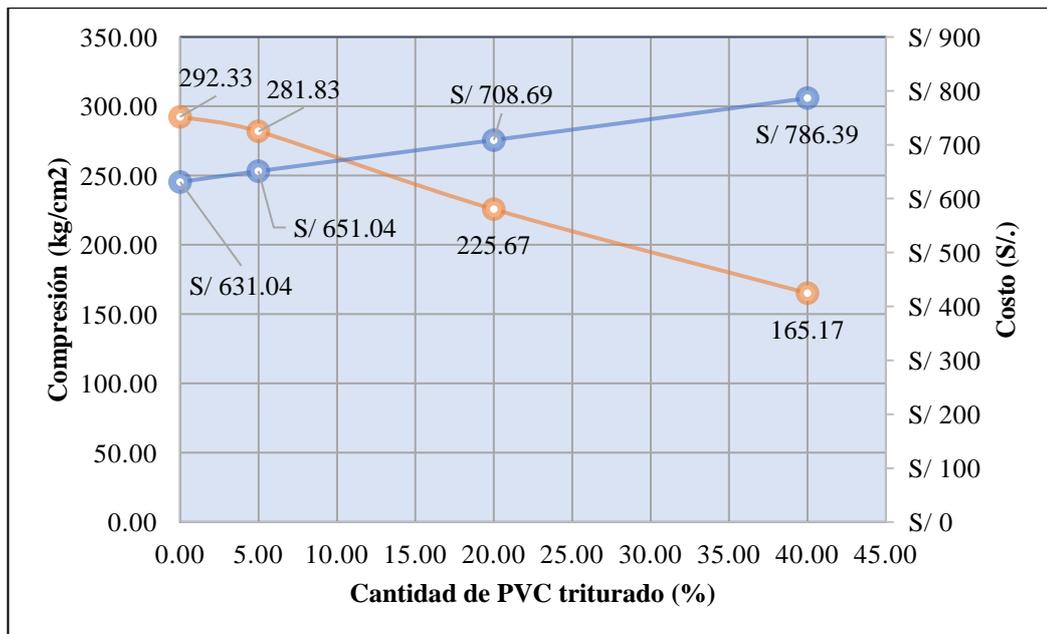


Figura 24. Variación del costo del concreto autocompactante y la resistencia a la compresión.

5.2. Contrastación de hipótesis

Antes de seleccionar la prueba estadística, se llevó a cabo un análisis de normalidad de los datos los mismos que se detallan en la Tabla 10 utilizando la prueba de Shapiro-Wilk a través del programa SPSS. Esta decisión se tomó debido al hecho de que el tamaño de las muestras por grupo es inferior a 50.

Así se consideró las siguientes hipótesis:

- H₀: La distribución es normal (Sig. > 0.05 (5 %))

- H₁: La distribución no es normal (Sig. < 0.05 (5 %))

En consecuencia, de acuerdo a la significancia obtenida que, en todos los casos fue mayor a 5 % porque se asumió una confiabilidad el 95 %, se deduce que los datos tanto de tiempo y diámetro de flujo de asentamiento, tiempo y diámetro de flujo de asentamiento con anillo J, la habilidad de paso, la segregación estática, la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días, además de la resistencia a flexotracción, presentan una distribución normal, tal como se observa en la Tabla 31.

Por ende, para la contrastación de la hipótesis es necesario aplicar un estadístico paramétrico, siendo el más idóneo el ANOVA de un factor, pues es posible comparar más de dos grupos, además de obtener la diferencia de medias entre grupos; asimismo, se considerará una confiabilidad del 95 % y un error de 5 %.

Tabla 31. Prueba de normalidad de datos obtenidos.

| Grupos | | Shapiro-Wilk | | |
|---|------------------------------|--------------|------|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| Tiempo de flujo de asentamiento | Patrón | 0.98 | 6.00 | 0.96 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.93 | 6.00 | 0.55 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.96 | 6.00 | 0.80 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.96 | 6.00 | 0.80 |
| Diámetro del flujo de asentamiento | Patrón | 0.96 | 6.00 | 0.79 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.91 | 6.00 | 0.42 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.84 | 6.00 | 0.13 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.86 | 6.00 | 0.20 |
| Tiempo de flujo de asentamiento con anillo J | Patrón | 0.96 | 6.00 | 0.82 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.96 | 6.00 | 0.83 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.93 | 6.00 | 0.61 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.89 | 6.00 | 0.33 |
| Diámetro del flujo de asentamiento con anillo J | Patrón | 0.97 | 6.00 | 0.89 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.91 | 6.00 | 0.41 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.87 | 6.00 | 0.21 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.87 | 6.00 | 0.24 |
| Habilidad de paso | Patrón | 0.97 | 6.00 | 0.89 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.77 | 6.00 | 0.06 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.96 | 6.00 | 0.82 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.96 | 6.00 | 0.84 |
| Segregación estática | Patrón | 0.89 | 6.00 | 0.34 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.91 | 6.00 | 0.46 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.89 | 6.00 | 0.32 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.90 | 6.00 | 0.40 |
| Resistencia a compresión a los 7 días | Patrón | 0.92 | 6.00 | 0.50 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.97 | 6.00 | 0.90 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.93 | 6.00 | 0.56 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.89 | 6.00 | 0.34 |
| Resistencia a compresión a los 14 días | Patrón | 0.90 | 6.00 | 0.37 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.92 | 6.00 | 0.48 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.98 | 6.00 | 0.95 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.94 | 6.00 | 0.64 |
| Resistencia a compresión a los 28 días | Patrón | 0.96 | 6.00 | 0.82 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.95 | 6.00 | 0.76 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.88 | 6.00 | 0.26 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.96 | 6.00 | 0.81 |
| Resistencia a flexo tracción a los 14 días | Patrón | 0.90 | 6.00 | 0.39 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.93 | 6.00 | 0.55 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.91 | 6.00 | 0.41 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.98 | 6.00 | 0.96 |
| Resistencia a flexo tracción a los 28 días | Patrón | 0.86 | 6.00 | 0.19 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.91 | 6.00 | 0.42 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.91 | 6.00 | 0.42 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.93 | 6.00 | 0.56 |

5.2.1. Respecto a la hipótesis específica “a”

Planteada las siguientes hipótesis:

Hi: La cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso incrementa el flujo de asentamiento del concreto autocompactante para pavimento rígido.

H0: La cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso no incrementa el flujo de asentamiento del concreto autocompactante para pavimento rígido.

Se tiene la siguiente tabla, donde se muestra el análisis ANOVA de un factor debido a que los datos presentaron una distribución normal tal como se mostró en la Tabla 31.

De acuerdo a la significancia obtenida de 0.00 tanto para el tiempo y diámetro de flujo de asentamiento fue menor a 5 %, se logra interpretar que en ambos aspectos se presentaron diferencias significativas entre los grupos evaluados.

Tabla 32. ANOVA de un factor para el objetivo específico “a”.

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|-------|------|
| Tiempo de flujo de asentamiento | Entre grupos | 0.88 | 3.00 | 0.29 | 14.36 | 0.00 |
| | Dentro de grupos | 0.41 | 20.00 | 0.02 | | |
| | Total | 1.29 | 23.00 | | | |
| Diámetro del flujo de asentamiento | Entre grupos | 52171.87 | 3.00 | 17390.63 | 47.71 | 0.00 |
| | Dentro de grupos | 7289.58 | 20.00 | 364.48 | | |
| | Total | 59461.46 | 23.00 | | | |

Asimismo, de acuerdo a las siguientes figuras se tiene que los valores de F resultaron ser mayor al F teórico de 3.098; por ende, también se acepta que existen diferencias significativas en los grupos respecto al tipo y diámetro de flujo de asentamiento.

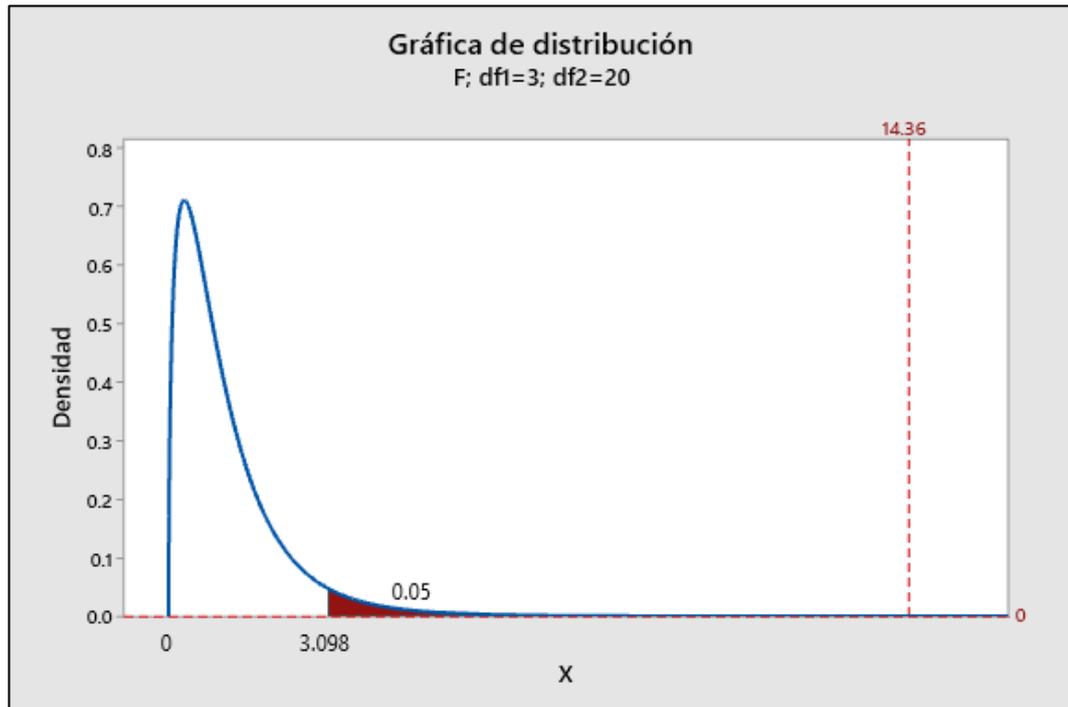


Figura 25. Gráfica de distribución F para el tiempo de flujo de asentamiento.

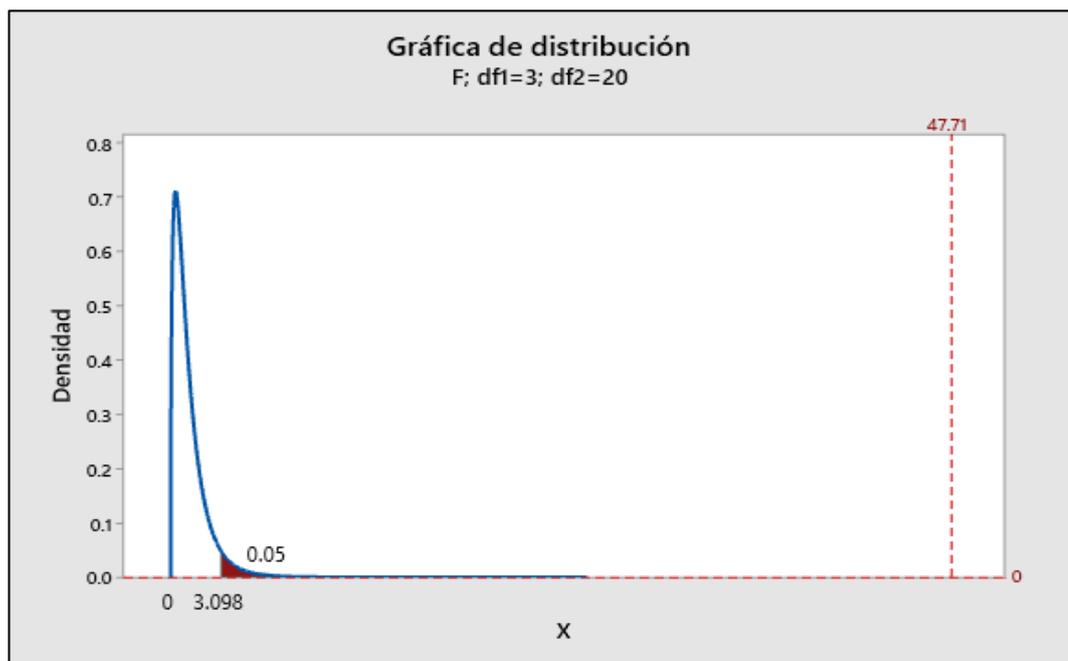


Figura 26. Gráfica de distribución F para el diámetro de flujo de asentamiento.

En la Tabla 37, se exhibe la comparación entre los diferentes grupos incluidos en el estudio del concreto autocompactante con reemplazo del agregado grueso por PVC triturado, según los resultados de la prueba pos hoc de Tukey, llegándose a deducir lo siguiente:

- El tiempo de flujo de asentamiento del concreto con 5 % de PVC como agregado grueso se reduce al contar una diferencia de medias negativa, lo cual no es significativo estadísticamente, porque la significancia es mayor a 5 %, es decir, de 0.39; sin embargo, al reemplazar el 20 % y 40 % del agregado fino las reducciones si fueron estadísticamente significativas pues la significancia fue menor a 5 %, es decir, se encontraron valores de 0.01 y 0.00.
- En cuanto al diámetro de flujo de asentamiento, se encontró que los incrementos presentados solo fueron significativos al reemplazar 20 % y 40 % de PVC, con las significancias de 0.00 (menores a 5 %), a diferencia del concreto con 5 % de PVC como agregado que resultó de 0.76.

Tabla 33. Comparación de grupos en relación al flujo de asentamiento del concreto autocompactante.

| Variable dependiente | | | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | 95% de intervalo de confianza | |
|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Tiempo de flujo de asentamiento | Patrón | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.13 | 0.08 | 0.39 | -0.10 | 0.36 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.28* | 0.08 | 0.01 | 0.05 | 0.51 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.52* | 0.08 | 0.00 | 0.29 | 0.75 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | Patrón | -0.13 | 0.08 | 0.39 | -0.36 | 0.10 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.15 | 0.08 | 0.30 | -0.08 | 0.38 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.38* | 0.08 | 0.00 | 0.15 | 0.61 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | Patrón | -0.28* | 0.08 | 0.01 | -0.51 | -0.05 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -0.15 | 0.08 | 0.30 | -0.38 | 0.08 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.23* | 0.08 | 0.05 | 0.00 | 0.46 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | Patrón | -0.52* | 0.08 | 0.00 | -0.75 | -0.29 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -0.38* | 0.08 | 0.00 | -0.61 | -0.15 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -0.23* | 0.08 | 0.05 | -0.46 | 0.00 |
| Diámetro del flujo de asentamiento | Patrón | Concreto 5 % de PVC como AG | -10.83 | 11.02 | 0.76 | -41.68 | 20.02 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -97.08* | 11.02 | 0.00 | -127.93 | -66.23 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | -99.58* | 11.02 | 0.00 | -130.43 | -68.73 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | Patrón | 10.83 | 11.02 | 0.76 | -20.02 | 41.68 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -86.25* | 11.02 | 0.00 | -117.10 | -55.40 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | -88.75* | 11.02 | 0.00 | -119.60 | -57.90 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | Patrón | 97.08* | 11.02 | 0.00 | 66.23 | 127.93 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | 86.25* | 11.02 | 0.00 | 55.40 | 117.10 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | -2.50 | 11.02 | 1.00 | -33.35 | 28.35 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | Patrón | 99.58* | 11.02 | 0.00 | 68.73 | 130.43 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | 88.75* | 11.02 | 0.00 | 57.90 | 119.60 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 2.50 | 11.02 | 1.00 | -28.35 | 33.35 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En las tablas subsecuentes, se presentan los subconjuntos homogéneos claramente definidos y agrupados de manera coherente en cuanto al tiempo y diámetro obtenidos con el ensayo de flujo de asentamiento:

Tabla 34. Subconjuntos homogéneos respecto al tiempo del flujo de asentamiento del concreto autocompactante.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|------------------------------|------|------------------------------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 6.00 | 1.18 | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 6.00 | | 1.42 | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 6.00 | | 1.57 | 1.57 |
| Patrón | 6.00 | | | 1.70 |
| Sig. | | 1.00 | 0.30 | 0.39 |

Tabla 35. Subconjuntos homogéneos respecto al diámetro del flujo de asentamiento del concreto autocompactante.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|------------------------------|------|------------------------------|--------|
| | | 1 | 2 |
| Patrón | 6.00 | 675.83 | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 6.00 | 686.67 | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 6.00 | | 772.92 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 6.00 | | 775.42 |
| Sig. | | 0.76 | 1.00 |

Por lo tanto, se llega a concluir que la cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso incrementa el flujo de asentamiento del concreto autocompactante para pavimento rígido, eso viéndose reflejado en la reducción del tiempo y el incremento del diámetro.

5.2.2. Respecto a la hipótesis específica “b”

Planteada las siguientes hipótesis:

Hi: La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso incrementa la habilidad de paso del concreto autocompactante para pavimento rígido.

H0: La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso no incrementa la habilidad de paso del concreto autocompactante para pavimento rígido.

Se tiene la siguiente tabla, donde se muestra el análisis ANOVA de un factor debido a que los datos presentaron una distribución normal tal como se mostró en la Tabla 31.

De acuerdo a la significancia obtenida tanto para el tiempo y diámetro de flujo de asentamiento con el anillo J fue menor a 5 % (0.00 en ambos casos), se logra interpretar que en ambos aspectos se presentaron diferencias significativas entre los grupos evaluados, no obstante, en la habilidad de paso no se presentó diferencias significativas, pues la significancia obtenida fue mayor a 5 %, es decir, fue de 0.97.

Tabla 36. ANOVA de un factor para el objetivo específico “b”.

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--|------------------|-------------------|-------|------------------|-------|------|
| Tiempo de flujo de asentamiento con anillo J | Entre grupos | 3.15 | 3.00 | 1.05 | 19.30 | 0.00 |
| | Dentro de grupos | 1.09 | 20.00 | 0.05 | | |
| | Total | 4.24 | 23.00 | | | |
| Diámetro de flujo de asentamiento con anillo J | Entre grupos | 56242.71 | 3.00 | 18747.57 | 42.92 | 0.00 |
| | Dentro de grupos | 8735.42 | 20.00 | 436.77 | | |
| | Total | 64978.12 | 23.00 | | | |
| Habilidad de paso | Entre grupos | 197.92 | 3.00 | 65.97 | 0.09 | 0.97 |
| | Dentro de grupos | 14885.42 | 20.00 | 744.27 | | |
| | Total | 15083.33 | 23.00 | | | |

Asimismo, de acuerdo a las siguientes figuras se tiene que los valores de F resultaron ser mayor al F teórico de 3.098; por ende, también se acepta que existen diferencias significativas en los grupos respecto al tipo y diámetro de flujo de asentamiento con el anillo J; más no existen

diferencias significativas en la habilidad de paso al ser la F menor al F teórico.

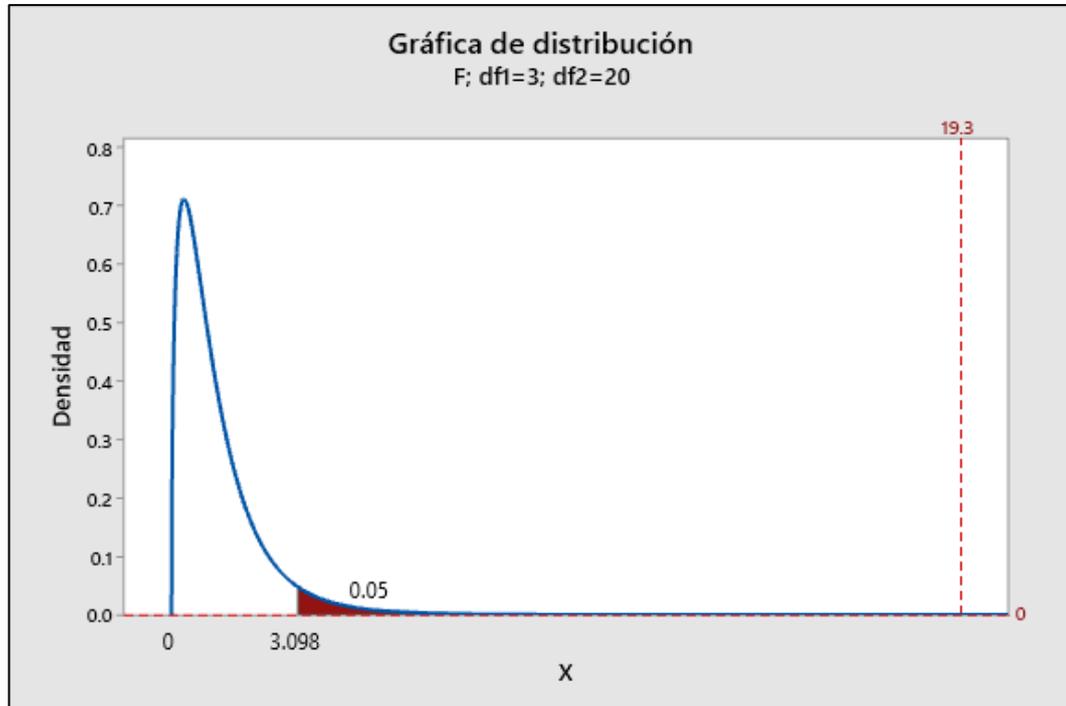


Figura 27. Gráfica de distribución F para el tiempo de flujo de asentamiento con anillo J.

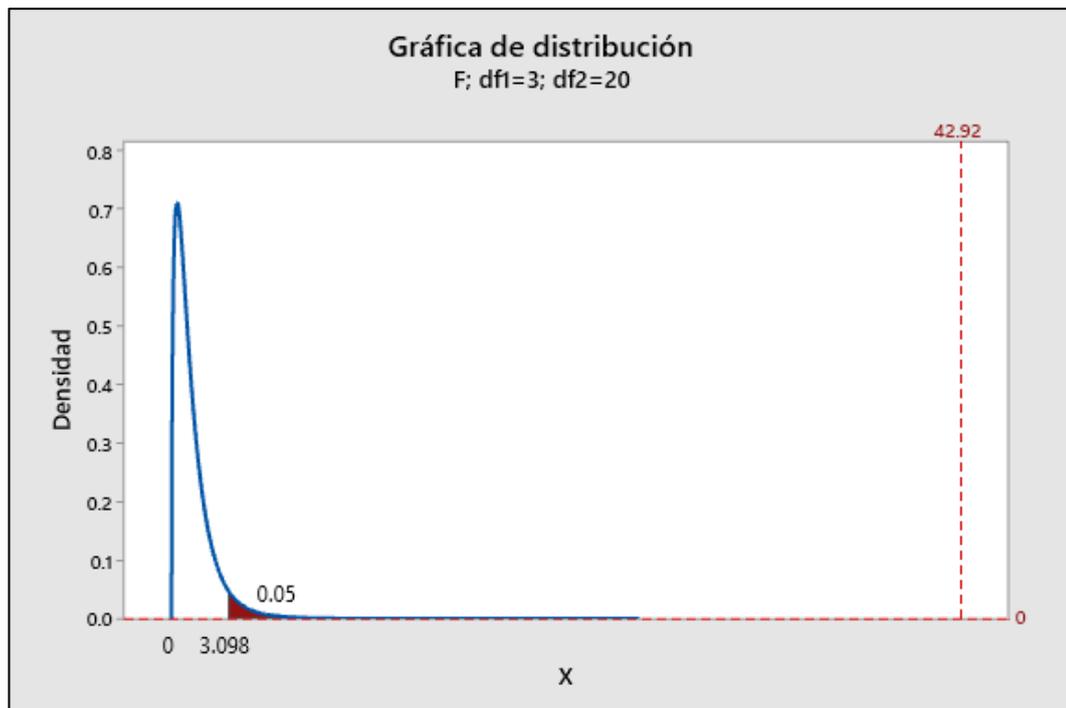


Figura 28. Gráfica de distribución F para el diámetro de flujo de asentamiento con anillo J.

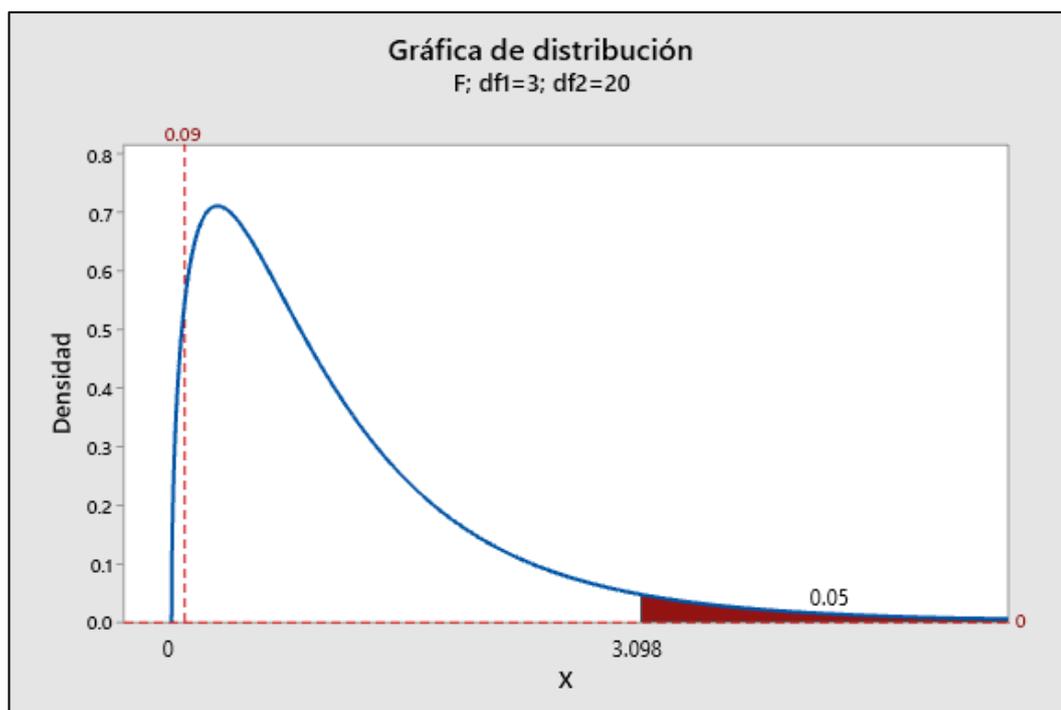


Figura 29. Gráfica de distribución F para la habilidad de paso.

En consecuencia, los resultados obtenidos en la Tabla 37 muestran la comparación de los grupos considerados en la elaboración del concreto autocompactante con reemplazo del agregado grueso por PVC triturado, a través de la prueba post hoc de Tukey. A partir de estos resultados, se han obtenido las siguientes conclusiones o deducciones:

- El tiempo de flujo de asentamiento con anillo J se redujo al reemplazar el agregado grueso por el PVC, siendo significativo solo con 20 % y 40 %, con una significancia de 0.01 y 0.00.
- El diámetro de flujo de asentamiento con anillo J se incrementó con la sustitución del agregado grueso, siendo también significativo al emplear 20 % y 40 %, con una significancia menor a 5 %, es decir de 0.00.

- En cuanto, a la habilidad de paso se encontró que se incrementó al emplear 5 % y 20 % de PVC por agregado grueso, no obstante, tales incrementos no fueron estadísticamente significativos, pues la significancia fue mayor a 5 %, es decir, en todos los casos se dieron valores de 1 y 0.99.

- En cuanto al diámetro de flujo de asentamiento, se encontró que los incrementos presentados solo fueron significativos al reemplazar 20 % y 40 % de PVC, con significancias menores a 0.05 o 5 %, es decir, de 0.00.

En la Tabla 37 se compara los grupos considerados en la investigación respecto a la habilidad de paso del concreto:

Tabla 37. Comparación de grupos en relación a la habilidad de paso del concreto autocompactante.

| Variable dependiente | | | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | 95% de intervalo de confianza | |
|--|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------|-------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Tiempo de flujo de asentamiento con anillo J | Patrón | Concreto 5 % de PVC como AG | 0.32 | 0.13 | 0.12 | -0.06 | 0.69 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.50* | 0.13 | 0.01 | 0.12 | 0.88 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 1.00* | 0.13 | 0.00 | 0.62 | 1.38 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | Patrón | -0.32 | 0.13 | 0.12 | -0.69 | 0.06 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 0.18 | 0.13 | 0.54 | -0.19 | 0.56 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.38* | 0.13 | 0.00 | 0.31 | 1.06 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | Patrón | -0.50* | 0.13 | 0.01 | -0.88 | -0.12 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -0.18 | 0.13 | 0.54 | -0.56 | 0.19 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 0.50* | 0.13 | 0.01 | 0.12 | 0.88 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | Patrón | -1.00* | 0.13 | 0.00 | -1.38 | -0.62 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -0.68* | 0.13 | 0.00 | -1.06 | -0.31 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -0.50* | 0.13 | 0.01 | -0.88 | -0.12 |
| Diámetro de flujo de asentamiento con anillo J | Patrón | Concreto 5 % de PVC como AG | -5.42 | 12.07 | 0.97 | -39.19 | 28.36 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -96.67* | 12.07 | 0.00 | -130.44 | -62.89 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | -102.08* | 12.07 | 0.00 | -135.86 | -68.31 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | Patrón | 5.42 | 12.07 | 0.97 | -28.36 | 39.19 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -91.25* | 12.07 | 0.00 | -125.02 | -57.48 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | -96.67* | 12.07 | 0.00 | -130.44 | -62.89 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | Patrón | 96.67* | 12.07 | 0.00 | 62.89 | 130.44 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | | 91.25* | 12.07 | 0.00 | 57.48 | 125.02 | |

| | | | | | | | |
|-------------------|------------------------------|------------------------------|---------|-------|------|--------|--------|
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | -5.42 | 12.07 | 0.97 | -39.19 | 28.36 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | Patrón | 102.08* | 12.07 | 0.00 | 68.31 | 135.86 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | 96.67* | 12.07 | 0.00 | 62.89 | 130.44 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 5.42 | 12.07 | 0.97 | -28.36 | 39.19 |
| Habilidad de paso | Patrón | Concreto 5 % de PVC como AG | -5.42 | 15.75 | 0.99 | -49.50 | 38.67 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -0.42 | 15.75 | 1.00 | -44.50 | 43.67 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 2.50 | 15.75 | 1.00 | -41.59 | 46.59 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | Patrón | 5.42 | 15.75 | 0.99 | -38.67 | 49.50 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 5.00 | 15.75 | 0.99 | -39.09 | 49.09 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 7.92 | 15.75 | 0.96 | -36.17 | 52.00 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | Patrón | 0.42 | 15.75 | 1.00 | -43.67 | 44.50 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -5.00 | 15.75 | 0.99 | -49.09 | 39.09 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 2.92 | 15.75 | 1.00 | -41.17 | 47.00 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | Patrón | -2.50 | 15.75 | 1.00 | -46.59 | 41.59 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -7.92 | 15.75 | 0.96 | -52.00 | 36.17 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -2.92 | 15.75 | 1.00 | -47.00 | 41.17 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En las tablas subsiguientes se muestran los subconjuntos homogéneos correspondientes a las mediciones de tiempo y diámetro del flujo de asentamiento, realizadas a través del anillo J, junto con la habilidad de paso del concreto autocompactante. Estos subconjuntos homogéneos fueron identificados con el propósito de analizar de manera más detallada las diferencias y similitudes entre los grupos de muestras evaluados en el estudio:

Tabla 38. Subconjuntos homogéneos respecto al tiempo de flujo de asentamiento con anillo J del concreto autocompactante.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|------------------------------|------|------------------------------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 6.00 | 2.00 | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 6.00 | | 2.50 | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 6.00 | | 2.68 | 2.68 |
| Patrón | 6.00 | | | 3.00 |
| Sig. | | 1.00 | 0.54 | 0.12 |

Tabla 39. Subconjuntos homogéneos respecto al diámetro de flujo de asentamiento con anillo J del concreto autocompactante.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|------------------------------|------|------------------------------|--------|
| | | 1 | 2 |
| Patrón | 6.00 | 638.33 | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 6.00 | 643.75 | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 6.00 | | 735.00 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 6.00 | | 740.42 |
| Sig. | | 0.97 | 0.97 |

Tabla 40. Subconjuntos homogéneos respecto a la habilidad de paso del concreto autocompactante.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |
|------------------------------|------|------------------------------|
| | | 1 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 6.00 | 35.00 |
| Patrón | 6.00 | 37.50 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 6.00 | 37.92 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 6.00 | 42.92 |
| Sig. | | 0.96 |

En conclusión, se tiene que la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso incrementa la habilidad de paso del concreto autocompactante para pavimento rígido; no obstante, tales incrementos no son significativos estadísticamente.

5.2.3. Respecto a la hipótesis específica “c”

Planteada las siguientes hipótesis:

Hi: La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso acentúa la segregación estática del concreto autocompactante para pavimento rígido.

H0: La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso no acentúa la segregación estática del concreto autocompactante para pavimento rígido.

Se tiene la siguiente tabla, donde se muestra el análisis ANOVA de un factor debido a que los datos presentaron una distribución normal tal como se mostró en la Tabla 31.

De acuerdo a la significancia se logra interpretar que se presentó diferencias significativas en la segregación estática, pues la significancia obtenida fue menor a 5 %, es decir, fue de 0.00.

Tabla 41. ANOVA de un factor para el objetivo específico “c”.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|
| Entre grupos | 1596.78 | 3.00 | 532.26 | 139.06 | 0.00 |
| Dentro de grupos | 76.55 | 20.00 | 3.83 | | |
| Total | 1673.33 | 23.00 | | | |

Asimismo, de acuerdo a la siguiente figura se tiene que los valores de F resultaron ser mayor al F teórico de 3.098; por ende, también se acepta que existen diferencias significativas en los grupos respecto a la segregación estática.

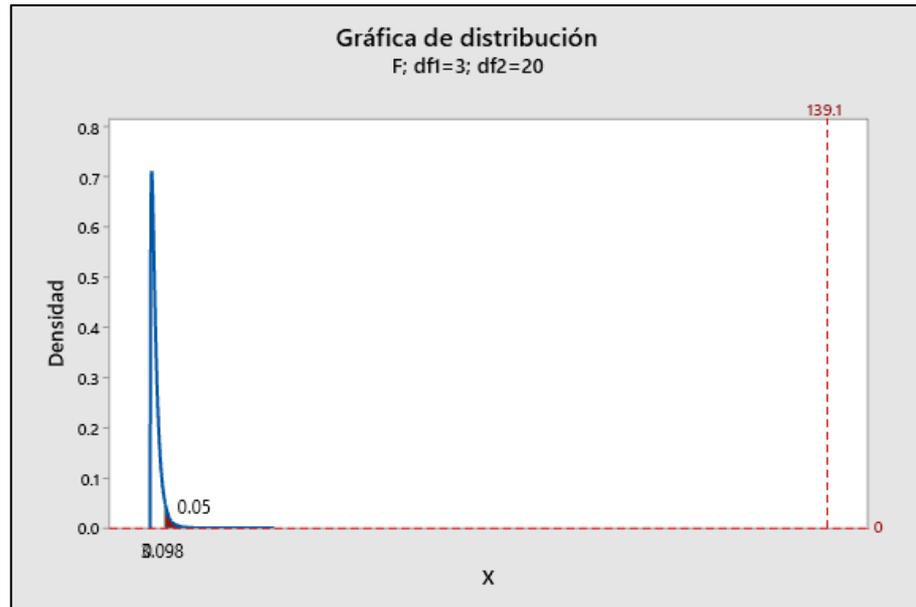


Figura 30. Gráfica de distribución F para la segregación estática.

En consecuencia, los resultados reflejados en la Tabla 42 muestran la comparación entre los distintos grupos considerados en la investigación del concreto autocompactante con reemplazo del agregado grueso por PVC triturado, mediante el análisis realizado con la prueba post hoc de Tukey. Como resultado de estos hallazgos, se han obtenido conclusiones y deducciones importantes:

- La segregación estática tendió a incrementarse con el reemplazo del agregado grueso por el PVC, siendo significativos tales cambios en todas las dosificaciones, pues la significancia obtenida fue menor a 5 %, es decir, con un valor de 0.00.

Tabla 42. Comparación de grupos en relación a la segregación estática del concreto autocompactante.

| (I) Grupos | | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | 95% de intervalo de confianza | |
|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Patrón | Concreto 5 % de PVC como AG | -0.56* | 1.13 | 0.00 | -8.79 | -2.47 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | -14.50* | 1.13 | 0.00 | -17.66 | -11.34 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | -21.28* | 1.13 | 0.00 | -24.44 | -18.12 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | Patrón | 5.63* | 1.13 | 0.00 | 2.47 | 8.79 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | -8.87* | 1.13 | 0.00 | -12.03 | -5.71 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | -15.65 | 1.13 | 0.00 | -18.81 | -12.49 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | Patrón | 14.50* | 1.13 | 0.00 | 11.34 | 17.66 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 8.87* | 1.13 | 0.00 | 5.71 | 12.03 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | -6.78* | 1.13 | 0.00 | -9.94 | -3.62 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | Patrón | 21.28* | 1.13 | 0.00 | 18.12 | 24.44 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | 15.65* | 1.13 | 0.00 | 12.49 | 18.81 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | 6.78* | 1.13 | 0.00 | 3.62 | 9.94 |

Mientras tanto, en la Tabla que sigue se presentan los subconjuntos homogéneos relacionados con la segregación estática del concreto autocompactante patrón y el concreto autocompactante con la sustitución del agregado grueso por PVC triturado:

Tabla 43. Subconjuntos homogéneos respecto a la segregación estática del concreto autocompactante.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|------------------------------|------|------------------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Patrón | 6.00 | 9.13 | | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 6.00 | | 14.77 | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 6.00 | | | 23.63 | |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 6.00 | | | | 30.42 |
| Sig. | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

En resumen, los resultados indican que la inclusión de PVC como reemplazo parcial del agregado grueso no aumenta la segregación estática en el concreto autocompactante utilizado para pavimento rígido.

5.2.4. Respecto a la hipótesis específica “d”

Planteada las siguientes hipótesis:

Hi: La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso mantiene la resistencia a compresión del concreto autocompactante para pavimento rígido.

H0: La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso reduce la resistencia a compresión del concreto autocompactante para pavimento rígido.

Se presenta la tabla de análisis ANOVA de un factor debido a que los datos presentaron una distribución normal tal como se mostró en la Tabla 31.

Entonces, con una significancia menor al 5 %, se han observado diferencias significativas en la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días. Los resultados indican que la significancia obtenida fue inferior al nivel de significancia del 5 %, es decir, de 0.00.

Tabla 44. ANOVA de un factor para el objetivo específico “d”.

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--|------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|
| Resistencia a compresión a los 7 días | Entre grupos | 26312.50 | 3.00 | 8770.83 | 231.01 | 0.00 |
| | Dentro de grupos | 759.33 | 20.00 | 37.97 | | |
| | Total | 27071.83 | 23.00 | | | |
| Resistencia a compresión a los 14 días | Entre grupos | 50385.79 | 3.00 | 16795.26 | 475.67 | 0.00 |
| | Dentro de grupos | 706.17 | 20.00 | 35.31 | | |
| | Total | 51091.96 | 23.00 | | | |
| Resistencia a compresión a los 28 días | Entre grupos | 61728.17 | 3.00 | 20576.06 | 63.27 | 0.00 |
| | Dentro de grupos | 6504.33 | 20.00 | 325.22 | | |
| | Total | 68232.50 | 23.00 | | | |

Asimismo, de acuerdo a la siguiente figura se tiene que los valores de F resultaron ser mayor al F teórico de 3.098; en consecuencia, se confirma la presencia de diferencias significativas entre los grupos con respecto a la resistencia a compresión.

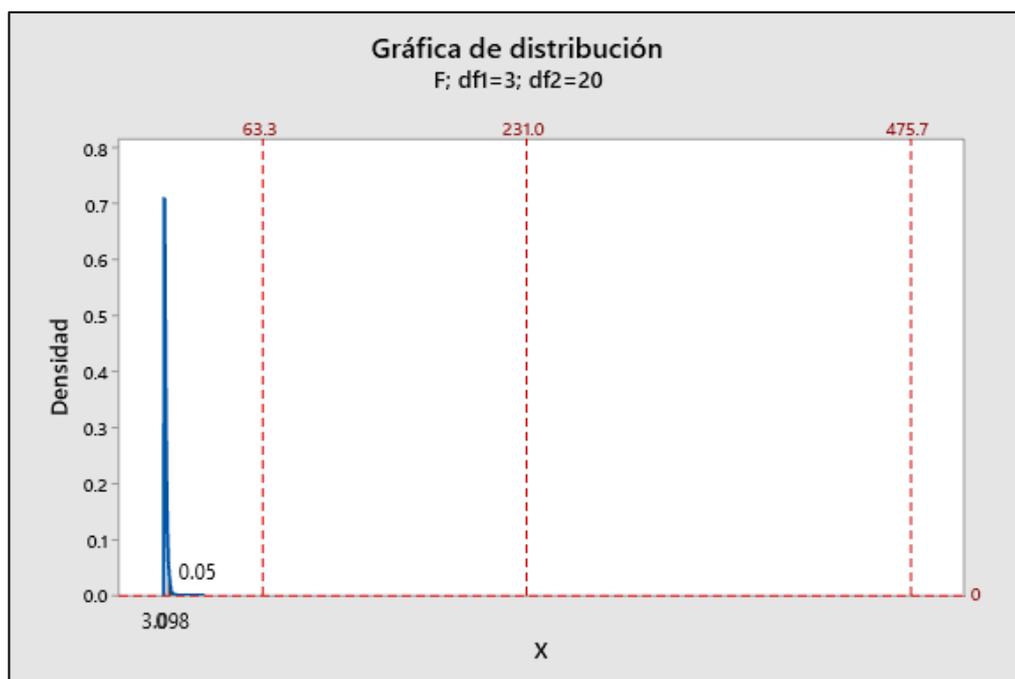


Figura 31. Gráfica de distribución F para la resistencia a compresión.

La Tabla 45 especifica los resultados de la comparación de los grupos representados por cada uno de los concretos autocompactantes y la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días, lográndose tener las siguientes deducciones:

- Se encontró reducciones de la resistencia a compresión a los 7 días en comparación del concreto patrón, donde la significancia en todos los casos fue menor a 5 %, es decir de 0.03 y 0.00.
- En cuanto a la resistencia a compresión a los 14 días, se tiene que, al reemplazar el agregado grueso por PVC en cada una de las dosificaciones, se redujo significativamente, con un valor de la significancia menor a 5 %, es decir, de 0.00.
- Por último, se tiene que la resistencia a compresión a los 28 días, se redujo significativamente al reemplazar el agregado grueso

por PVC, pues la significancia fue menor a 5 %, con 0.00 para el reemplazo de 20 y 40 %.

Tabla 45. Comparación de grupos en relación a la resistencia a compresión del concreto autocompactante.

| Variable dependiente | | | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | 95% de intervalo de confianza | |
|--|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Resistencia a compresión a los 7 días | Patrón | Concreto 5 % de PVC como AG | 11.00* | 3.56 | 0.03 | 1.04 | 20.96 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 48.67* | 3.56 | 0.00 | 38.71 | 58.62 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 84.00* | 3.56 | 0.00 | 74.04 | 93.96 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | Patrón | -11.00* | 3.56 | 0.03 | -20.96 | -1.04 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 37.67* | 3.56 | 0.00 | 27.71 | 47.62 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 73.00* | 3.56 | 0.00 | 63.04 | 82.96 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | Patrón | -48.67* | 3.56 | 0.00 | -58.62 | -38.71 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -37.67* | 3.56 | 0.00 | -47.62 | -27.71 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 35.33* | 3.56 | 0.00 | 25.38 | 45.29 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | Patrón | -84.00* | 3.56 | 0.00 | -93.96 | -74.04 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -73.00* | 3.56 | 0.00 | -82.96 | -63.04 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -35.33* | 3.56 | 0.00 | -45.29 | -25.38 |
| Resistencia a compresión a los 14 días | Patrón | Concreto 5 % de PVC como AG | 14.83* | 3.43 | 0.00 | 5.23 | 24.44 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 63.33* | 3.43 | 0.00 | 53.73 | 72.94 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 117.00* | 3.43 | 0.00 | 107.40 | 126.60 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | Patrón | -14.83* | 3.43 | 0.00 | -24.44 | -5.23 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 48.50* | 3.43 | 0.00 | 38.90 | 58.10 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 102.17* | 3.43 | 0.00 | 92.56 | 111.77 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | Patrón | -63.33* | 3.43 | 0.00 | -72.94 | -53.73 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -48.50* | 3.43 | 0.00 | -58.10 | -38.90 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 53.67* | 3.43 | 0.00 | 44.06 | 63.27 |
| | | Patrón | -117.00* | 3.43 | 0.00 | -126.60 | -107.40 |

| | | | | | | | |
|--|------------------------------|------------------------------|----------|-------|------|---------|--------|
| | Concreto 40 % de PVC como AG | Concreto 5 % de PVC como AG | -102.17* | 3.43 | 0.00 | -111.77 | -92.56 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -53.67* | 3.43 | 0.00 | -63.27 | -44.06 |
| Resistencia a compresión a los 28 días | Patrón | Concreto 5 % de PVC como AG | 10.50 | 10.41 | 0.75 | -18.64 | 39.64 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 66.67* | 10.41 | 0.00 | 37.52 | 95.81 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 127.17* | 10.41 | 0.00 | 98.02 | 156.31 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | Patrón | -10.50 | 10.41 | 0.75 | -39.64 | 18.64 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 56.17* | 10.41 | 0.00 | 27.02 | 85.31 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 116.67* | 10.41 | 0.00 | 87.52 | 145.81 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | Patrón | -66.67* | 10.41 | 0.00 | -95.81 | -37.52 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -56.17* | 10.41 | 0.00 | -85.31 | -27.02 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 60.50* | 10.41 | 0.00 | 31.36 | 89.64 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | Patrón | -127.17* | 10.41 | 0.00 | -156.31 | -98.02 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -116.67* | 10.41 | 0.00 | -145.81 | -87.52 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -60.50* | 10.41 | 0.00 | -89.64 | -31.36 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En las siguientes tablas se tiene los grupos homogéneos en cuanto a la resistencia a compresión obtenida:

Tabla 46. Subconjuntos homogéneos respecto a la resistencia a compresión a los 7 días del concreto autocompactante.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|------------------------------|------|------------------------------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 6.00 | 121.33 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 6.00 | | 156.67 | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 6.00 | | | 194.33 | |
| Patrón | 6.00 | | | | 205.33 |
| Sig. | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Tabla 47. Subconjuntos homogéneos respecto a la resistencia a compresión a los 14 días del concreto autocompactante.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|------------------------------|------|------------------------------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 6.00 | 153.00 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 6.00 | | 206.67 | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 6.00 | | | 255.17 | |
| Patrón | 6.00 | | | | 270.00 |
| Sig. | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Tabla 48. Subconjuntos homogéneos respecto a la resistencia a compresión a los 28 días del concreto autocompactante.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|------------------------------|------|------------------------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 6.00 | 165.17 | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 6.00 | | 225.67 | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 6.00 | | | 281.83 |
| Patrón | 6.00 | | | 292.33 |
| Sig. | | 1.00 | 1.00 | 0.75 |

Por lo tanto, se puede concluir que la inclusión de PVC como sustituto parcial del agregado grueso disminuye la resistencia a compresión del concreto autocompactante utilizado en pavimento rígido.

5.2.5. Respecto a la hipótesis específica “e”

Planteada las siguientes hipótesis:

Hi: La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso conserva la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante para pavimento rígido.

H0: La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso reduce la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante para pavimento rígido.

Se tiene la siguiente tabla, donde se muestra el análisis ANOVA de un factor debido a que los datos presentaron una distribución normal tal como se mostró en la Tabla 31.

De acuerdo a la significancia menor a 5 %, se logra interpretar que se presentó diferencias significativas en la resistencia a flexo tracción a los 14 y 28 días, pues la significancia obtenida fue menor a 5 %, en ambos casos de 0.00.

Tabla 49. ANOVA de un factor para el objetivo específico “e”.

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--|------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|
| Resistencia a flexo tracción a los 14 días | Entre grupos | 1376.46 | 3.00 | 458.82 | 135.95 | 0.00 |
| | Dentro de grupos | 67.50 | 20.00 | 3.38 | | |
| | Total | 1443.96 | 23.00 | | | |
| Resistencia a flexo tracción a los 28 días | Entre grupos | 1034.83 | 3.00 | 344.94 | 81.16 | 0.00 |
| | Dentro de grupos | 85.00 | 20.00 | 4.25 | | |
| | Total | 1119.83 | 23.00 | | | |

Asimismo, de acuerdo a la siguiente figura se tiene que los valores de F resultaron ser mayor al F teórico de 3.098; por ende, también se

acepta que existen diferencias significativas en los grupos respecto a la resistencia a flexión.

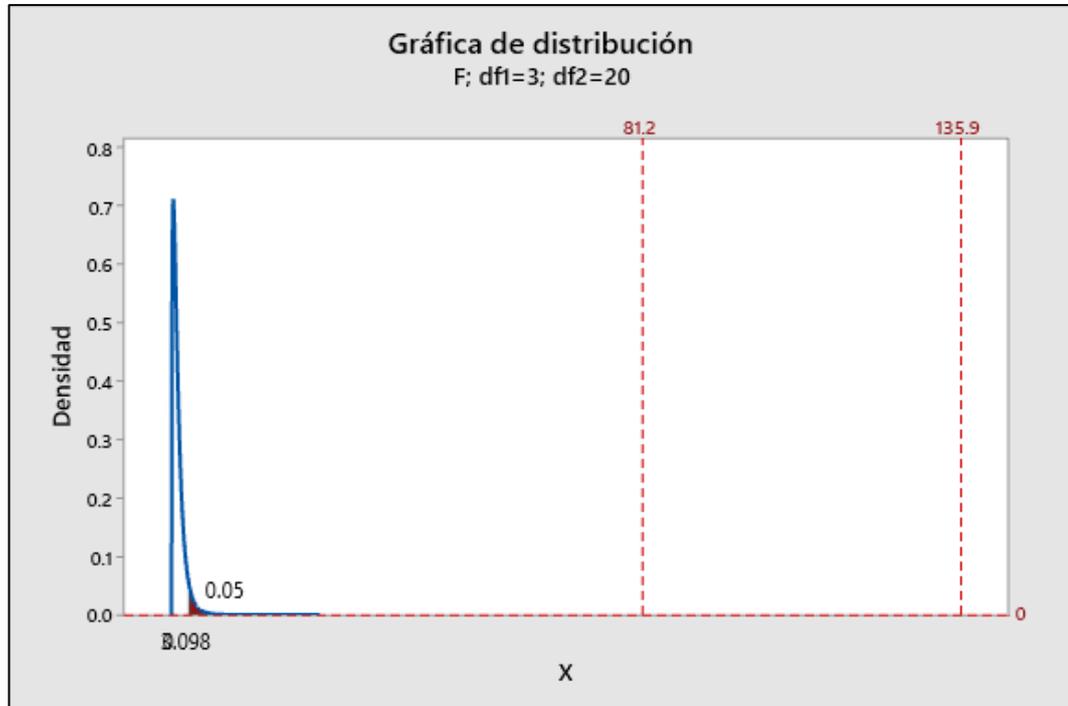


Figura 32. Gráfica de distribución F para la resistencia a flexión.

La Tabla 50 especifica los resultados de la comparación de los grupos representados por cada uno de los concretos autocompactantes y la resistencia a flexotracción a los 14 y 28 días:

- En cuanto a la resistencia a flexión a los 14 y 28 días, se tiene que, al reemplazar el agregado grueso por PVC en cada una de las dosificaciones, se redujo significativamente, con un valor de la significancia menor a 5 %, es decir, de 0.01 y 0.00.

Tabla 50. Comparación de grupos en relación a la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante.

| Variable dependiente | | | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | 95% de intervalo de confianza | |
|--|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Resistencia a flexo tracción a los 14 días | Patrón | Concreto 5 % de PVC como AG | 3.83* | 1.06 | 0.01 | 0.86 | 6.80 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 11.17* | 1.06 | 0.00 | 8.20 | 14.14 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 19.83* | 1.06 | 0.00 | 16.86 | 22.80 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | Patrón | -3.83* | 1.06 | 0.01 | -6.80 | -0.86 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 7.33* | 1.06 | 0.00 | 4.36 | 10.30 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 16.00* | 1.06 | 0.00 | 13.03 | 18.97 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | Patrón | -11.17* | 1.06 | 0.00 | -14.14 | -8.20 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -7.33* | 1.06 | 0.00 | -10.30 | -4.36 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 8.67* | 1.06 | 0.00 | 5.70 | 11.64 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | Patrón | -19.83* | 1.06 | 0.00 | -22.80 | -16.86 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -16.00* | 1.06 | 0.00 | -18.97 | -13.03 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -8.67* | 1.06 | 0.00 | -11.64 | -5.70 |
| Resistencia a flexo tracción a los 28 días | Patrón | Concreto 5 % de PVC como AG | 3.83* | 1.19 | 0.02 | 0.50 | 7.16 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 10.67* | 1.19 | 0.00 | 7.34 | 14.00 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 17.17* | 1.19 | 0.00 | 13.84 | 20.50 |
| | Concreto 5 % de PVC como AG | Patrón | -3.83* | 1.19 | 0.02 | -7.16 | -0.50 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | 6.83* | 1.19 | 0.00 | 3.50 | 10.16 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 13.33* | 1.19 | 0.00 | 10.00 | 16.66 |
| | Concreto 20 % de PVC como AG | Patrón | -10.67* | 1.19 | 0.00 | -14.00 | -7.34 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -6.83* | 1.19 | 0.00 | -10.16 | -3.50 |
| | | Concreto 40 % de PVC como AG | 6.50* | 1.19 | 0.00 | 3.17 | 9.83 |
| | Concreto 40 % de PVC como AG | Patrón | -17.17* | 1.19 | 0.00 | -20.50 | -13.84 |
| | | Concreto 5 % de PVC como AG | -13.33* | 1.19 | 0.00 | -16.66 | -10.00 |
| | | Concreto 20 % de PVC como AG | -6.50* | 1.19 | 0.00 | -9.83 | -3.17 |

Como resultado, en las tablas siguientes se presentan los subconjuntos homogéneos en función de la resistencia a flexotracción a los 14 y 28 días:

Tabla 51. Subconjuntos homogéneos respecto a la resistencia a flexo tracción a los 14 días del concreto autocompactante.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|------------------------------|------|------------------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 6.00 | 20.67 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 6.00 | | 29.33 | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 6.00 | | | 36.67 | |
| Patrón | 6.00 | | | | 40.50 |
| Sig. | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Tabla 52. Subconjuntos homogéneos respecto a la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto autocompactante.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|------------------------------|------|------------------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 6.00 | 29.33 | | | |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 6.00 | | 35.83 | | |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 6.00 | | | 42.67 | |
| Patrón | 6.00 | | | | 46.50 |
| Sig. | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Por consiguiente, se puede concluir que la incorporación de PVC como reemplazo parcial del agregado grueso disminuye la resistencia a flexotracción del concreto autocompactante destinado a pavimento rígido.

5.2.6. Respecto a la hipótesis específica “f”

De la hipótesis específica planteada

Hi: La cantidad de PVC como sustituto del agregado grueso varía el costo del concreto autocompactantes para pavimento rígido.

H0: La cantidad de PVC como sustituto del agregado grueso no varía el costo del concreto autocompactantes para pavimento rígido.

Para la contrastación de los enunciados descritos se ha considerado la aplicación de la prueba de Kruskal – Wallis, debido a que se tiene una sola medición, en el que se puede destacar el valor de la significancia (p), el cual es menor que 0.05, indicando que el uso de PVC en las muestras de concreto autocompactante, genera variaciones significativas.

Tabla 53. Resumen de la prueba de Kruskal – Wallis.

| | |
|--|---------------------|
| N total | 12.00 |
| Estadístico de prueba | 11.000 ^a |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | 0.012 |
| a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates. | |

Los resultados mencionados, han establecido la necesidad de la comparación entre los grupos in

tervinientes, los cual se detalla en la Tabla 54, en el que se destaca los principales grupos que difieren entre sí, por el costo de elaboración (especialmente el grupo patrón y el de 5 % de PVC, quienes presentan variaciones no significativas).

Tabla 54. Comparación de grupos mediante el método de Kruskal – Wallis.

| Sample 1-Sample 2 | Estadístico de prueba | Desv. Error | Desv. Estadístico de prueba | Sig. | Sig. ajustada ^a |
|-------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------|-------|----------------------------|
| 0% pvc-5%pvc | -3.000 | 2.860 | -1.049 | 0.294 | 1.000 |
| 0% pvc-20% pvc | -6.000 | 2.860 | -2.098 | 0.036 | 0.216 |
| 0% pvc-40 % pvc | -9.000 | 2.860 | -3.146 | 0.002 | 0.010 |
| 5%pvc-20% pvc | -3.000 | 2.860 | -1.049 | 0.294 | 1.000 |
| 5%pvc-40 % pvc | -6.000 | 2.860 | -2.098 | 0.036 | 0.216 |
| 20% pvc-40 % pvc | -3.000 | 2.860 | -1.049 | 0.294 | 1.000 |

Con dichos valores, puede establecer con claridad que se acepta la hipótesis alterna, pues la inclusión de PVC en el concreto autocompactantes, incrementa su costo.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con lo establecido en las especificaciones técnicas generales para la construcción EG – 2013 (MTC, 2013), previamente para la elaboración de las mezclas de concreto se debe considerar la granulometría de los agregados, en tal situación en la Tabla 11 se tiene lo referido al agregado grueso, donde el primer retenido se presentó en el tamiz de $\frac{1}{2}$ ", además, la curva granulométrica se encuentra dentro de lo recomendado, tal como se puede apreciar en la Figura 6, del mismo modo, en la Tabla 12 y la Figura 7 se tiene lo concerniente al agregado fino, que se encuentra dentro de las especificaciones técnicas. Asimismo, debido a que se reemplazó el agregado grueso por el PVC triturado fue necesario considerar aquel material que se retiene en el tamiz N° 4 según la Tabla 13 y Figura 8.

El MTC (2013) señalada que no basta que los agregados cumplan con la granulometría, más por el contrario es necesario que estos cumplan ciertos parámetros de calidad, ante ello se procedió a considerar tales parámetros, cuyos resultados se detallan en la Tabla 14 para el agregado fino y en la Tabla 15 para el agregado grueso.

Caracterizado los agregados y el PVC triturado, se procedió al diseño de mezcla en concordancia del método ACI 237 R exclusivo para el concreto autocompactado, ante ello, en la Tabla 16 hasta la Tabla 19 se detalla la dosificación por corrección de humedad para el concreto convencional (patrón) y de aquellos donde se reemplazó el agregado grueso por 5 %, 20 % y 40 % de PVC triturado.

Obtenida la mezcla y en concordancia de las especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC (2013) para concreto empleado en pavimento rígido es necesario verificar la calidad de la mezcla, por ello fue necesario medir el flujo

del asentamiento, habilidad de paso, la segregación estática y la resistencia a compresión y flexo tracción. Respecto al flujo de asentamiento (Norma ASTM C172-08 y NTP 339.219) cuyos resultados se muestran en la Tabla 20, se encontró que a medida que se reemplaza mayor cantidad de PVC triturado por agregado grueso se reduce el tiempo de flujo de asentamiento en hasta 30.39 % a diferencia del diámetro del flujo de asentamiento se incrementa en hasta 14.73 % en cotejo de lo obtenido inicialmente para el concreto patrón o convencional; en cuanto a los valores obtenidos y en base a lo estipulado por la European Project Group (EPG, 2004) la mezcla de concreto patrón correspondía a un tipo VS1/VF1 puesto que su viscosidad dada por el tiempo de flujo fue menor a 2 segundos en todos los casos, representando que el concreto puede ser llenado en estructuras con congestión de armadura; mientras que, según los diámetros obtenidos el concreto patrón correspondía al tipo SF2 ya que su diámetro se encontraba entre 600 a 750 mm pasando a ser del tipo SF3 cuando se reemplazó el agregado grueso por el PVC triturado llegando a diámetros mayores a 750 mm, con lo cual se confirma su empleo en estructuras de mayor saturación de armaduras y con mejor acabado superficial.

Verificada estadísticamente las variaciones presentadas tanto en el tiempo del flujo de asentamiento y en el diámetro, se logró obtener que según el análisis paramétrico ANOVA (Tabla 32) se encontró diferencias significativas entre los grupos evaluados; mientras que, comparado los grupos se deduce que, respecto al tiempo del flujo de asentamiento (viscosidad) se mantiene al reemplazar 5 % de PVC como AG (significancia de 0.39); en cuanto al diámetro del flujo de

asentamiento también se encontró que se mantiene en comparación del concreto patrón con 5 % de PVC como AG (significancia de 0.76).

En cuanto a la habilidad de paso del concreto, tal como menciona la NTP 339.220:2019 (INACAL, 2019) se determina de la diferencia de la fluidez del concreto autocompactante con la fluidez medida por medio del anillo J, en tal situación en la Tabla 21 se muestra los resultados de tal ensayo, denotándose en la Figura 11 y Figura 12 que a medida que se reemplaza el agregado grueso por PVC triturado el tiempo de flujo con el anillo J se reduce en hasta 30.39 % mientras que el diámetro del flujo se incrementa en 15.99 %. Consecuentemente, los resultados de la diferencia de fluidez se muestran en la Tabla 22, que de acuerdo a la Figura 13 la habilidad de paso se incrementó con 5 % de PVC triturado, procediendo a reducirse al incrementar el contenido de PVC en hasta 6.67 %; no obstante, todos ellos son considerados con un bloqueo mínimamente perceptible.

De acuerdo al análisis estadístico (Tabla 36) se encontró que, tanto el tiempo y diámetro de flujo de asentamiento por medio del anillo J varían significativamente con el reemplazo del agregado grueso por el PVC, no obstante la habilidad de paso no varía significativamente (nivel de significancia de 0.97), con lo cual se comporta igual que el concreto convencional o patrón. Los resultados logrados coinciden con Palencia (2020) donde al adicionar polietileno de alta densidad de manera granulada mejoró las características de trabajabilidad del concreto autocompactante; no obstante, difieren con Silva-Urrego y Delvasto-Arjona (2020) quienes encontraron que al emplear agregado reciclado se reduce la trabajabilidad del concreto autocompactante.

Mientras que, la segregación estática cuyos resultados se detallan en la Tabla 23, presentó un incremento a disposición que se acentuaba el sustitución del agregado grueso por PVC (Figura 15) llegando a ser hasta 233.03 % más con la obtenido del concreto autocompactante convencional o patrón; deduciéndose con ello que, el PVC triturado incrementa la segregación del concreto autocompactante siendo recomendable su empleo en losas, pues según EPG (2004) corresponde a una clase SR1.

Estadísticamente, se encontró una significancia de 0.00 figurando que existen diferencias significativas entre los grupos evaluados respecto a la segregación estática (Tabla 41), esto para el reemplazo de 5 %, 20 % y 40 % (Tabla 42).

En cuanto a la resistencia a compresión, se esperó obtener por lo menos una resistencia igual a la diseño que fue de 280 kg/cm², ante ello, los resultados se especifican en la Tabla 24, Tabla 25 y Tabla 26 para los 7, 14 y 28 días de edad, de los cuales, se tiene que, al reemplazar el agregado grueso por PVC triturado se reduce la resistencia a compresión (Figura 17), pues a los 7 días se encontró una reducción de 40.91 %, a los 14 días de 43.33 % y a los 28 días de 43.50 % en comparación de lo obtenido para el concreto convencional o patrón; cabe mencionar que, la resistencia a compresión con 5 % de PVC triturado fue el único que cumplió la resistencia de diseño. Estadísticamente, se encontró que el reemplazo del agregado grueso por PVC triturado trajo consigo variaciones o diferencias significativas en cada uno de los grupos (Tabla 44 y Tabla 45). Esto concuerda con los encontrado por Silva-Urrego y Delvasto-Arjona (2020) que desarrollaron el artículo científico “Uso de residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos

autocompactantes”, donde al reemplazar el agregado por residuos la resistencia a compresión se redujo.

Otra de las propiedades de suma importancia por actuar el concreto como pavimento rígido es la resistencia a flexo tracción donde los resultados se muestran en la Tabla 27 y Tabla 28 que, según la Figura 21 esta propiedad se redujo por el reemplazo del agregado grueso por el PVC triturado, pues a los 14 días se obtuvo 48.97 % menos y a los 28 días 36.92 % menos en relación del concreto patrón o convencional.

Estadísticamente se encontró según la prueba ANOVA de un factor, diferencias significativas en todos los grupos (Tabla 49 y Tabla 50); no obstante, la diferencia de medias de la resistencia del concreto autocompactante con % de PVC triturado fue tan solo 3.83 kg/cm² en comparación del concreto convencional. Esto concordaría con lo realizado por González et al. (2018) que realizaron el artículo científico “Influencia de las variaciones en los materiales sobre la reología de hormigones autocompactantes reciclados”, pues los concretos autocompactantes con materiales reciclados trae consigo que estos sean más sensibles en comparación de un concreto convencional.

Finalmente, el último aspecto que se tomó en cuenta, fue la consideración del costo de elaboración del concreto autocompactante con sustitución parcial del agregado grueso por PVC, ya que este aspecto es fundamental, para establecer la viabilidad de su uso. En tal sentido, los resultados que se muestran en la Tabla 29, dan luces de que el uso de PVC encarece la producción de este material, siendo el principal factor, la forma de recolección de material reciclado, ya que el

procesamiento de este material resulta muy costoso en cantidades como las consideradas en esta investigación.

Sin embargo, y a pesar del costo que implica su desarrollo, el principal aporte de esta investigación, está fundamentada en la posibilidad de un segundo uso a un material muy utilizado en la construcción, y que, sin un adecuado tratamiento puede afectar al medio ambiente; además. Desde el punto de vista estadístico, la diferencia de costos entre el concreto patrón y el de 5 % de PVC no es significativa, por lo que es un costo asumible, si consideramos la argumentación mencionada.

CONCLUSIONES

1. El PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso mejora las propiedades reológicas del concreto autocompactante; no obstante, se encontró mínimas reducciones en las propiedades mecánicas, sin embargo, es posible emplearlo como losa de pavimento rígido.
2. La cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso incrementa el flujo de asentamiento del concreto autocompactante para pavimento rígido; pues el concreto patrón presentó en promedio una viscosidad de 1.70 segundos y una fluidez de 675.83 mm, mientras que, al reemplazar 5 % de PVC triturado se encontró la reducción de la viscosidad (en hasta 7.84 %) y el incremento de la fluidez (1.60 % más). Asimismo, de acuerdo a la prueba ANOVA de un factor, se encontró reducciones e incrementos significativos del tiempo de flujo y diámetro de asentamiento con una significancia menor a 0.05.
3. La cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso incrementa la habilidad de paso del concreto autocompactante para pavimento rígido; donde, el concreto patrón presentó una habilidad de paso de 37.50 mm y al considerar reemplazar 5 % de PVC triturado se incrementó la habilidad de paso en 14.44 % en relación del concreto autocompactante con 42.92 mm; no obstante, estadísticamente tal incremento no fue significativo, pues la significancia obtenida fue de 0.97 siendo mayor a 0.05.
4. La cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso incrementa la segregación estática del concreto autocompactante para pavimento rígido, pues el concreto patrón presentó una segregación estática de 9.13 % mientras que al considerar un 5 % de PVC triturado la segregación

estática se incrementó a 14.77 % representando una acentuación de 61.68 %; incremento que resultó estadísticamente significativa pues la significancia fue menor a 0.05.

5. La cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso reduce la resistencia a compresión del concreto autocompactante para pavimento rígido, pues la resistencia del concreto patrón a los 28 días fue de 292.33 kg/cm^3 , mientras que al reemplazar un 5 % del agregado por PVC se redujo en 3.59 % representando 281.83 kg/cm^2 , valor que sobrepasó la resistencia de diseño que fue de 280 kg/cm^2 . Cabe mencionar que, estadísticamente las reducciones de la resistencia a compresión fueron significativas pues en todos los casos la significancia fue menor a 0.05.
6. La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso reduce la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante para pavimento rígido; pues el concreto patrón presentó una resistencia a flexo tracción a los 14 días de 40.50 kg/cm^2 y a los 28 días de 46.50 kg/cm^2 , mientras que al reemplazar 5 % de agregado por PVC triturado, a los 14 días se redujo la resistencia en 9.47 % (36.67 kg/cm^2) y a los 28 días se redujo en 8.24 % (42.67 kg/cm^2) en relación de lo encontrado para el concreto autocompactante patrón; no obstante, se notó una diferencia a los 28 días de tan solo 3.83 kg/cm^2 . Por último, se tiene de acuerdo a la prueba ANOVA de un factor, las reducciones de la resistencia a flexo tracción fueron significativas, pues la significancia fue menor al 0.05.
7. La sustitución del agregado grueso por PVC para la elaboración del concreto autocompactante incrementa el costo de su fabricación hasta en 24.62 %, debido a que el concreto autocompactante patrón fue de S/ 631.04 soles por m^3 y al

reemplazar el 5 % del agregado grueso fue de S/ 651.04 soles, esto debido principalmente al bajo volumen de procesamiento del PVC, sin embargo, desde el punto de vista estadístico, la sustitución del 5 % (agregado grueso por PVC), no representa una variación significativa, pues solo fue un incremento de 3.17 %.

RECOMENDACIONES

1. Es posible reemplazar el agregado grueso por PVC triturado en hasta 5 % para la elaboración de concreto autocompactante que puede ser empleado como losa de pavimento rígido.
2. Al incrementarse el flujo de asentamiento del concreto autocompactante elaborado con PVC triturado, es dable emplearlo dentro de estructuras con mayor contenido de acero.
3. Al incrementarse la habilidad de paso del concreto autocompactante donde se reemplazó el agregado grueso por PVC triturado, asegura su buen comportamiento dentro de estructuras que presenten refuerzo congestionado.
4. Al incrementarse la segregación estática del concreto autocompactante con PVC triturado y obteniéndose con el reemplazo de 5 % del agregado una segregación de 14.77 %, siendo factible utilizarlo en estructuras horizontales como losas, además de verticales como columnas.
5. Al haberse obtenido una resistencia a compresión mayor al diseño de 280 kg/cm² con 5 % de PVC triturado es factible considerar a este tipo de concreto en elementos que son sometidos a esfuerzos de compresión.
6. Al haberse considerado como dosificación mínima de reemplazo de PVC al 5 %, se sugiere la realización de investigaciones donde se reduzca tal contenido, pues de ser mayor el reemplazo se ha denotado que la resistencia del concreto autocompactante se ve reducido en comparación de un concreto convencional.

7. Se recomienda el estudio de la producción del PVC en grandes volúmenes, pues debido a que esta investigación requirió pequeñas cantidades de este material, el costo fue elevado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDÍA, J., 2022. *Ecoaprovechamiento del poliestireno expandido y poliestireno extruido recuperados para la fabricación de concreto en Huancayo*. S.l.: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- ATMACA, N., ATMACA, A., ALJUMAILI, M. y ÖZÇETİN, A.İ., 2018. Strength and Shrinkage Properties of Self- Compacting Concretes Incorporating Waste Pvc Dust. *The International Journal of Energy & Engineering Sciences*, vol. 3, no. 1, pp. 47-57.
- BORHAN, T.M., ABO DHAHEER, M.S. y MAHDI, Z.A., 2020. Characteristics of Sustainable Self-compacting Concrete Reinforced by Fibres from Waste Materials. *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 45, no. 5, pp. 4359-4367. ISSN 21914281. DOI 10.1007/s13369-020-04460-3.
- CEGARRA, J., 2004. *Metodología de la investigación científica y tecnológica* [en línea]. Primera. Madrid: Diaz de Santos. ISBN 84-7978-624-8. Disponible en: <http://www.diazdesantos.es>.
- CHANTA, D. y ZUTA, C., 2020. *Influencia de aditivos basados en policarboxilato en las propiedades del concreto autocompactante*. S.l.: Universidad Ricardo Palma.
- EPG, 2004. *The European Guidelines for Self-compacting concrete*. 2004. Europa: The European Project Group.
- GARAY, E. y SANDOVAL, L., 2020. *Concreto autocompactante y su influencia en el diseño de pavimentos rígidos, Huaycán zona Z - Ate - Lima 2020*. S.l.: Universidad César Vallejo.
- GONZÁLEZ, I., GONZÁLEZ, B., MARTÍNEZ, F. y ROJO, G., 2018. Influencia de las variaciones en los materiales sobre la reología de hormigones autocompactantes reciclados. , pp. 65-74. DOI 10.4995/hac2018.2018.6361.
- INACAL, 2019. *Método para determinar la habilidad de paso del concreto autocompactado por el anillo J*. 2019. Lima - Perú: Instituto Nacional de Calidad.

- INACAL, 2022. *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. 2022. Lima - Perú: Instituto Nacional de Calidad.
- MTC, 2013. *Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013)* [en línea]. Tomo I. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.
- MTC, M. de T. y C., 2008. *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. 2008. Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- PALENCIA, D., 2020. *Evaluación de las propiedades en estado fresco de un concreto autocompactante con adición de polietileno de alta densidad recuperado granulado*. S.l.: Universidad Nacional de Colombia.
- RODRÍGUEZ, B., 2019. *Influencia de los superplastificante tipo F sobre sus propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante*. S.l.: Universidad Privada del Norte.
- SÁNCHEZ, D., 2000. *Tecnología del concreto y del mortero* [en línea]. Cuarta. S.l.: Bhandar Editores Ltda. ISBN 958-9247-04-0. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=EWq-QPJhsRAC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>.
- SILVA-URREGO, Y. y DELVASTO-ARJONA, S., 2020. Uso de residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos autocompactantes. *Informador Técnico*, vol. 85, no. 1, pp. 20-33. ISSN 0122056X. DOI 10.23850/22565035.2502.
- VASQUEZ, A., 2021. *Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021*. S.l.: Universidad Privada del Norte.

ANEXOS

Matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Tesis: “El PVC triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido”

| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Dimensiones | Indicadores | Metodología |
|--|---|---|---|--|---|--|
| <p>Problema general: ¿Cuál es el efecto del PVC triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cómo interviene la cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso en el flujo de asentamiento del concreto autocompactante para pavimento rígido? b) ¿Qué efecto trae consigo la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la habilidad de paso del concreto autocompactante para pavimento rígido? c) ¿Cuál es el efecto de la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la segregación estática del concreto autocompactante para pavimento rígido?</p> | <p>Objetivo general: Evaluar el efecto del PVC triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar cómo interviene la cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso en el flujo de asentamiento del concreto autocompactante para pavimento rígido. b) Establecer qué efecto trae consigo la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la habilidad de paso del concreto autocompactante para pavimento rígido. c) Determinar el efecto de la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la segregación estática del concreto autocompactante para pavimento rígido.</p> | <p>Hipótesis general: El PVC triturado como sustituto del agregado grueso mejora las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante siendo apto para pavimento rígido.</p> <p>Hipótesis específicas: a) La cantidad de PVC triturado como sustituto parcial del agregado grueso incrementa el flujo de asentamiento del concreto autocompactante para pavimento rígido. b) La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso incrementa la habilidad de paso del concreto autocompactante para pavimento rígido. c) La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso acentúa la segregación estática del concreto autocompactante para pavimento rígido. d) La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso mantiene la resistencia a compresión del concreto</p> | <p>Variable independiente (X): PVC triturado.</p> <p>Variable dependiente 1 (Y1): propiedades reológicas del concreto autocompactante.</p> <p>Variable dependiente 2 (Y2): propiedades mecánicas del concreto autocompactante.</p> | <p>- Cantidad de PVC triturado.</p> <p>- Flujo de asentamiento.</p> <p>- Habilidad de paso.</p> <p>- Segregación estática.</p> <p>- Resistencia a compresión.</p> <p>- Resistencia a flexo tracción.</p> | <p>- 5 % de PVC triturado</p> <p>- 20 % de PVC triturado</p> <p>40 % de PVC triturado</p> <p>- Resistencia a compresión a los 7 días</p> <p>- Resistencia a compresión a los 14 días</p> <p>- Resistencia a compresión a los 28 días</p> <p>- Resistencia a flexo tracción a los 14 días</p> <p>- Resistencia a flexo tracción a los 28 días.</p> | <p>Método de investigación: método científico.</p> <p>Tipo de investigación: tipo aplicada</p> <p>Nivel de investigación: nivel explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: diseño experimental.</p> <p>Población: Se elaboraron un total de 192 especímenes de concreto autocompactante convencional y con sustitución parcial del agregado grueso por PVC, que fue diseñado para una resistencia de diseño $f'c$: 280 kg/cm² en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo en el departamento de Junín.</p> <p>Muestra: Considerando la técnica de muestreo no probabilístico intencional se consideró la totalidad de la población 192 muestras para la medición de las propiedades reológicas y</p> |

| | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|--|
| <p>d) ¿Cómo interviene la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto autocompactante para pavimento rígido?</p> <p>e) ¿Qué efecto trae consigo la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante para pavimento rígido?</p> <p>f) ¿Cuál es la variación del costo de la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso del concreto autocompactante para pavimento rígido?</p> | <p>d) Establecer cómo interviene la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto autocompactante para pavimento rígido.</p> <p>e) Determinar qué efecto trae consigo la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso en la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante para pavimento rígido.</p> <p>f) Estimar la variación del costo de la cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso del concreto autocompactante para pavimento rígido.</p> | <p>autocompactante para pavimento rígido.</p> <p>e) La cantidad de PVC como sustituto parcial del agregado grueso conserva la resistencia a flexo tracción del concreto autocompactante para pavimento rígido.</p> <p>f) La cantidad de PVC como sustituto del agregado grueso varía el costo del concreto autocompactantes para pavimento rígido.</p> | | | | <p>mecánicas del concreto autocompactante.</p> |
|--|---|--|--|--|--|--|

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 55. Operacionalización de las variables.

| Variab les | Dimensiones | Indicadores |
|---|------------------------------|--|
| Variable independiente (X): PVC triturado | Cantidad PVC triturado | 0 % de PVC triturado |
| | | 5 % de PVC triturado |
| | | 20 % de PVC triturado |
| | | 40 % de PVC triturado |
| Variable dependiente 1 (Y1): Propiedades reológicas del concreto autocompactante | Flujo de asentamiento | Fluidez (diámetro del flujo) |
| | | Viscosidad (tiempo del flujo) |
| | Habilidad de paso | Fluidez (diámetro del flujo) |
| | | Fluidez con el anillo J (diámetro del flujo) |
| | | Viscosidad (tiempo del flujo) |
| | Segregación estática | Masa del agregado en la sección superior de la columna |
| | | Masa del agregado en la sección inferior de la columna |
| Variable dependiente 2 (Y2): Propiedades mecánicas del concreto autocompactante | Resistencia a compresión | Resistencia a compresión a los 7 días |
| | | Resistencia a compresión a los 14 días |
| | | Resistencia a compresión a los 28 días |
| | Resistencia a flexo tracción | Resistencia a flexo tracción a los 14 días |
| | | Resistencia a flexo tracción a los 28 días |

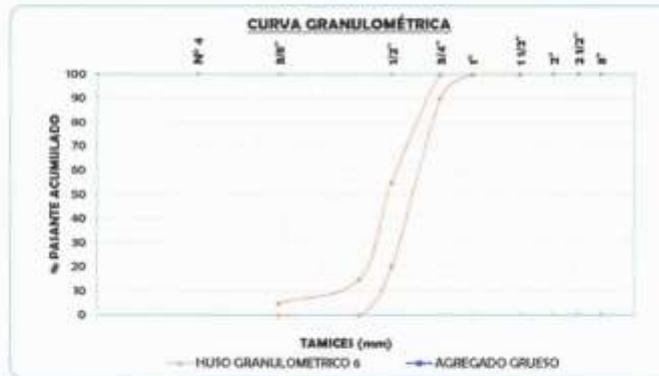
Instrumentos de la investigación

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GRUESO NTP 400.012 - ASTM C 136

PROYECTO : EL PVC TERTIRADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RIGIDO
 SOLICITANTE : BACH. BETZY SACHIT ATENGO YANUS

AGREGADO GRUESO

| DATOS Y RESULTADOS | | | | | | HUSO Nº 7 | |
|--------------------|---------------|--------------------|------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % PASANTE ACUMULADO | % PASANTE ACUMULADO | CONDICIÓN |
| 3" | 75 | 0 | | | | | |
| 2 1/2" | 63 | 0 | | | | | |
| 2" | 50 | 0 | | | | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 0 | | | | | |
| 3/4" | 20 | 0 | | | | 100.00 | 100.00 |
| 1/2" | 19 | 232 | | | | 96.20 | 100.00 |
| 3/8" | 12.50 | 184 | | | | 20.00 | 55.00 |
| Nº 4 | 4.75 | 301 | | | | 0.00 | 15.00 |
| Nº 8 | 2.36 | 101 | | | | 0.00 | 5.00 |
| FONDO | | 5 | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | |



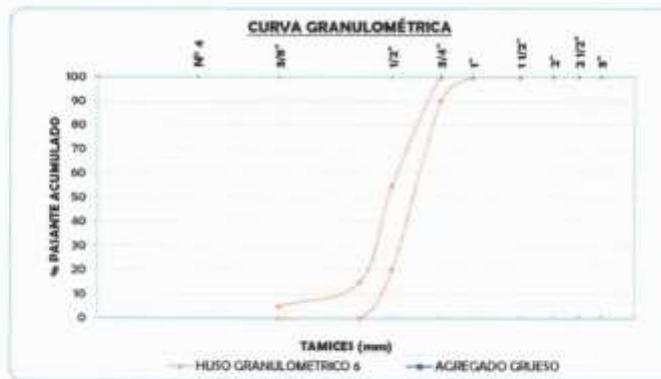
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GRUESO NTP 400.012 - ASTM C 136

PROYECTO : EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO
 AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO HÚEDO*

SOLICITANTE : BACH. BETZY SACHIT ATENGO YACHAS

PVC TRITURADO

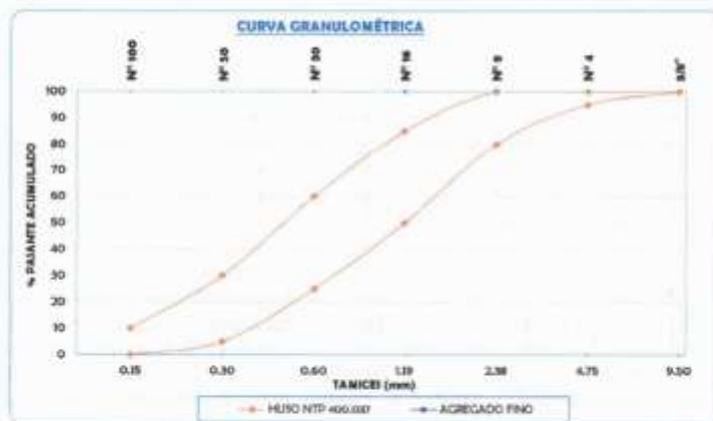
| DATOS Y RESULTADOS | | | | | | HUSSO N° 7 | | |
|--------------------|---------------|--------------------|------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------|-----------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % PASANTE ACUMULADO | % PASANTE ACUMULADO | | CONDICIÓN |
| 7" | 75 | 0 | | | | | | |
| 2 1/2" | 62 | 0 | | | | | | |
| 2" | 50 | 0 | | | | | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 0 | | | | | | |
| 3/4" | 25 | 0 | | | | 100.00 | 100.00 | |
| 1/2" | 19 | 0 | | | | 90.00 | 100.00 | |
| 3/8" | 12.50 | 0 | | | | 20.00 | 55.00 | |
| N° 4 | 4.75 | 212.5 | | | | 0.00 | 15.00 | |
| N° 5 | 2.36 | 106.0 | | | | 0.00 | 5.00 | |
| FONDO | | 112.23 | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | |



ENSAYO GRANULOMÉTRICO - AGREGADO FINO NTP 400.012 - ASTM C 136

PROYECTO : EL P.V. (TRUJILLO) CURR. SUSTITUTO DEL APESADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES RESISTENCIALES Y MECANICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RIGIDO.
 SOLICITANTE: BACH. BETSY SAGHET ATENCIO YACHAS

| DATOS Y RESULTADOS | | | | | | LÍMITES GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO FINO | | |
|--------------------|---------------|-------------------|------------|----------------------|---------------------|---|--------|--|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (g) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % PASANTE ACUMULADO | CONDICIÓN | | |
| 3/8 | 9.50 | 0 | | | 100.00 | | 100.00 | |
| Nº 4 | 4.75 | 36.3 | | | 95.00 | | 100.00 | |
| Nº 8 | 2.38 | 61.3 | | | 80.00 | | 100.00 | |
| Nº 16 | 1.18 | 53.2 | | | 50.00 | | 85.00 | |
| Nº 30 | 0.60 | 236.4 | | | 25.00 | | 60.00 | |
| Nº 50 | 0.30 | 157.3 | | | 5.00 | | 30.00 | |
| Nº 100 | 0.15 | 43.35 | | | 0.00 | | 10.00 | |
| FONDO | | 10.3 | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | |



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO NTP 339.185 - ASTM C 566

PROYECTO : EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES
 REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO*
 SOLICITANTE : BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

| DATOS Y RESULTADOS | | |
|--------------------|--|--------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | M-01 |
| 1 | Peso de la muestra húmeda + tara (gr) | 613.20 |
| 2 | Peso de la muestra seca + tara (gr) | 605.20 |
| 3 | Peso de la tara (gr) | 225. |
| 4 | Peso de la muestra húmeda (W=1-3) | |
| 5 | Peso de muestra seca (D=2-3) | |
| 6 | CONTENIDO DE HUMEDAD % $H = [(W-D)/D] * 100$ | |

| |
|----------------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD |
|----------------------|

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO NTP 339.185 - ASTM C 566

PROYECTO : "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"
 SOLICITANTE : BACH. BETZY SADHT ATENCIO YADHAS

| DATOS Y RESULTADOS | | |
|----------------------|---|---------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | DATOS |
| 1 | Peso de la muestra húmeda + tara (g) | 1612.40 |
| 2 | Peso de la muestra seca + tara (g) | 1609.25 |
| 3 | Peso de la tara (g) | 451.23 |
| 4 | Peso de la muestra húmeda (W-1-3) | |
| 5 | Peso de muestra seca (D-2-3) | |
| 6 | CONTENIDO DE HUMEDAD $\% H = [(W-D)/D]*100$ | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | % |

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO NTP 339.185 - ASTM C 566

PROYECTO : "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"
 SOLICITANTE : BACH. BETZY SADHT ATENCIO YADHAS

| DATOS Y RESULTADOS | | |
|----------------------|---|---------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | DATOS |
| 1 | Peso de la muestra húmeda + tara (g) | 1612.40 |
| 2 | Peso de la muestra seca + tara (g) | 1609.25 |
| 3 | Peso de la tara (g) | 451.23 |
| 4 | Peso de la muestra húmeda (W-1-3) | |
| 5 | Peso de muestra seca (D-2-3) | |
| 6 | CONTENIDO DE HUMEDAD $\% H = [(W-D)/D]*100$ | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | % |

FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

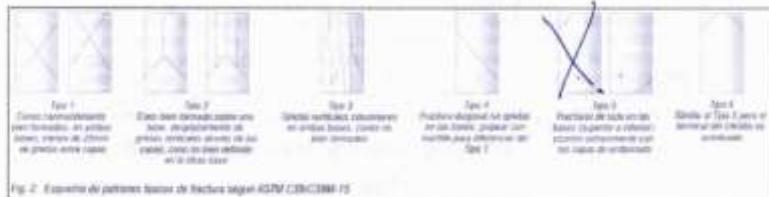
EDAD: 7 años Sustitución de 5%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 142.36 KN

ESFUERZO: 18.13 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 7 años Sustitución de 5%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 150.24 KN

ESFUERZO: 19.13 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 7 días sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 146.75 KN

ESFUERZO: 18.68 Mpa.

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

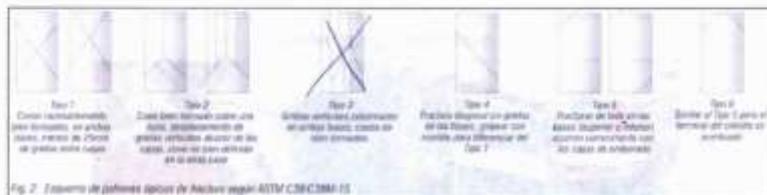
EDAD: 7 días sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 152.32 KN

ESFUERZO: 19.39 Mpa.

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 7 días sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 155.42 kN

ESFUERZO: 19.80 Mpa

TIPOS DE FALLA:



Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 7 días sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 150.26 kN

ESFUERZO: 19.14 Mpa

TIPOS DE FALLA:



Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 14 días sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 200.44 KN

ESFUERZO: 25.52 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

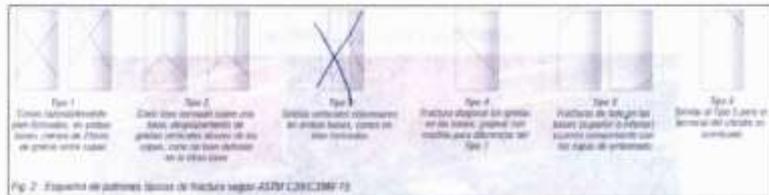
EDAD: 14 días sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 196.25 KN

ESFUERZO: 24.99 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

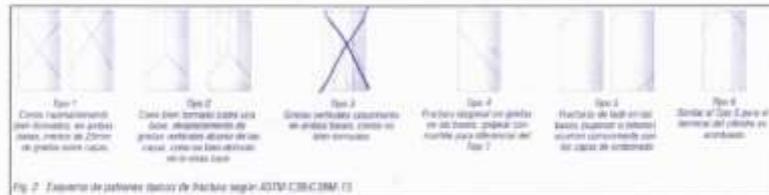
EDAD: 14 días sustitución al 5x

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 198.56 kN

ESFUERZO: 25.28 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

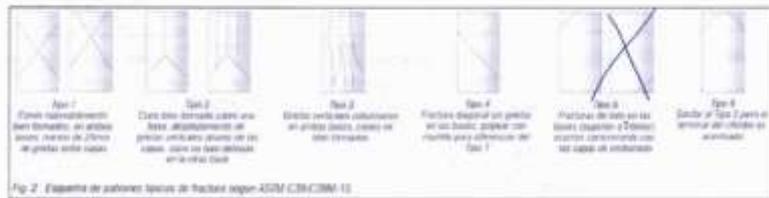
EDAD: 14 días sustitución al 5x

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 194.36 kN

ESFUERZO: 24.25 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

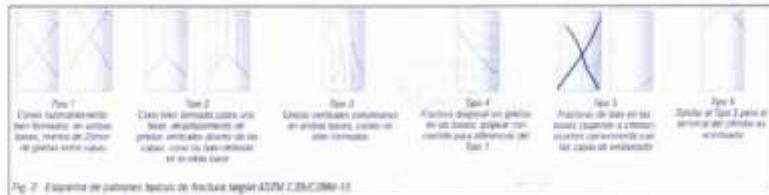
EDAD: 14 días sustitución al SV.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 18896 KN

ESFUERZO: 23.98 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

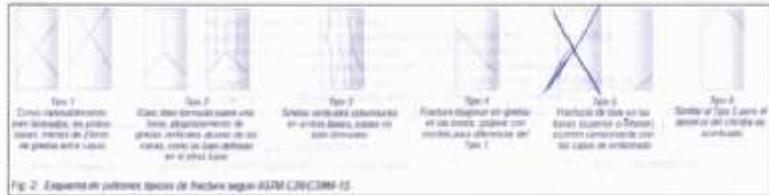
EDAD: 14 días sustitución al SV.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 29115 KN

ESFUERZO: 35.61 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 28 DÍAS SUSTITUCIÓN DEL 5% DE AG. X PVC TRITURADO

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 179.06 kN

ESFUERZO: 22.80 Mpa

TIPOS DE FALLA:

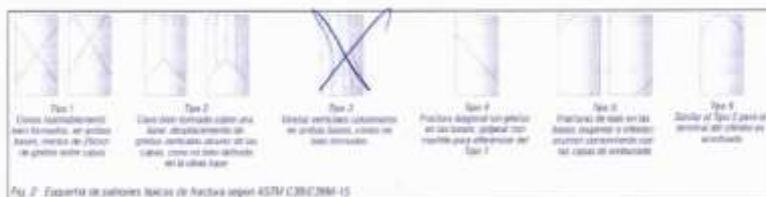


Fig. 7. Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C29M-15

FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 28 DÍAS SUSTITUCIÓN DEL 5%

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 225.49 kN

ESFUERZO: 28.71 Mpa

TIPOS DE FALLA:

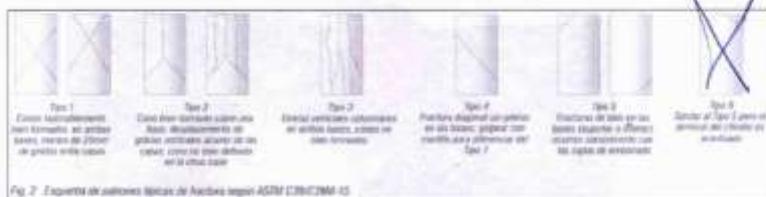


Fig. 7. Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C29M-15

FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

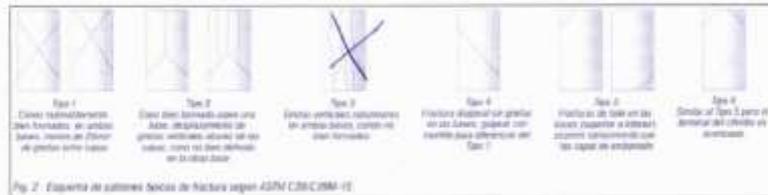
EDAD: 28 días Sustitución al 5'.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 199.38 kN

ESFUERZO: 25.13 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

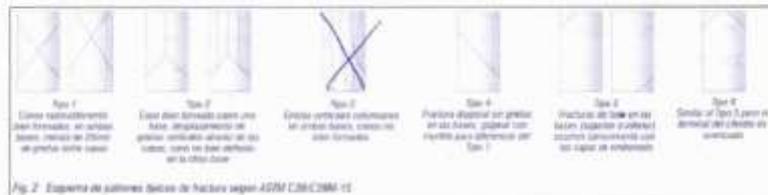
EDAD: 28 días Sustitución al 5'.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 248.06 kN

ESFUERZO: 31.58 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

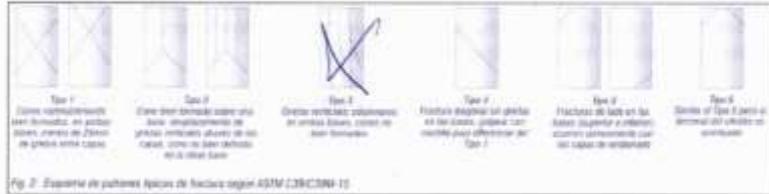
EDAD: 28 DÍAS *Sustitución del 5%.*

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 209.62 kN

ESFUERZO: 26.69 MPa.

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

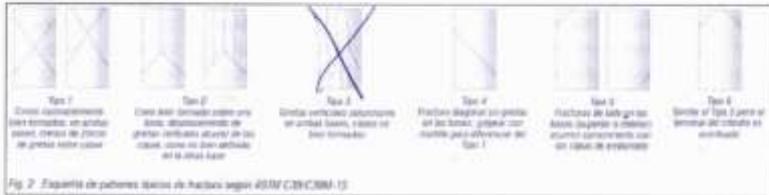
EDAD: 28 DÍAS *Sustitución del 5%.*

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 243.23 kN

ESFUERZO: 30.97 MPa.

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

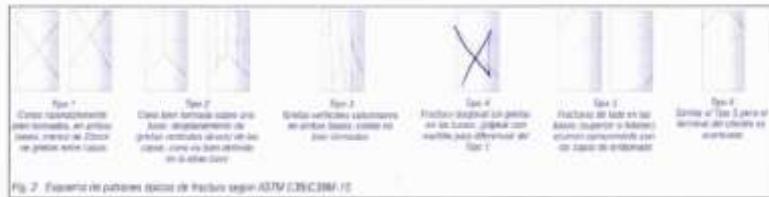
EDAD: 7 días Sustitución del 201

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 320.35 kN

ESFUERZO: 15.32 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

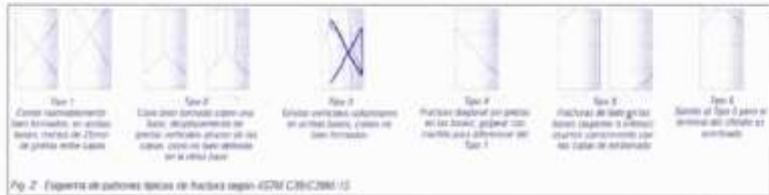
EDAD: 7 días Sustitución del 201

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 124.56 kN

ESFUERZO: 15.86 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

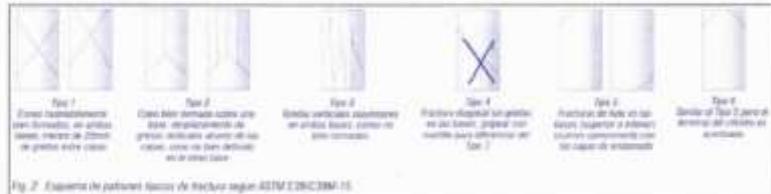
EDAD: 7 días Sustitución del 201.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 125.63 kN

ESFUERZO: 16.00 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

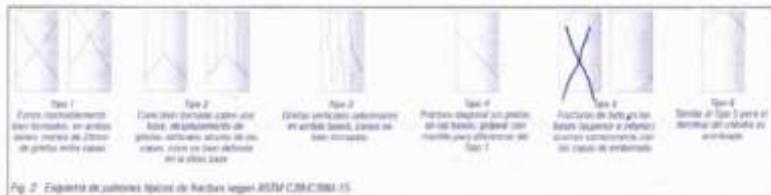
EDAD: 7 días Sustitución del 201.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 119.95 kN

ESFUERZO: 15.25 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 7 días Sustitución del 201

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 118 47 kN

ESFUERZO: 15 08 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

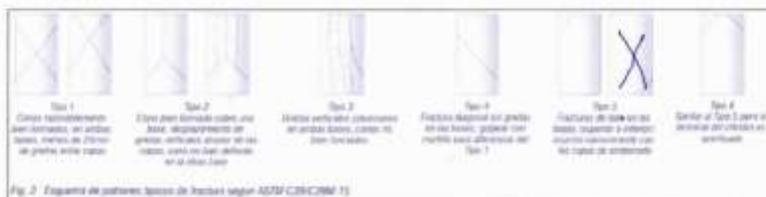
EDAD: 7 días Sustitución del 201

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 115 23 kN

ESFUERZO: 14 67 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

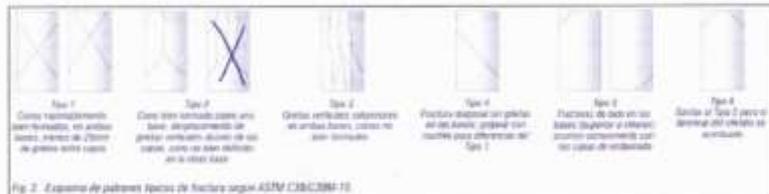
EDAD: 14 días Sustitución del 20%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 157.85 kN

ESFUERZO: 20.10 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

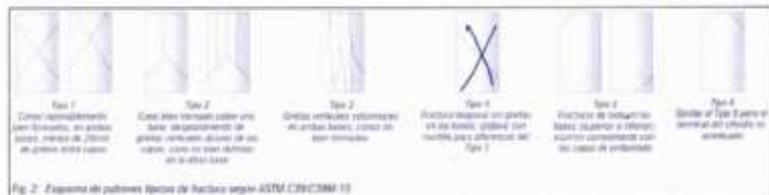
EDAD: 14 días Sustitución del 20%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 160.25 kN

ESFUERZO: 20.40 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 14 días Sustitución del 20f.

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 163.45 kN

ESFUERZO: 20.81 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

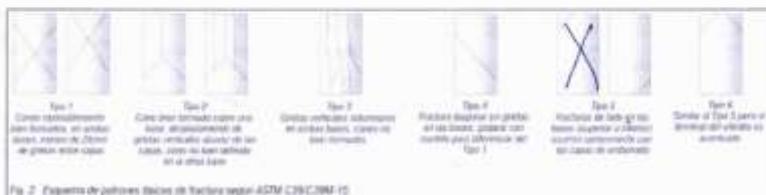
EDAD: 14 días Sustitución del 20f.

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 169.25 kN

ESFUERZO: 20.28 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

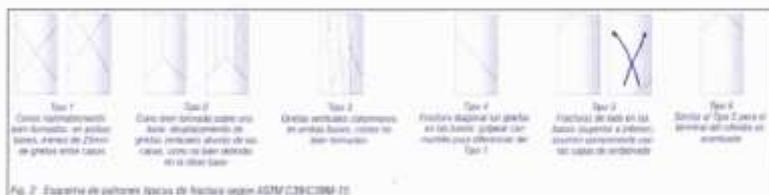
EDAD: 14 días Sustitución del 201

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 165.89 kN

ESFUERZO: 19.85 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 14 días Sustitución del 201

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 158.83 kN

ESFUERZO: 20.22 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

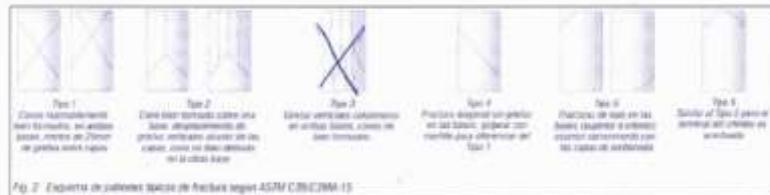
EDAD: 28 DÍAS sustitución al 20'.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 170.25 kN

ESFUERZO: 21.65 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

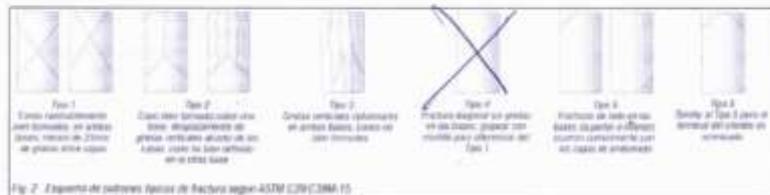
EDAD: 28 DÍAS sustitución al 20'.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 175.36 kN

ESFUERZO: 22.33 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

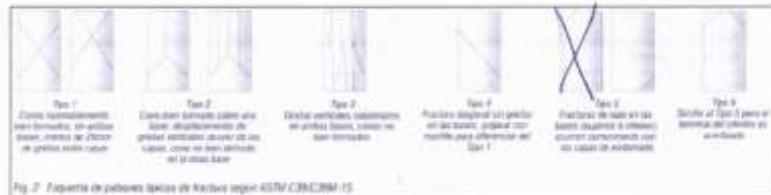
EDAD: 28 días sustitución al 20%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 109.75 kN

ESFUERZO: 21.61 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

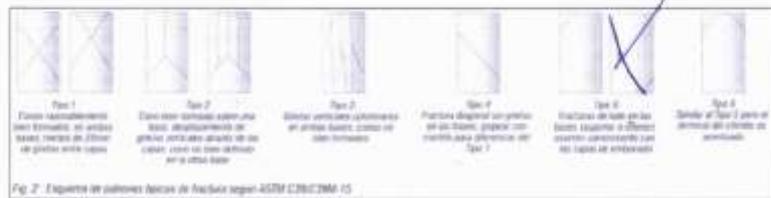
EDAD: 28 días sustitución al 20%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 117.45 kN

ESFUERZO: 22.60 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

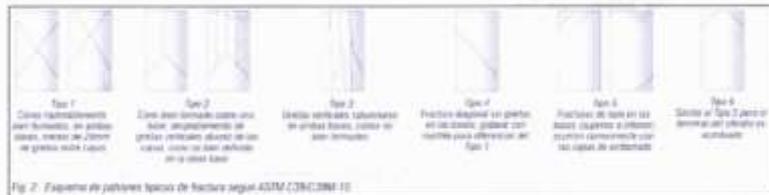
EDAD: 20 DÍAS sustitución al 20'.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 174.25 kN

ESFUERZO: 22.19 MPa.

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

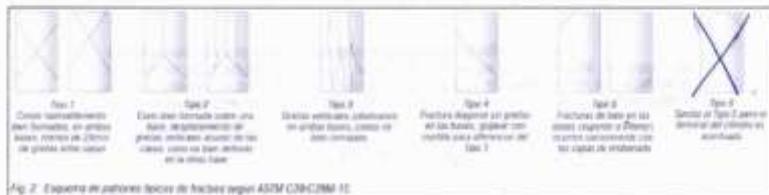
EDAD: 28 DÍAS sustitución al 20'.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 176.13 kN

ESFUERZO: 22.43 MPa.

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

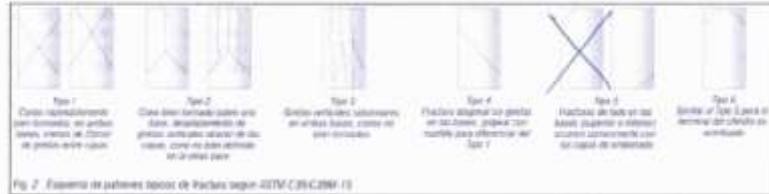
EDAD: 7 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 90.63 kN

ESFUERZO: 12.18 MPA

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

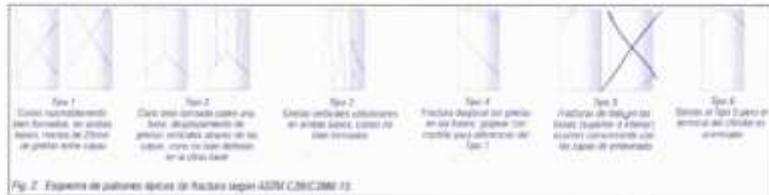
EDAD: 7 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 90.25 kN

ESFUERZO: 11.49 MPA

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

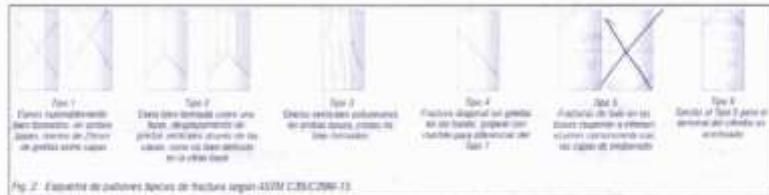
EDAD: 7 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 94.42 KN

ESFUERZO: 12.02 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 7 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 91.74 KN

ESFUERZO: 11.63 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 7 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 93.58 KN

ESFUERZO: 11.91 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

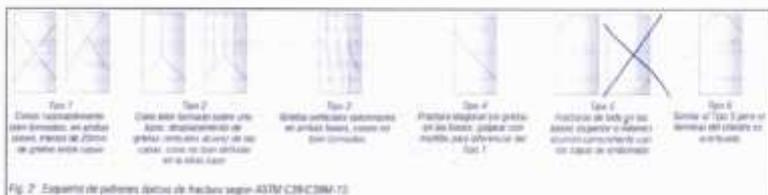
EDAD: 7 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 95.82 kW

ESFUERZO: 12.20 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

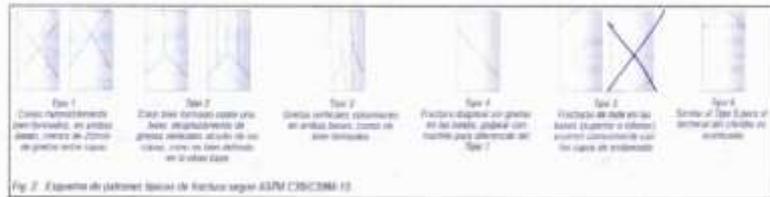
EDAD: 14 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 118.25 kN

ESFUERZO: 15.06

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

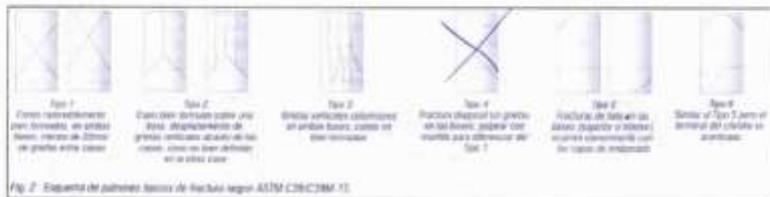
EDAD: 14 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 115.74 kN

ESFUERZO: 14.74 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

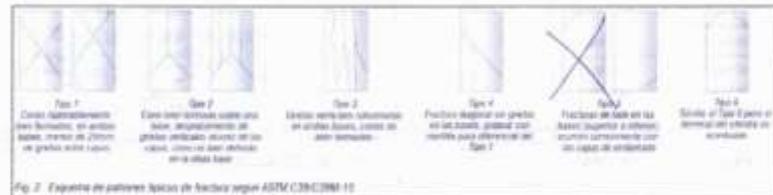
EDAD: 14 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 116.95 kN

ESFUERZO: 14.89 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

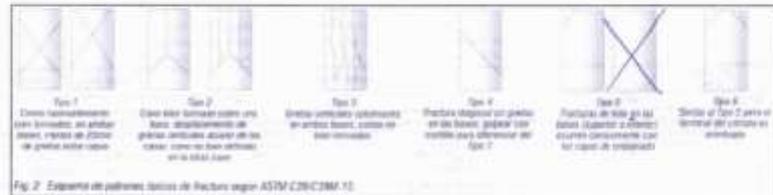
EDAD: 14 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 120.95 kN

ESFUERZO: 15.39 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

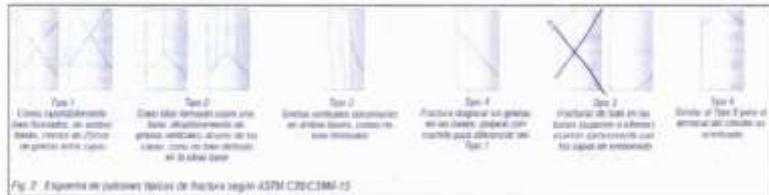
EDAD: 14 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 114.26 KN

ESFUERZO: 14.55 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

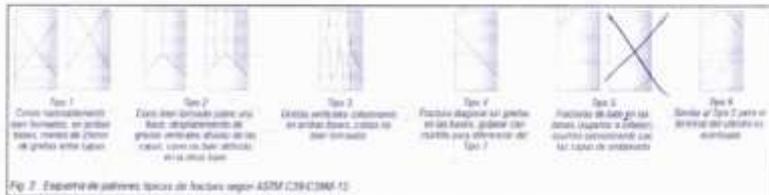
EDAD: 14 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 121.74 KN

ESFUERZO: 15.50 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

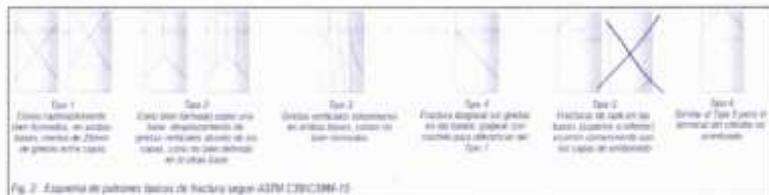
EDAD: 28 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 126.20 KN

ESFUERZO: 16.07

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

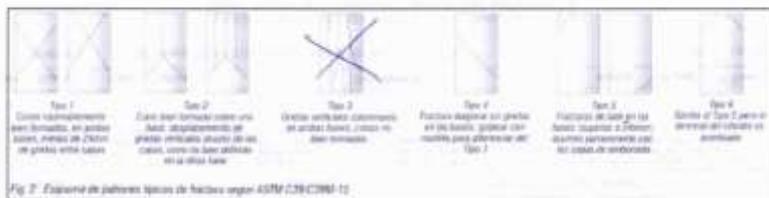
EDAD: 28 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 132.10 KN

ESFUERZO: 16.82 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 28 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 129.77 KN

ESFUERZO: 16.52 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

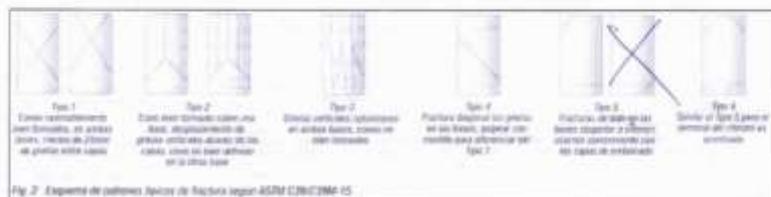
EDAD: 28 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 120.98 KN

ESFUERZO: 16.68 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

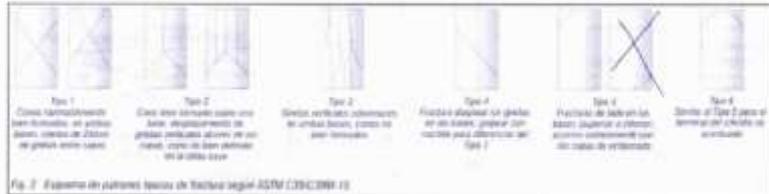
EDAD: 28 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 120.14 KN

ESFUERZO: 15.30 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

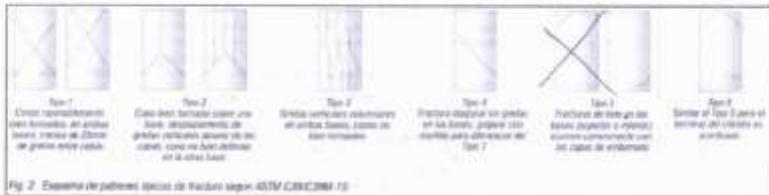
EDAD: 28 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 125.95 KN

ESFUERZO: 15.76 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

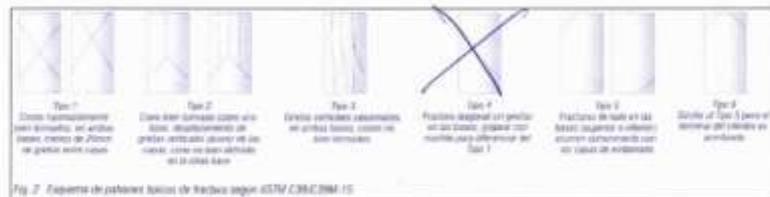
EDAD: 7 días ¹ Patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 155.26 kN

ESFUERZO: 19.77 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

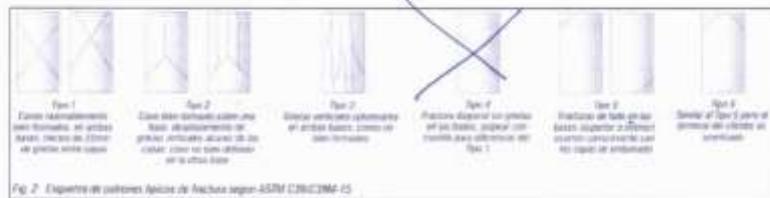
EDAD: 7 días ¹ Patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 160.25

ESFUERZO: 20.40 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

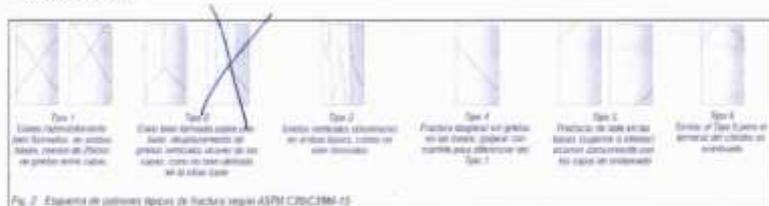
EDAD: 7 días *patron*

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 164.74 kN

ESFUERZO: 20.95 kN

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

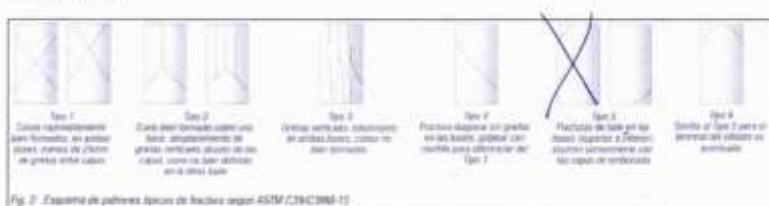
EDAD: 7 días *patron*

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 169.25 kN

ESFUERZO: 21.29 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 7 días Puhon

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 150.26

ESFUERZO: 19.13 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

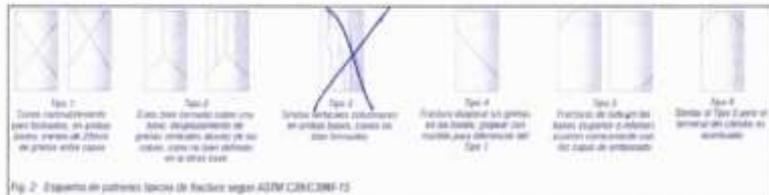
EDAD: 7 días Puhon

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 151.26

ESFUERZO: 19.26 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

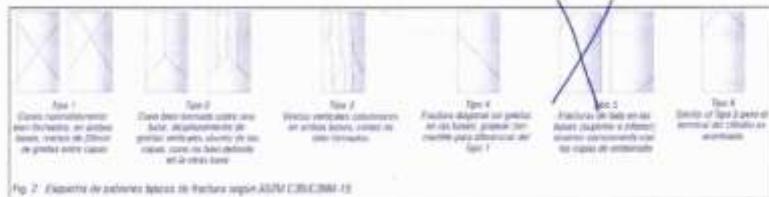
EDAD: 14 días Patón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 195.26 ton

ESFUERZO: 24.86 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

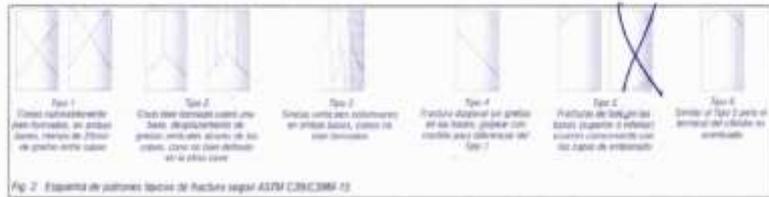
EDAD: 14 días Patón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 210.25 kw

ESFUERZO: 26.97 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

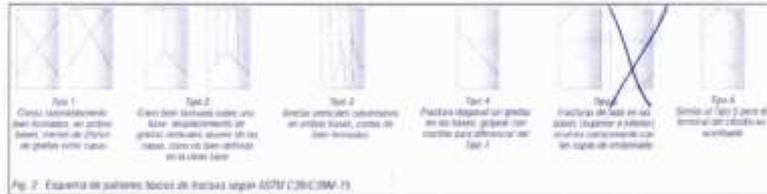
EDAD: 14 días Patón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 212.63 kN

ESFUERZO: 27.07 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

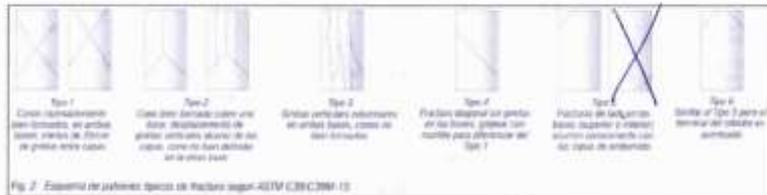
EDAD: 14 días Patón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 205.86 kN

ESFUERZO: 26.15 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

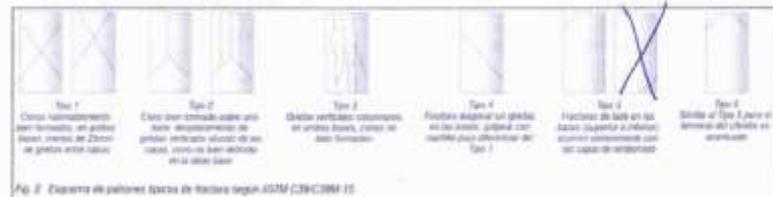
EDAD: 14 días Patroñ

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 215.26 kN

ESFUERZO: 27.41 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

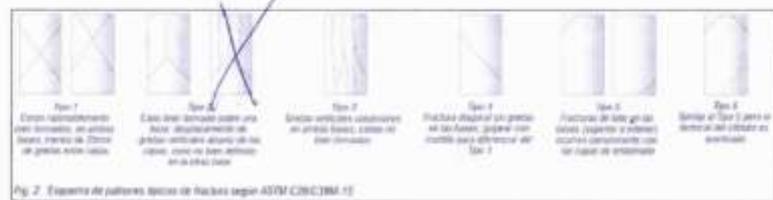
EDAD: 14 días Patroñ

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 208.54

ESFUERZO: 26.55 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

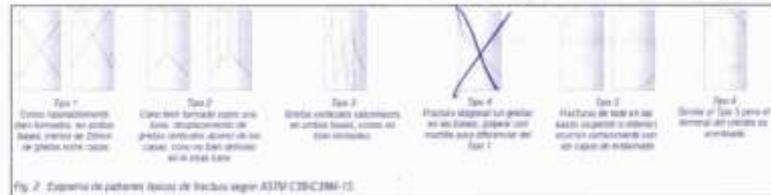
EDAD: 28 días Patón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 223.45 kN

ESFUERZO: 28.45 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

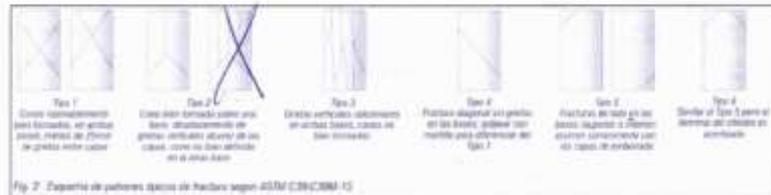
EDAD: 28 días Patón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 225.14 kN

ESFUERZO: 28.67 MPa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

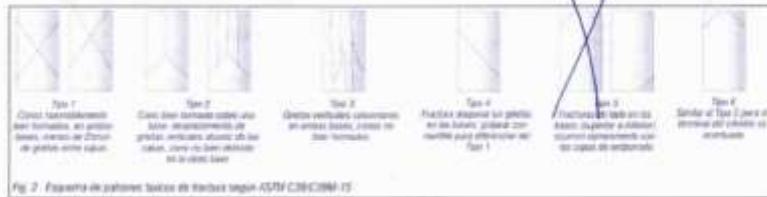
EDAD: 28 Días Patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 230.15 kN

ESFUERZO: 29.30 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

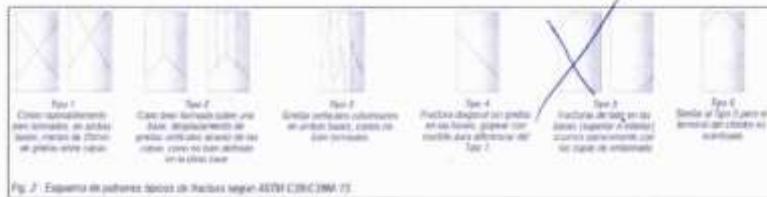
EDAD: 28 Días Patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 224.58 kN

ESFUERZO: 28.59 Mpa

TIPOS DE FALLA:



FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 28 Días Patroní

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 226.46 kN

ESFUERZO: 28.23 Mpa

TIPOS DE FALLA:

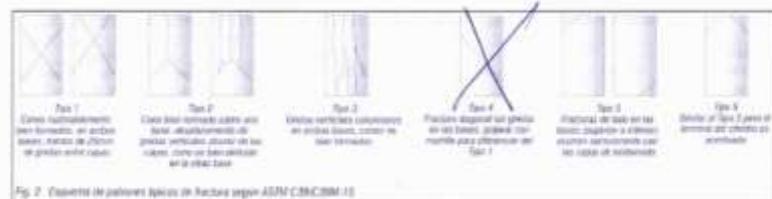


Fig. 2. Ejemplos de patrones típicos de fractura según ASTM C803M-10

FORMATO DE RUPTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

EDAD: 28 Días Patroní

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 220.74 kN

ESFUERZO: 25.11 Mpa

TIPOS DE FALLA:

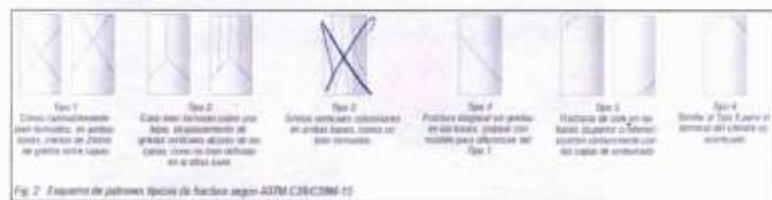


Fig. 2. Ejemplos de patrones típicos de fractura según ASTM C803M-10

FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

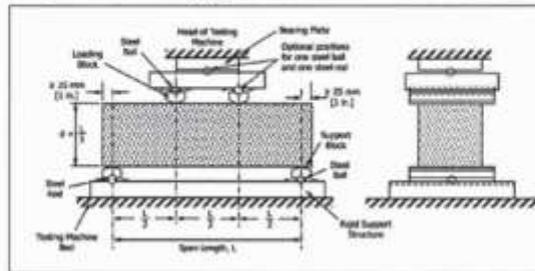
EDAD: 14 días Patrón

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 26.24 kN

MODULO DE ROTURA: 3.73 MPa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

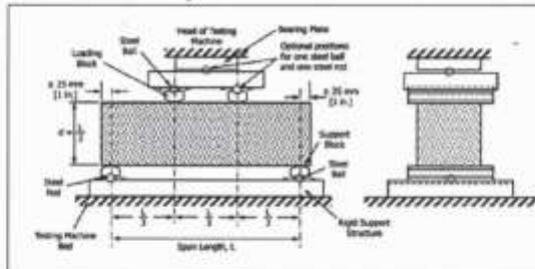
EDAD: 14 días Patrón

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 29.56 kN

MODULO DE ROTURA: 3.92 MPa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

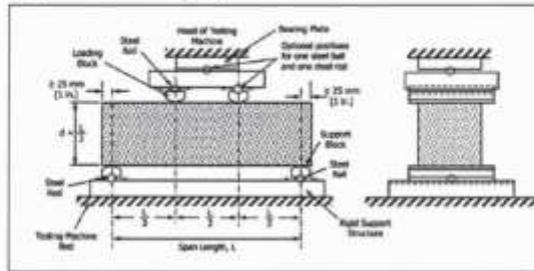
EDAD: 14 días patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 29.23 kN

MODULO DE ROTURA: 4.16 Mpa.

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

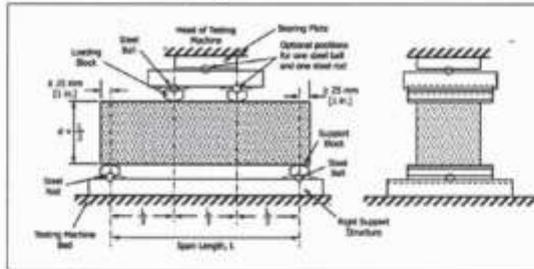
EDAD: 14 días patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 25.15 kN

MODULO DE ROTURA: 4 Mpa.

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

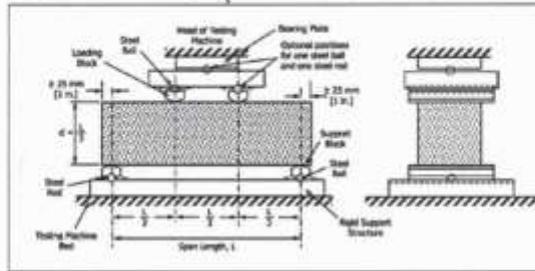
EDAD: 14 días Patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 28.74 kN

MODULO DE ROTURA: 4.09 MPa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

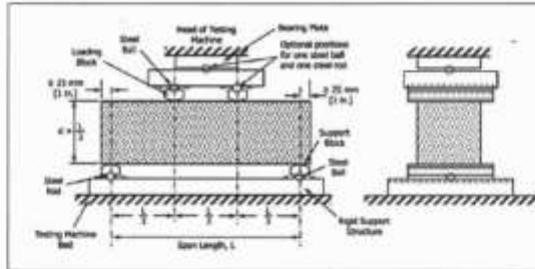
EDAD: 14 días Patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 23.89 kN

MODULO DE ROTURA: 3.97 MPa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

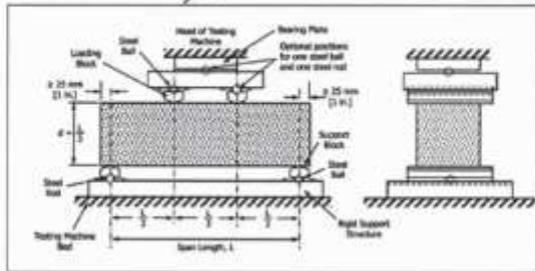
EDAD: 28 días patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 31.36 kN

MODULO DE ROTURA: 4.46 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

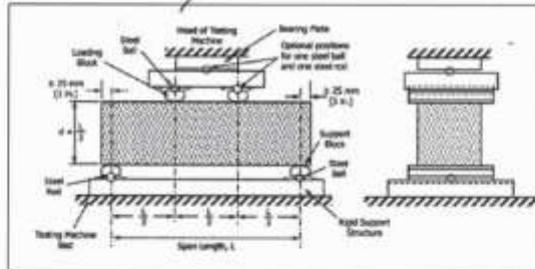
EDAD: 28 días patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 32.87 kN

MODULO DE ROTURA: 4.67 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

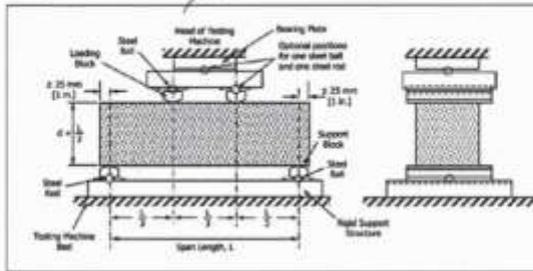
EDAD: 28 días patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 3131 N

MODULO DE ROTURA: 4.45 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

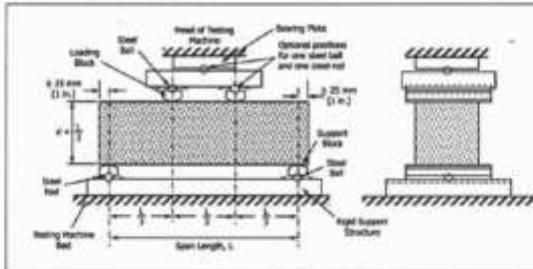
EDAD: 28 días patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 3228 N

MODULO DE ROTURA: 4.59 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

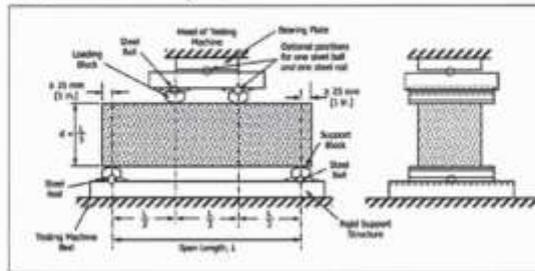
EDAD: 28 días patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 31.87 kN

MODULO DE ROTURA: 4.58 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

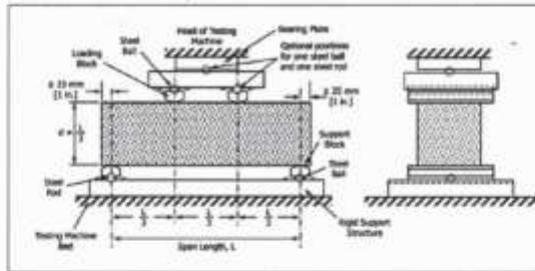
EDAD: 28 días patrón

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 32.91 kN

MODULO DE ROTURA: 4.68 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

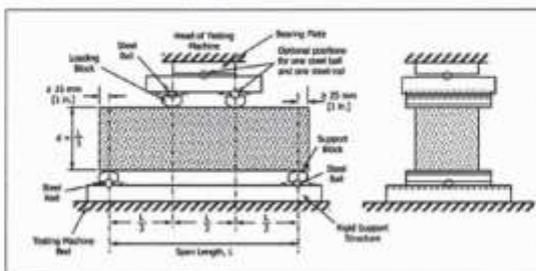
EDAD: 14 días sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 26.74 kN

MODULO DE ROTURA: 3.80 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

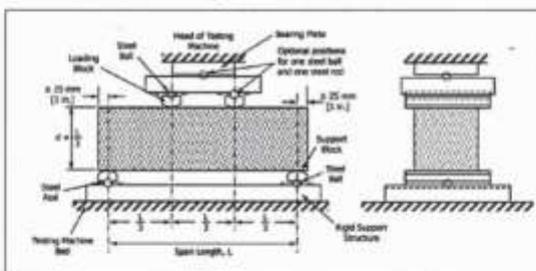
EDAD: 14 días sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 25.23 kN

MODULO DE ROTURA: 3.59 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

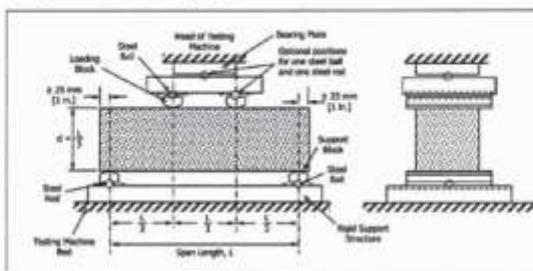
EDAD: 14 días. Sustitución al 5%.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 24.85 KN

MODULO DE ROTURA: 3.53 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

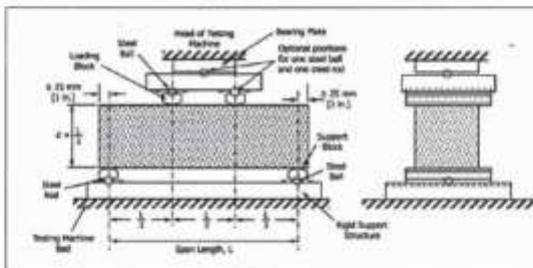
EDAD: 14 días. Sustitución al 5%.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 25.18 KN

MODULO DE ROTURA: 3.58 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

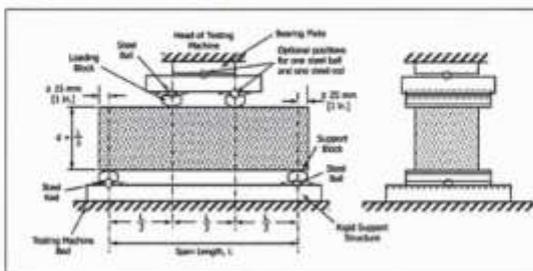
EDAD: 14 días sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 24.16 KN

MODULO DE ROTURA: 3.44 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

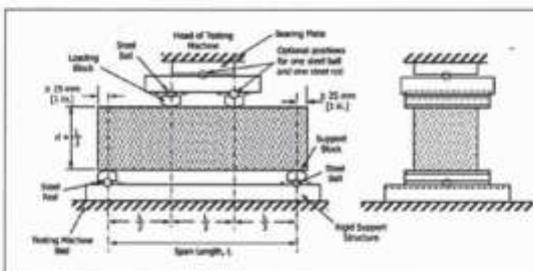
EDAD: 14 días sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 24.96 KN

MODULO DE ROTURA: 3.55 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

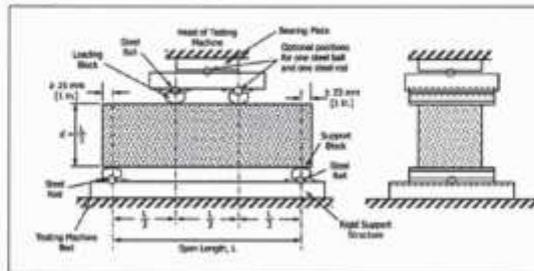
EDAD: 28 días Sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 24.37 KN

MODULO DE ROTURA: 4.18 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

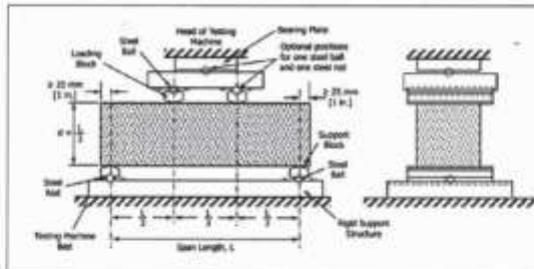
EDAD: 28 días Sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 30.20 KN

MODULO DE ROTURA: 4.30 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

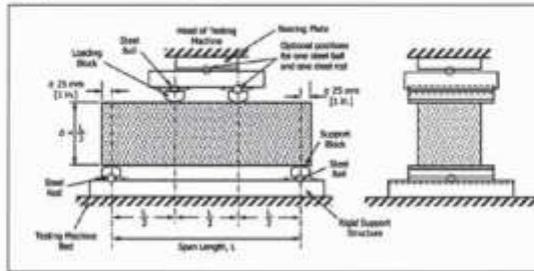
EDAD: 28 días. Sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 26.45 KN

MODULO DE ROTURA: 4.05 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

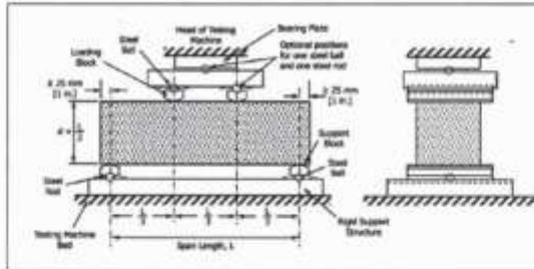
EDAD: 28 días. Sustitución al 5%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 26.76 KN

MODULO DE ROTURA: 4.09 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

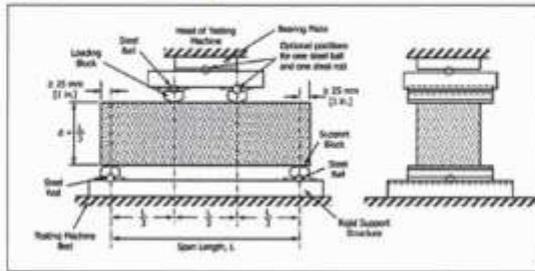
EDAD: 28 días sustitución al 5x.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 29.15 kN

MODULO DE ROTURA: 4.15 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

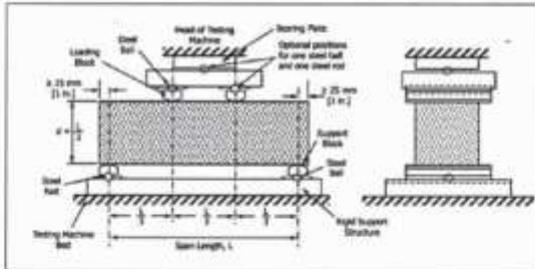
EDAD: 28 días sustitución al 5x.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 20.11 kN

MODULO DE ROTURA: 4.28 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

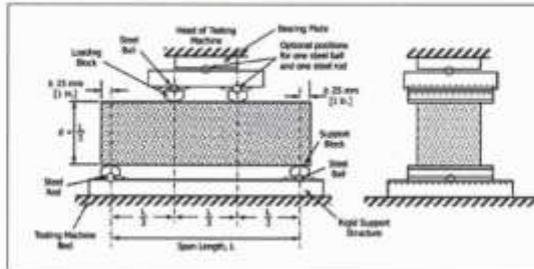
EDAD: 14 días Sustitución del 20/.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 20.46 kN

MODULO DE ROTURA: 2.91 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

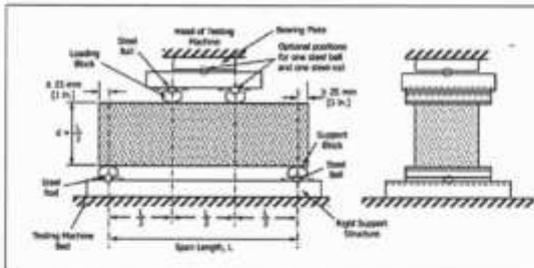
EDAD: 14 días Sustitución del 20/.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 19.63 kN

MODULO DE ROTURA: 2.79 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

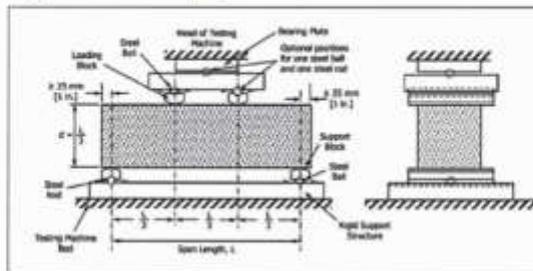
EDAD: 14 días Sustitución del 201

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 20.86 kN

MODULO DE ROTURA: 2.97 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

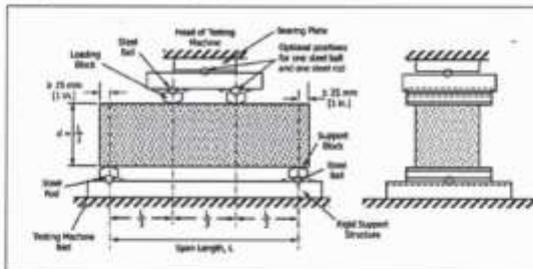
EDAD: 14 días Sustitución de 201

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 19.36 kN

MODULO DE ROTURA: 2.35 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

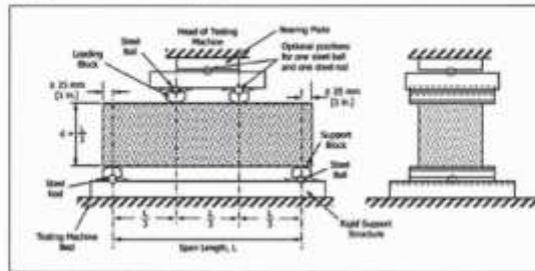
EDAD: 14 días *Sustitución del 201*

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 18 40 kN

MODULO DE ROTURA: 2.62 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

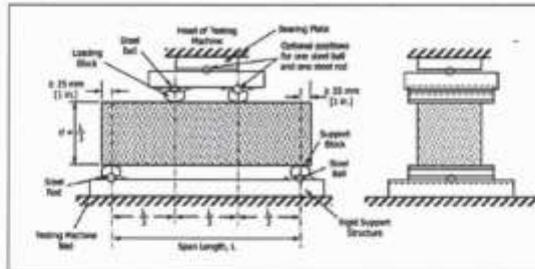
EDAD: 14 días *Sustitución del 201*

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 22 81 kN

MODULO DE ROTURA: 3.24 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

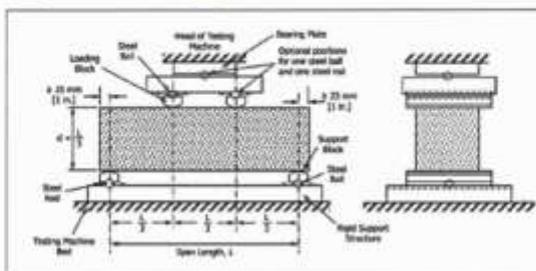
EDAD: 28 días Sustitución del 201.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 24.25 kN

MODULO DE ROTURA: 3.45 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

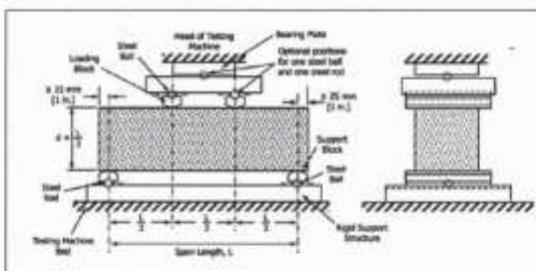
EDAD: 28 días Sustitución del 201.

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 25.11 kN

MODULO DE ROTURA: 3.53 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

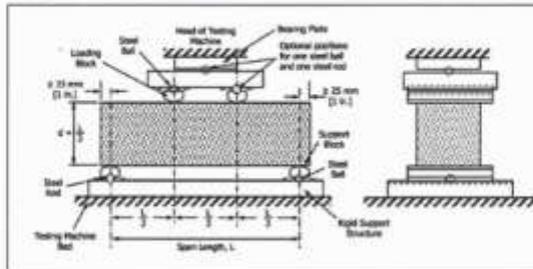
EDAD: 28 días Sustitución del 201

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 25.24 kN

MODULO DE ROTURA: 3.59 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

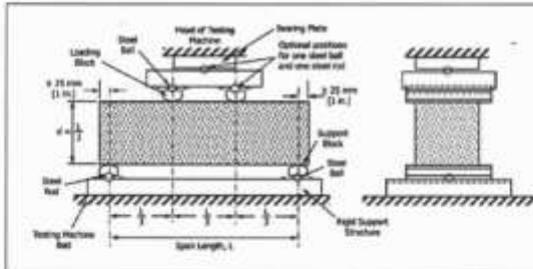
EDAD: 28 días Sustitución del 201

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 23.26 kN

MODULO DE ROTURA: 3.31 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

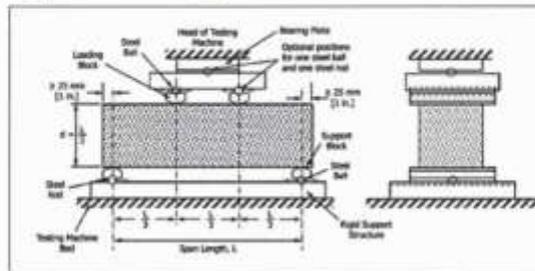
EDAD: 28 días Sustitución del 201

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 24.78 kN

MODULO DE ROTURA: 3.52 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

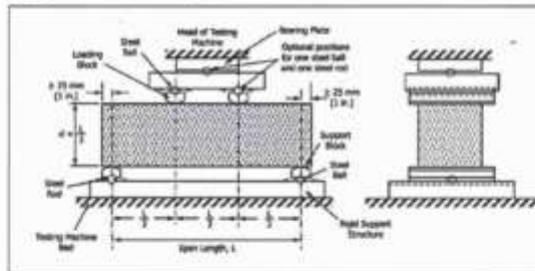
EDAD: 28 días Sustitución del 201

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 25.52 kN

MODULO DE ROTURA: 3.63 Mpa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

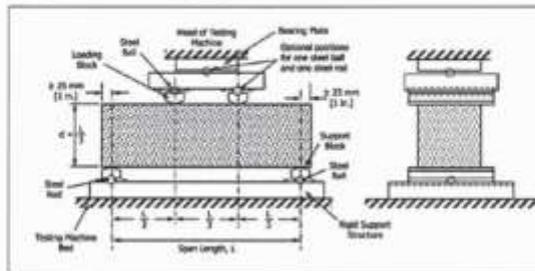
EDAD: 14 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 49.25 kN

MODULO DE ROTURA: 1.88 MPa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

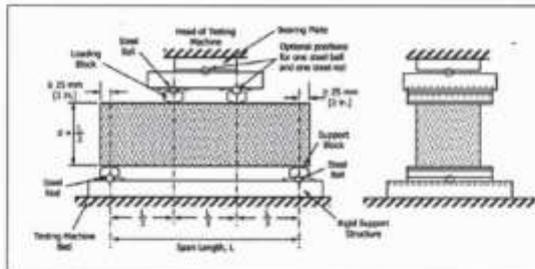
EDAD: 14 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 14.63 kN

MODULO DE ROTURA: 2.08 MPa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

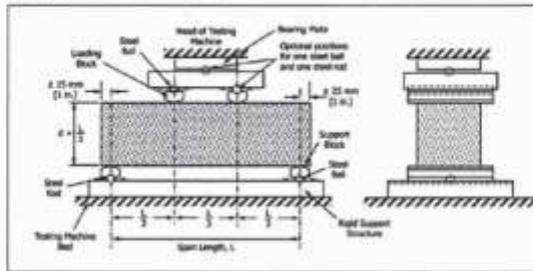
EDAD: *14 días sustitución al 40%*

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: *15.24 kN*

MODULO DE ROTURA: *2.17 MPa*

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

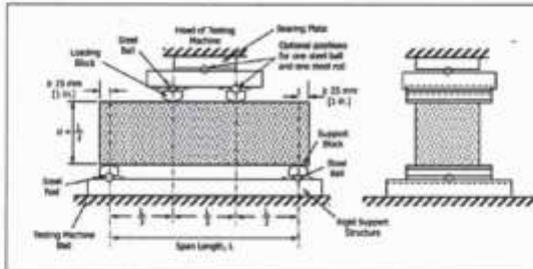
EDAD: *14 días Sustitución al 40%*

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: *13.64 kN*

MODULO DE ROTURA: *1.94 MPa*

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

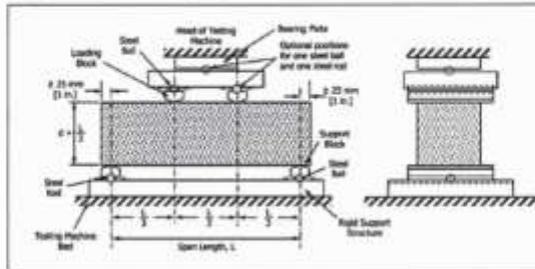
EDAD: *14 días Sustitución al 40%*

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: *12.75 kN*

MODULO DE ROTURA: *1.81 MPa*

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

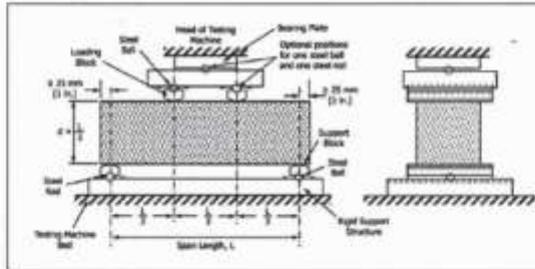
EDAD: *14 días Sustitución al 40%*

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: *16.48 kN*

MODULO DE ROTURA: *2.34 MPa*

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

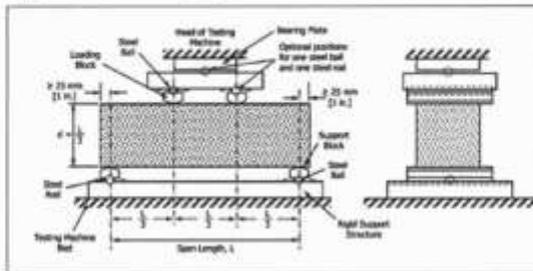
EDAD: 28 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 23.25 kN

MODULO DE ROTURA: 3.30 MPa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

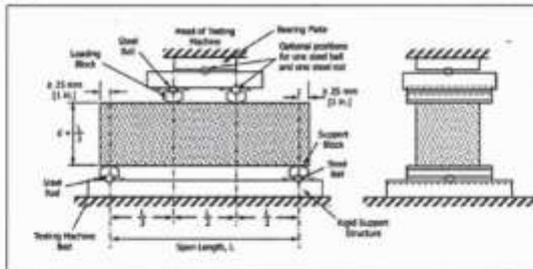
EDAD: 28 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 21.14 kN

MODULO DE ROTURA: 3.01 MPa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

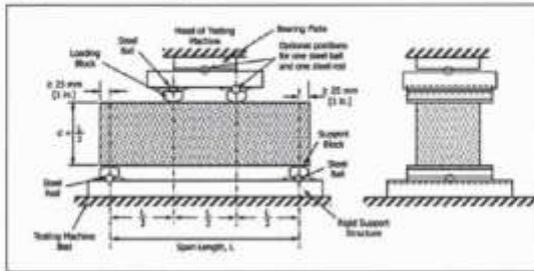
EDAD: 28 días Sustitución 91/40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 22.16 kN

MODULO DE ROTURA: 3.15 MPa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

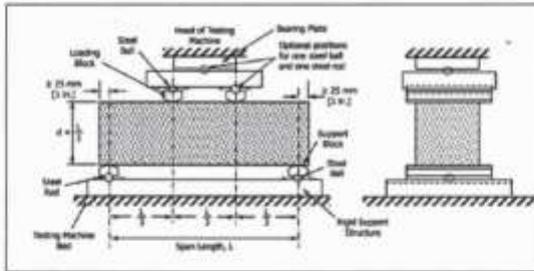
EDAD: 28 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 18.42 kN

MODULO DE ROTURA: 2.62 MPa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

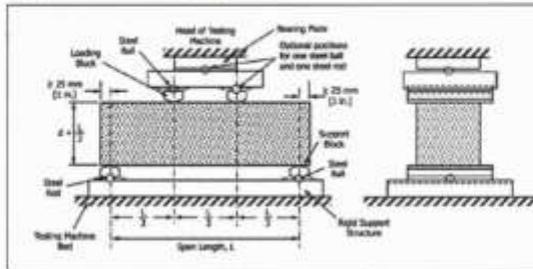
EDAD: 28 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 17.56 kN

MODULO DE ROTURA: 2.50 MPa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



FORMATO DE RUPTURA DE VIGAS DE CONCRETO

PROYECTO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

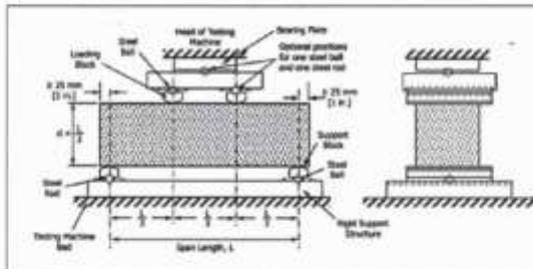
EDAD: 28 días Sustitución al 40%

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

FUERZA: 18.75 kN

MODULO DE ROTURA: 2.67 MPa

ZONA DE FALLA: EXTREMO TERCIO MEDIO



Validación de instrumentos

**INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN Y
CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN:
TABLA DE CODIFICACIÓN Y RESUMEN DE DATOS**

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y Apellidos del Experto : Liz Roxana Anccasi Yaranga
 1.2. Cargo e Institución donde labora : Supervisor de Obra – Programa Sierra Azul
 1.3. Instrumento a Validar : Tabla de codificación y resumen de datos.
 1.4. Investigadores : Betzy Sadhi Alencio Yachas
 1.5. Proyecto de investigación :
 El pvc triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido.

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| Indicadores | Criterios | Deficiente 0-30% | Regular 31-40% | Buena 41-60% | Muy Buena 61-80% | Excelente 81-100% |
|--------------------|---|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| 1. Intencionalidad | El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada | | | | | 100% |
| 2. Objetividad | El instrumento esta expresado en comportamientos susceptibles a medición y calificación | | | | | 90% |
| 3. Organización | El orden de los datos y ensayos es adecuado | | | | | 95% |
| 4. Claridad | El vocabulario empleado es adecuado para el grupo de investigación | | | | 80% | |
| 5. Suficiencia | El número de items y datos es suficiente para medir la variable | | | | | 95% |
| 6. Consistencia | Tiene una base teórica y científica así como normas técnicas que la respalde | | | | | 90% |
| 7. Coherencia | Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia. | | | | | 95% |
| 8. Aplicabilidad | Los procedimientos para su aplicación y recolección son sencillos | | | | | 95% |

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: El citado instrumento de investigación cumple con los criterios de intencionalidad, objetividad, organización, claridad, suficiencia, consistencia coherencia y aplicabilidad, evidenciando una confiabilidad de 92.50%, es decir es válido para su aplicación para la recolección y procesamiento de resultados.

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN AL 100%

92.50%

FIRMA



NOMBRE
DNI

Liz Roxana Anccasi Yaranga
40010854

Huancayo, junio del 2022

**INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN:
TABLA DE CODIFICACIÓN Y RESUMEN DE DATOS**

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y Apellidos del Experto : Jesús Idén Cárdenas Capcha
- 1.2. Cargo e Institución donde labora : Docente de la EP Ingeniería Civil – Facultad de Ingeniería – UPLA
- 1.3. Instrumento a Validar : Tabla de codificación y resumen de datos.
- 1.4. Investigadores : Betzy Sadhit Atencio Yachas
- 1.5. Proyecto de Investigación :
El pvc triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido.

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| Indicadores | Criterios | Deficiente 0-20% | Regular 21-40% | Buena 41-60% | Muy Buena 61-80% | Excelente 81-100% |
|--------------------|---|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| 1. Intencionalidad | El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada | | | | | 95% |
| 2. Objetividad | El instrumento está expresado en comportamientos susceptibles a medición y calificación | | | | | 90% |
| 3. Organización | El orden de los datos y ensayos es adecuado | | | | | 95% |
| 4. Claridad | El vocabulario empleado es adecuado para el grupo de investigación | | | | 80% | |
| 5. Suficiencia | El número de ítems y datos es suficiente para medir la variable | | | | | 95% |
| 6. Consistencia | Tiene una base teórica y científica asimismo normas técnicas que la respalda | | | | | 90% |
| 7. Coherencia | Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia | | | | | 95% |
| 8. Aplicabilidad | Los procedimientos para su aplicación y corrección son sencillos | | | | | 95% |

3. **OPINIÓN DE APLICABILIDAD:** El citado instrumento de investigación cumple con los criterios de intencionalidad, objetividad, organización, claridad, suficiencia, consistencia coherencia y aplicabilidad, evidenciando una confiabilidad de 91.87%, es decir es válido para su aplicación para la recolección y procesamiento de resultados.

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN AL 100%

91.87%

FIRMA : 
 NOMBRE : Jesús Idén Cárdenas Capcha
 DNI : 71095137

Huancayo, junio del 2022

**INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN:
TABLA DE CODIFICACIÓN Y RESUMEN DE DATOS**

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y Apellidos del Experto : Rosendo Wellington Padilla Blanco
 1.2. Cargo e Institución donde labora : Soporte Técnico de Supervisor de Obra –
 Dirección Regional de transportes y comunicación - Junín
 1.3. Instrumento a Validar : Tabla de codificación y resumen de datos.
 1.4. Investigadores : Betzy Sachit Afencio Yachas
 1.5. Proyecto de investigación :
 El pvc triturado como sustituto del agregado grueso en las propiedades reológicas y mecánicas del concreto autocompactante para pavimento rígido.

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| Indicadores | Criterios | Deficiente 0-20% | Regular 21-40% | Buena 41-60% | Muy Buena 61-80% | Excelente 81-100% |
|--------------------|---|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| 1. Intencionalidad | El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada | | | | | 90% |
| 2. Objetividad | El instrumento esta expresado en comportamientos susceptibles a medición y calificación | | | | | 90% |
| 3. Organización | El orden de los datos y ensayos es adecuado | | | | | 95% |
| 4. Claridad | El vocabulario empleado es adecuado para el grupo de investigación | | | | 80% | |
| 5. Suficiencia | El número de ítems y datos es suficientes para medir la variable | | | | | 95% |
| 6. Consistencia | Tiene una base teórica y identifica asimismo normas técnicas que la respalde | | | | | 90% |
| 7. Coherencia | Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia. | | | | | 95% |
| 8. Aplicabilidad | Los procedimientos para su aplicación y corrección son sencillos | | | | | 95% |

3. **OPINIÓN DE APLICABILIDAD:** El citado instrumento de investigación cumple con los criterios de intencionalidad, objetividad, organización, claridad, suficiencia, consistencia coherencia y aplicabilidad, evidenciando una confiabilidad de 91.25%, es decir es válido para su aplicación para la recolección y procesamiento de resultados.

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN AL 100%

91.25%

FIRMA :

NOMBRE
DNI :

Ing. Rosendo W. Padilla Blanco
SOPORTE TÉCNICO DE SUPERVISIÓN DE OBRA

Rosendo Wellington Padilla Blanco
44550478

Huancayo, junio del 2022

Certificados de ensayos realizados



Registro de Comercio N° 2061685024
 Paj. N° 12-1323816-Huancayo
 Telf: 04349897/91932034
 Correo: silvergeotec@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 04-03-22 | 06-03-22 | M-01 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:

BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS SEGÚN ASTM C136/C136M-18
- HUMEDAD EVAPORABLE SEGÚN ASTM C566-13

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad Muestreo por Laboratorio Profundidad : 0.00 m Altitud (Cota) : 2,213.00 m.s.n.m.
 Muestra Agregado Grueso Lugar de Muestreo : Centro del Distrito de Chilca Coordenadas UTM : E 478865 N 866430
 Método de Muestreo Muestreo desde el Almacénaje o unidades de Transportación Según ASTM D75-03

| Tamices ASTM E11 | Apertura (mm) | Peso Retenido | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante Acumulado |
|------------------|---------------|---------------|------------|----------------------|---------------------|
| 2" | 50.00 mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| 1 1/2" | 37.50 mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| 1" | 25.00 mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| 3/4" | 19.00 mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| 1/2" | 12.50 mm | 232.00 g | 7.4% | 7.4% | 92.6% |
| 3/8" | 9.50 mm | 1489.00 g | 47.6% | 55.0% | 45.0% |
| N° 4 | 4.75 mm | 1301.00 g | 41.6% | 96.6% | 3.4% |
| N° 8 | 2.36 mm | 101.00 g | 3.2% | 99.8% | 0.2% |
| FONDO | 5.00 g | 5.00 g | 0.2% | 100.0% | 0.0% |
| | | 3128.00 g | | 100.0% | 100.0% |

| Variable | No | | Muestra |
|---|----------------|--------|----------------|
| | Var. | Unidad | |
| Recipiente N° | — | — | N° 14 |
| (A) Peso de Tara Vaso | M _t | (g) | 481.25 |
| (B) Peso de Tara & Suelo Húmedo | M ₁ | (g) | 1812.40 |
| (C) Peso de Tara & Suelo Seco | M ₂ | (g) | 1606.25 |
| (D) Peso de Suelo Seco (C-A) | M _s | (g) | 1156.02 |
| (E) Peso de Agua (B-C) | M _w | (g) | 216.15 |
| (F) Contenido Humedad (100° E/D) | w | (%) | 0.3% |
| Tamaño muestra, tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado | | | 19 mm (3/4") |
| Tamaño muestra nominal, correspondiente al primer retenido | | | 12.5 mm (1/2") |
| Según ASTM C33 la granulometría de la muestra correspondiente al | | | Huso 7 |

| Huso | Tamaño máximo nominal | | Porcentaje que pasa por los tamices normalizados ASTM E11 | | | | | | | |
|------|-----------------------|-----------------|---|--------------|----------|------------|------------|------------|---------|---------|
| | Medida en mm | | 30 mm | 37.5 mm | 25 mm | 19 mm | 12.5 mm | 9.5 mm | 4.75 mm | 2.36 mm |
| | Medida en pulg. | | [2 pulg] | [1 1/2 pulg] | [1 pulg] | [3/4 pulg] | [1/2 pulg] | [3/8 pulg] | [N° 4] | [N° 8] |
| 4 | 37.5 mm a 19 mm | [1 1/2" a 3/4"] | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 5 | — | 0 a 5 | — | — |
| 4B | 37.5 mm a 4.75 mm | [1 1/2" a N° 4] | 100 | 90 a 100 | — | 26 a 70 | — | 10 a 30 | 0 a 5 | — |
| 5 | 25 mm a 12.5 mm | [1" a 1/2"] | — | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | — | — |
| 5B | 25 mm a 9.5 mm | [1" a 3/8"] | — | 100 | 90 a 100 | 40 a 85 | 0 a 40 | 0 a 15 | 0 a 5 | — |
| 5F | 25 mm a 4.75 mm | [1" a N° 4] | — | — | 95 a 100 | — | 25 a 60 | — | 0 a 10 | 0 a 5 |
| 6 | 19 mm a 9.5 mm | [3/4" a 3/8"] | — | — | — | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 15 | 0 a 5 | — |
| 6F | 19 mm a 4.75 mm | [3/4" a N° 4] | — | — | — | 90 a 100 | — | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 |
| 7 | 12.5 mm a 4.75 mm | [1/2" a N° 4] | — | — | — | 100 | — | 90 a 100 | 40 a 70 | 0 a 5 |



OBSERVACIONES:

Realizado: Ing. Roy S.F.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotecnia, Geotecnia
 Laboratorio Suelo, Geometría y Perforación
 SUC: 20601685024
 Ing. Chel Johnny R. BAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352 [Pág. 01]



Av. Ángel Fernández Quiroz N° 2005 - 104 Urb. El Chino
 Rta. Huancayo N° 123 - 1520000, Huancayo
 Telef. 944446851 / 944446854
 Correo: silvergeotec@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NUMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 04-03-22 | 06-03-22 | M-01 | 96 N°127/2022 |

SOLICITANTE:

BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TEMA:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNIN

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS SEGÚN ASTM C136/C136M-19
- HUMEDAD EVAPORABLE SEGÚN ASTM C566-13

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Mocidad: Muestreo por Laboratorio Profundidad: 0.00 m. Altitud (Cota): 3,213.00 m.s.n.m.
 Muestra: Agregado Fino Lugar de Muestreo: Cantara del Distrito de Chilca Coordenadas UTM: E 478985 N 966430
 Método de Muestreo: Muestreo desde el Almacénaje o unidades de Transportación Según ASTM D75-03

Análisis Granulométrico agregado fino ASTM C136/C136M-18

| Tamices ASTM E11 | Abertura (mm) | Peso Retenido | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasado Acumulado |
|------------------|---------------|---------------|------------|----------------------|--------------------|
| 3/8" | 9.50 mm | 0.0 g | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| N° 4 | 4.75 mm | 36.3 g | 5.8% | 5.8% | 94.2% |
| N° 8 | 2.36 mm | 61.3 g | 9.8% | 15.6% | 84.4% |
| N° 16 | 1.18 mm | 58.2 g | 9.3% | 25.0% | 75.0% |
| N° 30 | 0.60 mm | 236.4 g | 37.9% | 62.9% | 37.1% |
| N° 50 | 0.30 mm | 157.3 g | 25.2% | 88.1% | 11.9% |
| N° 100 | 0.15 mm | 45.8 g | 7.3% | 95.4% | 4.6% |
| N° 200 | 0.075 mm | 18.3 g | 2.9% | 98.4% | 1.6% |
| FCNDQ | | 10.3 g | 1.6% | 100.0% | 0.0% |
| | | 623.7 g | | 100.0% | 100% |

Humedad evaporable según ASTM C566-13

| Variable | Uno | | Muestra |
|----------------------------------|------------------|--------|---------|
| | Var | Unidad | |
| Recipiente N° | — | — | N° 25 |
| (A) Peso de Tara Vacío | M ₁ | (g) | 225.00 |
| (B) Peso de Tara & Suelo Húmedo | M ₁₀₀ | (g) | 611.20 |
| (C) Peso de Tara & Suelo Seco | M ₁₀₁ | (g) | 603.20 |
| (D) Peso de Suelo Seco (C-A) | M ₂ | (g) | 388.20 |
| (E) Peso de Agua (B-C) | M ₃ | (g) | 8.00 |
| (F) Contenido Humedad (100° E/D) | w | (%) | 2.1% |

Según ASTM C136 el módulo de finiza corresponde al valor de: **2.88**

Límites Granulométricos agregado fino ASTM C33/C33M-18

| Ítem | Tamaño máximo nominal | | Porcentaje que pasa |
|------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| | Medida en, mm | Medida en, pulgadas | |
| 1 | 9.5 mm | (3/8") | 100 |
| 2 | 4.75 mm | (N° 4) | 95 a 100 |
| 3 | 2.36 mm | (N° 8) | 80 a 100 |
| 4 | 1.18 mm | (N° 16) | 50 a 85 |
| 5 | 600 µm | (N° 30) | 25 a 60 |
| 6 | 300 µm | (N° 60) | 10 a 30 |
| 7 | 150 µm | (N° 100) | 2 a 10 |
| 8 | 75 µm | (N° 200) | 0 a 3 |



OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Rey S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotécnica Geotextiles
 Laboratorio de Ensayos Geotécnicos y Pavim.
 Ing. **JOHNNY R. OLIVERA**
 C.I.P. N° 204352
 RUC: 2060185524
 (Pag. 02)



Calle Ferrnandez Quiroz N° 2803 (ALC. URB. ELIC. URB.
 P.O. Box N° 133-1317 (Huancayo, Huancayo)
 Telf: 544048882/93303384
 Correo: silvergeotec@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 04-03-22 | 06-03-22 | M-01 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:

BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS SEGÚN ASTM C136/C136M-19
 - HUMEDAD EVAPORABLE SEGÚN ASTM C566-13

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el Cliente
 Muestra : PVC TRITURADO

Análisis Granulométrico agregado grueso ASTM C136/C136M-18

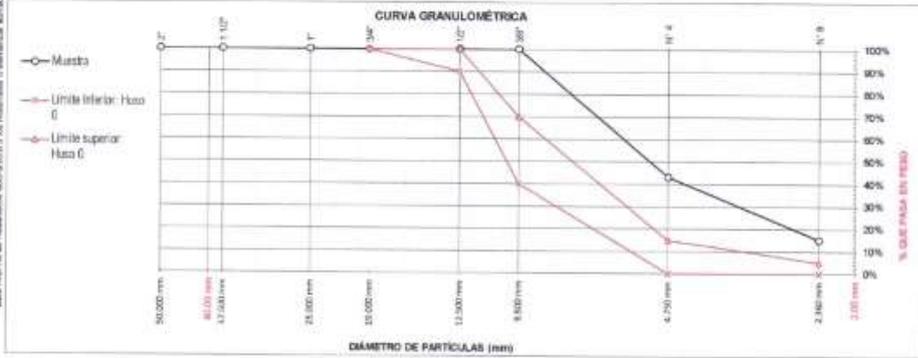
| Tamices ASTM E11 | Abertura (mm) | Peso Retenido | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante Acumulado |
|------------------|---------------|------------------|------------|----------------------|---------------------|
| 2" | 50.00 mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| 1 1/2" | 37.50 mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| 1" | 25.00 mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| 3/4" | 19.00 mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| 1/2" | 12.50 mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| 3/8" | 9.50 mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| N° 4 | 4.75 mm | 2125.00 g | 64.4% | 64.4% | 35.6% |
| N° 8 | 2.36 mm | 1060.00 g | 32.1% | 96.5% | 3.4% |
| PONDO | | 112.23 g | 3.4% | 100.0% | 0.0% |
| | | 3292.23 g | | 100.0% | 100% |

Humedad evaporable según ASTM C566-13

| Variable | No | | Muestra |
|----------------------------------|-----------------|--------|---------|
| | Var. | Unidad | |
| Recipiente M | — | — | N° 00 |
| (A) Peso de Taza Vazio | M _v | (g) | 0.00 |
| (B) Peso de Taza & Suelo Húmedo | M _{uh} | (g) | 0.00 |
| (C) Peso de Taza & Suelo Seco | M _{us} | (g) | 0.00 |
| (D) Peso de Suelo Seco (C-A) | M _s | (g) | 0.00 |
| (E) Peso de Agua (B-C) | M _w | (g) | 0.00 |
| (F) Contenido Humedad (100* E/D) | w | (%) | 0.0% |

Limites Granulométricos en agregado grueso según ASTM C33/C33M-18

| Huso | Tamaño máximo nominal | | Porcentaje que pasa por los tamices normalizados ASTM E11 | | | | | | | |
|------|-----------------------|-----------------|---|--------------|----------|------------|------------|------------|---------|---------|
| | Medida en mm | | 50 mm | 37.5 mm | 25 mm | 19 mm | 12.5 mm | 9.5 mm | 4.75 mm | 2.36 mm |
| | Medida en pulg. | | (2 pulg) | (1 1/2 pulg) | (1 pulg) | (3/4 pulg) | (1/2 pulg) | (3/8 pulg) | (N° 4) | (N° 8) |
| 4 | 37.5 mm a 19 mm | [1 1/2" a 3/4"] | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 5 | — | 0 a 5 | — | |
| 4B | 37.5 mm a 4.75 mm | [1 1/2" a N° 4] | 100 | 90 a 100 | — | 35 a 70 | — | 0 a 30 | 0 a 5 | |
| 5 | 25 mm a 12.5 mm | [1" a 1/2"] | — | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | — | |
| 5B | 25 mm a 9.5 mm | [1" a 3/8"] | — | 100 | 90 a 100 | 40 a 85 | 0 a 40 | 0 a 15 | 0 a 5 | |
| 5C | 25 mm a 4.75 mm | [1" a N° 4] | — | — | 95 a 100 | — | 25 a 60 | 0 a 10 | 0 a 5 | |
| 6 | 19 mm a 9.5 mm | [3/4" a 1/2"] | — | — | — | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 15 | 0 a 5 | |
| 6B | 19 mm a 4 mm | [3/4" a N° 4] | — | — | — | 90 a 100 | — | 20 a 55 | 0 a 10 | |
| 7 | 12.5 mm a 4.75 mm | [1/2" a N° 4] | — | — | — | 100 | 90 a 100 | 40 a 70 | 0 a 15 | |



OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Jairo R. O.



RUC: 2050168524 [Pág. 03]



Jr. Ángel Hernández Guzmán N° 2808-001, 124 av. Edo. Lirio
 Pje. Niles N° 123 132 Chilca, Huancaayo
 Telf: 044840005 y 952029348
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACT/ORD | NUMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|------------------------|-------------------|
| 04-03-22 | 10-03-22 | M-01 | SG N°127/2022 |

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TITULO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 - ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
 - DETERMINACIÓN DE LA INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR MEDIO DE SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO SEGÚN NTP 400.016
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN AGREGADOS SEGÚN NTP 400.042
 - MÉTODO NORMALIZADO PARA TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENIZABLES EN LOS AGREGADOS SEGÚN NTP 400.016

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Muestra : Agregado Grueso y Fino
 Lugar de Muestreo : Carretera del Distrito de Chilca
 Método de Muestreo : Muestreo desde el Atmósferaje o unidades de Transportación
 Altitud (Cota) : 3.213,00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 478988 N 805430
 Según ASTM D75-03

Este informe de resultados solo aplica a los ensayos o servicios especificados y no cubre otros servicios que no estén expresamente mencionados en el contrato.

DETERMINACIÓN DE LA INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR MEDIO DE SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO SEGÚN NTP NTP 400.016

| Pass | Retiene | Peso inicial | Número de Partículas | Peso después del ensayo | % Pérdida | % Pérdida Corregida |
|------------------|------------------|--------------|----------------------|-------------------------|-------------|---------------------|
| 63 mm (2 1/2") | 37.5 mm (1 1/2") | 0 | | 0 | | |
| 37.5 mm (1 1/2") | 19.0 mm (3/4") | 0 | | 0 | | |
| 19.0 mm (3/4") | 9.5 mm (3/8") | 1475 | 185 | 1302 | 9.14 | 3.78 |
| 9.5 mm (3/8") | 4.75 mm (N° 4) | 689 | 112 | 512 | 0.88 | 2.15 |
| Pérdida | | | | | 5.9% | |

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN AGUA PARA AGREGADOS EN CONCRETO SEGÚN NTP 400.042

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Muestra : Arena Gruesa | Muestra : Piedra Chancada 1/2" |
| Resultados | Resultados |
| % Cloruros : 0.0089 | % Cloruros : 0.0078 |
| % Sulfatos : 0.057 | % Sulfatos : 0.034 |

MÉTODO NORMALIZADO PARA TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENIZABLES EN LOS AGREGADOS SEGÚN NTP 400.016

$$P = \left(\frac{M - R}{M} \right) \times 100$$

| | |
|----------------------|------------|
| Arena Gruesa | P = 0.15 % |
| Piedra Chancada 1/2" | P = 0.13 % |

P: Porcentaje de partículas desmenizables y terrones de arcilla
 M: Masa de la muestra de ensayo (para el agregado fino la masa de las partículas retenidas en el tamiz normalizado de 2,18mm (N° 16)
 R: Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz designado

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Pety S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotécnica Certificada
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. BAYARDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204532

SLC 2020/1645204
 (Pág. 07)



Av. Angel Hernández Cuzco Nº 200146, 104 km. Dpto. Lima
 P.O. Box Nº 520-101 Chila, Huancayo
 Telf: 944046888 / 955325588
 Correo: silvergeotec@terra.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 04-03-22 | 10-03-22 | M-01 | SG. N°1272022 |

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TÍTULO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

| | |
|--------------|----------------------------------|
| UBICACIÓN | LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. |
| DISTRITO | CHILCA |
| PROVINCIA | HUANCAYO |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN |

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
- MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PARTÍCULAS LIVIANAS EN AGREGADOS SEGÚN NTP 400.023
- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO PARA CONCRETO SEGÚN NTP 400.024

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

| | | | | | |
|-----------|--------------------------|--------------------|---|-----------------|-------------------|
| Modalidad | Muestreo por Laboratorio | Lugar de Muestreo | Carretera del Distrito de Chila | Altitud (Cota) | 3,213.00 m.s.n.m. |
| Muestra | Agregado Grueso y Fino | Método de Muestreo | Muestreo desde el Almacenaje o unidades de Transportación | Coordenadas UTM | E-478665 N-898430 |
| | | | Según ASTM D75-03 | | |

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PARTÍCULAS LIVIANAS EN AGREGADOS SEGÚN NTP 400.023

$$L = \frac{W_1}{W_2} \times 100$$

Fórmula del Porcentaje en masa de partículas livianas. NTP 400.023

| Resultados Agregado Fino | Resultados Agregado Grueso |
|--------------------------------|--------------------------------|
| W ₁ = 5 g | W ₁ = 7 g |
| W ₂ = 1000 g | W ₂ = 1000 g |
| L = 0.5% | L = 0.7% |
| Masa de muestra Usada: 1000 gr | Masa de muestra Usada: 1000 gr |

Se empleó una solución de Cloruro de Zinci (ZnCl₂) - 2.91

- W₁ : Masa seca de las partículas que flotan
- W₂ : Masa seca de la fracción del espesimen más grueso que el tamiz 300-mesh (Nº50)
- W₂ : Masa seca de la fracción del espesimen más grueso que el tamiz 4,75 mm (Nº4)
- L : Porcentaje en masa de partículas livianas.

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO PARA CONCRETO SEGÚN NTP 400.024

| Estandar Gardner de Color Negro | Placa Orgánica Negro |
|---------------------------------|----------------------|
| 5 | 1 |
| 8 | 2 |
| 11 | 3 (Estándar) |
| 14 | 4 |
| 16 | 5 |

Resultado de la Placa Orgánica: N° 1

Este informe es Reservado con todos sus derechos reservados y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Realizado: Tics. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. D.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Cimentos y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20801685524



RUT: 160100000-0
 Céd. de Inscripción: 104-10-000-0000
 Page No: 001 N° 102 TÉCNICA: Pavimentos
 Total: 00420000-00000000
 Correo: jorge@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA RECIBO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NUMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 04-03-20 | 10-03-20 | M-01 | SG- N° 1370002 |

| | | |
|--|--|--|
| SOLICITANTE: | | TÍTULO: |
| BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS | | "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO" |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO: | | ENSAYOS REALIZADOS: |
| UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO: CHILCA PROVINCIA: HUANCAYO DEPARTAMENTO: JUNÍN | - SUPERFICICIÓN PARA AGREGADOS SEGUN ASTM D3952M-19 - DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES SEGUN NORMA ASTM C131-C131M-14 | |
| TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: | | |
| Modalidad: Muestras por el Cliente Muestra: Agregado Grueso Método de Muestreo: Muestreo desde el Almacénaje o en el punto de Transporte según ASTM D75-03 | Profundidad: 0.03 m Lugar de Muestreo: Camino del Centro de Chilca | Altitud (Cota): 3.213,00 m s.n.m. Coordenadas UTM: E: 479885 N: 665600 |

Degradación en Agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles según norma ASTM C131-C131M-14

| Resultados | | |
|------------------------|----------|------------|
| Muestra | Variable | Resultados |
| Procedencia | | |
| Tipo de Muestra | | |
| Gradación Usada | | A |
| Nº de esferas | | 12 |
| Nº de revoluciones | | 500 |
| Peso muestra inicial | C | 5100 g |
| Peso muestra final | Y | 3720 g |
| Pérdida | | 1380 g |
| Porcentaje de Desgaste | | 27.1% |

| Tabla N° 1 - Carga de Esferas | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|
| Gradación | Número de Esferas | Masa de la Carga (g) |
| A | 12 | 5000 ± 25 |
| B | 11 | 4594 ± 25 |
| C | 8 | 3330 ± 20 |
| D | 5 | 2500 ± 15 |

Porcentaje de pérdida = $[(C - Y) / C] \times 100$
 Donde:
 C = es la masa original de la muestra en gramos
 Y = es la masa final de la muestra en gramos

| Tabla N° 2 - Gradación de las muestras de ensayo | | | | | | |
|--|----------------|----------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Tamiz mm (abertura cuadrada) | | | Masa de tamizo indicada, g | | | |
| Que Pasa | Retenido Sobre | | Gradación | | | |
| | | | A | B | C | D |
| 37.50 mm | 1 1/2 pulg | 25.00 mm | 1 pulg | 1250 ± 25 | | |
| 35.00 mm | 1 pulg | 19.00 mm | 3/4 pulg | 1250 ± 25 | | |
| 19.00 mm | 3/4 pulg | 12.50 mm | 1/2 pulg | 1250 ± 10 | 2500 ± 10 | |
| 12.50 mm | 1/2 pulg | 9.50 mm | 3/8 pulg | 1250 ± 10 | 2500 ± 10 | |
| 9.50 mm | 3/8 pulg | 6.30 mm | 1/4 pulg | | 2500 ± 10 | |
| 6.30 mm | 1/4 pulg | 4.75 mm | N° 4 | | 2500 ± 10 | |
| 4.75 mm | N° 4 | 2.36 mm | N° 8 | | | 5000 ± 10 |
| Total | | | | 5000 ± 10 | 5000 ± 10 | 5000 ± 10 |

Tipificación: Pas Gradación A, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos.

OBSERVACIONES: La muestra no excede el 50% de desgaste por Abrasión, por lo cual se puede emplear para fines de construcción.

Revisado: Ing. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Jairo R. S.



RUC: 2060166524 (Pag. 08)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00488-2018-ED-0



Reg. Comercio Exterior N° 286708, M. I. y B. de Lima
 Reg. Turismo N° 123 152 Chica, Huancayo
 Iper: 304240888 - 333333334
 Correo: comercial@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | IDENTIFICACION DE MUESTRA |
|------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|
| 04-03-22 | 16-03-22 | M-01 | Agregado F-01 |

SOLICITANTE:

BACH. BETZY SACHIT ATENCIO YACHAS

TESIS:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNÍN
 TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

ENSAYOS REALIZADOS:

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419

| Descripción | No | | Ensayos | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Variables | Unidad | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 | Muestra 04 |
| Recipiente (V) | — | — | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| (A) Peso seco de calibración | — | gts | 12.00 ± 0.1 | 10.00 ± 0.1 | 10.00 ± 0.1 | 10.00 ± 0.1 |
| (B) Peso bruto de calibración | [A + 100m ± 1m] | gts | 12.00 ± 0.1 | 10.00 ± 0.1 | 10.00 ± 0.1 | 10.00 ± 0.1 |
| (C) Peso seco de sedimentación | — | gts | 12.00 ± 0.1 | 10.00 ± 0.1 | 10.00 ± 0.1 | 10.00 ± 0.1 |
| (D) Peso bruto de sedimentación | [C + 200m ± 15g] | gts | 12.00 ± 0.1 | 10.00 ± 0.1 | 10.00 ± 0.1 | 10.00 ± 0.1 |
| (E) Altura Material fino | — | palq | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| (F) Altura arena | — | palq | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| (G) Equivalente de arena | $100 \times \frac{F}{F+A}$ | % | 99.1% | 99.0% | 99.0% | 99.1% |
| (H) Procentaje equivalente de arena | GA | (%) | 99.0% | | | |

REMANACIONES:

Revisado: Ing. Pety A.S.
 Revisado: Ing. Joby A.S.



RUC: 2007680224
 Pág. 03

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial de INDECOPI con Resolución N° 004589-2018-DFO



Legal Registered Office N° 200914, 104 and 105, 106, 107
 P.O. Box N° 122, 1001000, Cusco
 Telf: (054) 052 444881 / 444881004
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | IDENTIFICACION DE MUESTRA |
|------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|
| 04.03.27 | 10.03.27 | M-01 | Agrupado Fiv |

SOLICITANTE

BACH. BETZY SADHT ATENCIO YACHAS

TEMA

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLOGICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACION DEL PROYECTO

UBICACION LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO CHILCA
 PROVINCIA HUANCAYO
 DEPARTAMENTO JUNIN

ENSAYOS REALIZADOS

LIMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACION POR SUS SUCCS ASTM D2487-17* AASHTO (ASTM D2002-10)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD

Limites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Limite Liquido (Método Multipunto)

Clasificación de Arcillas segun sus propiedades de cohesión y plasticidad, segun el sistema de clasificación de suelos de la American Society of Civil Engineers (ASCE) y el sistema de clasificación de suelos de la International Society of Soil Mechanics (ISSM)

| Variable | Unidad | | S1 | S2 | S3 | S4 |
|--|-----------------|--------|-----|-----|-----|-----|
| | Var | Unidad | | | | |
| Numero de Golpes | N | Golpes | | | | |
| Recipiente N° | --- | --- | | | | |
| (A) Masa de Contenedor Vaco | M _c | (g) | | | | |
| (B) Masa de Contenedor 5 Surtos Húmedo | M _{5h} | (g) | | | | |
| (C) Masa de Contenedor 5 Surtos Seco | M _{5s} | (g) | | | | |
| (D) Masa de Surtos Secos (C-A) | M _s | (g) | | | | |
| (E) Masa of Water (B-C) | M _w | (g) | | | | |
| (F) Contenido de Humedad (100* S/D) | w | (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

Curva de Fluides

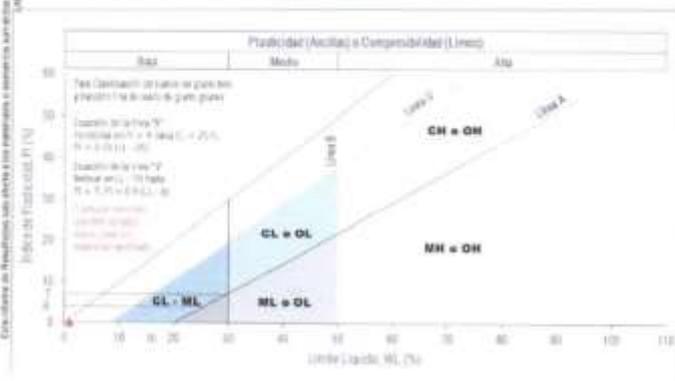


Limite Plastico (Método Manual)

| Variable | Unidad | | S1 | S2 | S3 | S4 |
|--|-----------------|--------|-----|-----|-----|-----|
| | Var | Unidad | | | | |
| Recipiente N° | --- | --- | | | | |
| (A) Masa de Contenedor Vaco | M _c | (g) | | | | |
| (B) Masa de Contenedor 5 Surtos Húmedo | M _{5h} | (g) | | | | |
| (C) Masa de Contenedor 5 Surtos Seco | M _{5s} | (g) | | | | |
| (D) Masa de Surtos Secos (C-A) | M _s | (g) | | | | |
| (E) Masa of Water (B-C) | M _w | (g) | | | | |
| (F) Contenido de Humedad (100* S/D) | w | (%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

Resultados Limites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

| Liquid Limit (LL ₂₅) | NP | Plastic Limit (PL ₂₅) | NP | Plasticity Index (PI) | NP |
|----------------------------------|----|-----------------------------------|----|-----------------------|----|
| | | | | | |



LEYENDA

- Suelo sin cohesión
- Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
- Lineas isogónicas de baja compresibilidad
- Arcillas inorgánicas de media plasticidad
- Lineas isogónicas de compresibilidad media y lineas orgánicas
- Arcillas orgánicas de alta plasticidad
- Lineas isogónicas de alta compresibilidad y arcillas orgánicas

Ecuación de la línea U' $U = 0.73 - 0.00026 \cdot LL$

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das, W. S. Seed, Ediciones CENGAGE

Realizado: Ing. Alvy S.R.
 Revisado: Ing. Jorhy R. D.



RUC: 2009140214
 Pág. 10



Avenida Industrial O'Higgins N° 2000 en el Sector El Estero
 P.O. Box N° 122 112 Talca, Chile
 Telf: 7820000 / 7820004
 Correo: info@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 04-25-22 | 11-24-22 | M-01 | 803. N° 1270002 |

SOLICITANTE: BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TÍTULO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 COTRITO: CHILE
 PROVINCIA: HUANGAYO
 DEPARTAMENTO: JAJANE

ENSAYOS REALIZADOS:
 - ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C636M-19
 - MÉTODO DE PRUEBA CETAÑGAN PARA DENSIDAD RELATIVA (CONVRSION ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO SEGÚN ASTM C127-19
 - MÉTODO DE PRUEBA CETAÑGAN PARA DENSIDAD RELATIVA (CONVRSION ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM C127-19

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestras por Laboratorio Profundidad: 0,00 m Área (Cm²): 0,713 (0,1 m x 0,1 m)
 Muestra: Agregado Grueso y Fino Lugar de Muestras: Centro del Distrito de Chile Coordenadas UTM: E 478850 N 886480
 Método de Muestreo: Muestreo desde el Anticamión o unidades de Transportación Según ASTM D75-00

Este informe de resultados solo aplica a los proyectos o servicios a los que se refieren y no debe ser utilizado para otros fines. Se prohíbe la reproducción total o parcial sin el consentimiento escrito de SILVER GEOTEC S.A.C.

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO SEGÚN ASTM C128-15 - MÉTODO GRAVIMÉTRICO

| DESCRIPCIÓN | VARIABLE | UNO | N° ESPICIMEN | |
|--|-------------------|-----------------|--------------|---------|
| | | | E 01 | E 02 |
| Masa del Proctorito | | g | 143,89 | 143,89 |
| Volumen del Proctorito | | cm ³ | 300 | 300 |
| Temperatura del Agua | | °C | 23,0 °C | 23,0 °C |
| Número de Bandeja | | N° | 9-10 | 9-11 |
| Masa de la Bandeja | | g | 469,90 | 469,90 |
| Masa de la Bandeja + Muestra seca al Horno | | g | 561,90 | 561,90 |
| Masa de la Muestra Secada al Horno | (A) | g | 492,00 | 492,00 |
| Masa del Proctorito con Agua hasta la marca de Calibración | (B) | g | 547,64 | 547,64 |
| Masa del Proctorito con Agua + Muestra SSD | (C) | g | 569,10 | 569,10 |
| Masa Saturada con Superficie Seca (SSD) | (S) | g | 557,90 | 557,90 |
| Densidad Relativa (Gravedad específica) (GD) | (A)/(B - B - C) | | 2,89 | 2,89 |
| Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD) | (S)/(B - B - C) | | 2,89 | 2,86 |
| Densidad Relativa aparente (Gravedad específica) | (A)/(B - A - C) | | 2,19 | 2,19 |
| % Absorción | (100) [(S - A)/A] | | 1,3 | 1,7 |

RESULTADO PROMEDIO DEL AGREGADO FINO

| | |
|--|------|
| Densidad Relativa (Gravedad específica) (GD) | 2,89 |
| Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD) | 2,86 |
| Densidad Relativa aparente (Gravedad específica) | 2,19 |
| % Absorción | 1,3 |

Método de Preparación de la Muestra: Según el Método Manual

Proctorito de 500 ml

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM C127-15

| DESCRIPCIÓN | VARIABLE | UNO | N° ESPICIMEN | |
|---|-------------------|-----|--------------|---------|
| | | | E 01 | E 02 |
| Temperatura del Agua | | °C | 23,0 °C | 23,0 °C |
| Número de Bandeja | | N° | 9-14 | 9-16 |
| Masa de la Bandeja | | g | 474,2 | 479,2 |
| Masa de la Bandeja + Masa de la Muestra Seca al Horno SSD | | g | 900,3 | 898,3 |
| Masa de la Muestra Seca al Horno SSD | (B) | g | 316,1 | 319,1 |
| Masa de la Canastilla Sumergida | | g | 420,3 | 426,4 |
| Masa de la Canastilla + Masa de la Muestra Sumergida | | g | 2411,3 | 2413,3 |
| Masa de la Muestra Sumergida | (C) | g | 1991,0 | 1986,9 |
| Masa de la Bandeja + Masa de la Muestra Seca al Horno | | g | 567,5 | 569,3 |
| Masa de la Muestra Secada al Horno | (A) | g | 313,0 | 319,3 |
| Densidad Relativa (Gravedad específica) (GD) | (A)/(B - C) | | 2,62 | 2,62 |
| Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD) | (B)/(B - C) | | 2,66 | 2,64 |
| Densidad Relativa aparente (Gravedad específica) | (A)/(A - C) | | 2,72 | 2,69 |
| % Absorción | (100) [(B - A)/A] | | 0,7 | 0,9 |

RESULTADO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO

| | |
|--|------|
| Densidad Relativa (Gravedad específica) (GD) | 2,62 |
| Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD) | 2,64 |
| Densidad Relativa aparente (Gravedad específica) | 2,66 |
| % Absorción | 0,9 |

Método de Preparación de la Muestra: Según el Método Manual

Muestra Seca al Horno Canastilla SSD

RECOMENDACIONES:

Realizado: Sr. Roy E.R.
 Revisado: Ing. Johnny A. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, GEOTECNIA Y MATERIAS PLÁSTICAS
 Ing. ORLANDO B. SUAREZ
 C.E.P. Nº 1000000

R.C. 2001188304 (Pág. 11)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Intelectual del INDECOPI con Resolución N° 004586 2018-0060



C. Angel Perdomo Gomez N° 26894, 101-01, Junín
 Pje. N°16, N° 101-02 Oroya, Huancayo
 Telf: 04344467, 011510384
 E-mail: angel@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 04-03-22 | 10-03-22 | M-01 | 80 N°127/2022 |

SOLICITANTE:

BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TEMA:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
 - MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD APARENTE (PRUEBA UNIFORME) Y VACÍOS EN EL AGREGADO SEGÚN ASTM C295M-17a

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

| | | | | | |
|--------------------|--|-------------------|---------------------------|----------------|----------------------|
| Modelado | Muestras por Laboratorio | Profundidad | 0.50 m | Altura (C00) | 0.75 m (3 x 3 x 3 m) |
| Muestra | Agregado Grueso y Fino | Lugar de Muestreo | Carbón en Centro de Chica | Coordenada UTM | E: 479005 N: 960490 |
| Método de Muestreo | Muestras desde el Armazén y unidades de Transportación | | Según ASTM D75-02 | | |

CALIBRACIÓN DEL MOLDE DE PRUEBA

| Descripción | Unid. | Datos |
|---------------------------|-------------------|----------|
| Temperatura del Agua | °C | 20.1 °C |
| Densidad del Agua | Kg/m ³ | 997.94 |
| Proc del Agua en el Molde | Kg | 2.631 |
| Volumen del Molde | m ³ | 0.002638 |



DENSIDAD APARENTE DEL AGREGADO FINO

| Descripción | Unid. | Agregado Fino Suelta | | | Agregado Fino Compactado | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| | | Espécimen | Espécimen | Espécimen | Espécimen | Espécimen | Espécimen |
| Masa del Molde | g | 1634 | 1634 | 1634 | 1634 | 1634 | 1634 |
| Volumen del Molde | m ³ | 0.002638 | 0.002638 | 0.002638 | 0.002638 | 0.002638 | 0.002638 |
| Masa del Molde + Muestra | g | 5725 | 5761 | 5749 | 6236 | 6312 | 6156 |
| Masa de la Muestra | g | 4122 | 4147 | 4115 | 4602 | 4678 | 4524 |
| Densidad Apparente | Kg/m ³ | 1445 | 1461 | 1449 | 1622 | 1649 | 1594 |
| Densidad Apparente Promedio | Kg/m ³ | | 1452 | | | 1622 | |

Densidad Relat. (Gravedad específica) G_s: 2.70
 Método utilizado en la Caracterización de la Muestra: NORMAS EMPLEADAS:
 % de Vacíos - muestra Suelta: 44.6%
 % de Vacíos - muestra Compactada: 36.1%

DENSIDAD APARENTE DEL AGREGADO GRUESO

| Descripción | Unid. | Agregado Grueso Suelta | | | Agregado Grueso Compactado | | |
|-----------------------------|-------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------------|-----------|-----------|
| | | Espécimen | Espécimen | Espécimen | Espécimen | Espécimen | Espécimen |
| Masa del Molde | g | 1634 | 1634 | 1634 | 1634 | 1634 | 1634 |
| Volumen del Molde | m ³ | 0.002638 | 0.002638 | 0.002638 | 0.002638 | 0.002638 | 0.002638 |
| Masa del Molde + Muestra | g | 5529 | 5512 | 5717 | 6000 | 5965 | 6156 |
| Masa de la Muestra | g | 4325 | 3884 | 4077 | 4426 | 4331 | 4524 |
| Densidad Apparente | Kg/m ³ | 1411 | 1389 | 1437 | 1560 | 1533 | 1594 |
| Densidad Apparente Promedio | Kg/m ³ | | 1400 | | | 1560 | |

Densidad Relat. (Gravedad específica) G_s: 2.70
 Método utilizado en la Caracterización de la Muestra: NORMAS EMPLEADAS:
 % de Vacíos - muestra Suelta: 48.6%
 % de Vacíos - muestra Compactada: 42.9%

Este informe es propiedad exclusiva de Silver Geotec S.A.C. y no debe ser utilizado para fines ajenos a los autorizados por escrito por Silver Geotec S.A.C.

CONCLUSIONES: Se determinó el volumen en frecuencia que no exceda los doce meses, y cuando haya razones para cuestionar la precisión de la capacidad volumétrica del molde.

Revisado: Ing. Roy D.F.
 Revisado: Ing. Johnny B. D.



SILVER GEOTEC S.A.C.
 LABORATORIO DE ENSAYOS Y CONSULTORÍA
 Calle 10 de Mayo, 1000
 Junín, Perú
 Telf: 04344467, 011510384
 E-mail: angel@silvergeotec.com

RUC: 2001969204
 (Pag. 12)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2016-DO



V. Ángel Hernández Quiroz N° 28976, 04-05, Edif. Lince
 PAA Tulum N° 02 150 CHILCA, Huancayo
 Telf: 04324588 / 043251384
 Correo: geotecnias@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NUMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 04-05-22 | 16-05-22 | M-01 | SG-14270022 |

SOLICITANTE:

TESIS:

SACH. BETZY SACHIT ATENCIO YACHAS

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

ENSAYOS REALIZADOS:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

- VERIFICACIÓN DE LA AGRIGACIÓN POR EL MÉTODO ASTM C136M-19
 - PRUEBA ESTANCIAR PARA MATERIALES MÁS FINOS QUE 75 MM (NO. 200) TAMIZ EN AGREGADOS MINERALES POR LAVADO SEGUN ASTM D117-17

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

| | | | | | |
|--------------------|--|-------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| Muestreos | Muestreos por Laboratorio | Profundidad | 0.00 m | Altitud (Cota) | 2,213.00 m s.n.m. |
| Muestra | Agregado Grueso y Fino | Lugar de Muestreo | Carbena del Centro de Obras | Coordenadas UTM | E: 478895 N: 606480 |
| Método de Muestreo | Muestreo desde el Almacén y unidades de Transportación | | Segun ASTM D15-03 | | |

DATOS Y RESULTADOS DEL AGREGADO FINO

| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNO | M-01 | M-02 | M-03 |
|------|--------------------------------------|-----|--------|--------|--------|
| 01 | N° Bandeja | N° | N° 10 | N° 11 | N° 12 |
| 02 | Peso Bandeja | g | 165.0 | 166.0 | 160.0 |
| 03 | Peso muestra Seca Inicial + Bandeja | g | 1200.0 | 1201.0 | 1125.0 |
| 04 | Peso muestra Seca Final + Bandeja | g | 1210.0 | 1200.0 | 1110.0 |
| 05 | Peso muestra Seca Inicial sin Lavado | g | 1044.7 | 1165.0 | 945.0 |
| 06 | Peso muestra Seca Final Lavado | g | 1024.7 | 1142.0 | 930.0 |
| 07 | Material Fino que Pasa | g | 20.0 | 21.0 | 15.0 |
| 08 | Cantidad de Material Fino Contenido | % | 1.9% | 1.9% | 1.6% |
| 09 | Cantidad de Material Fino Prohibido | % | | 1.8% | |

DATOS Y RESULTADOS DEL AGREGADO GRUESO

| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNO | M-01 | M-02 | M-03 |
|------|--------------------------------------|-----|--------|--------|--------|
| 01 | N° Bandeja | N° | N° 05 | N° 06 | N° 07 |
| 02 | Peso Bandeja | g | 200.0 | 201.0 | 180.0 |
| 03 | Peso muestra Seca Inicial + Bandeja | g | 2000.0 | 2000.0 | 2000.0 |
| 04 | Peso muestra Seca Final + Bandeja | g | 2000.0 | 2000.0 | 2000.0 |
| 05 | Peso muestra Seca Inicial sin Lavado | g | 2000.0 | 2000.0 | 2000.0 |
| 06 | Peso muestra Seca Final Lavado | g | 2000.0 | 2000.0 | 2000.0 |
| 07 | Material Fino que Pasa | g | 29.5 | 24.5 | 28.0 |
| 08 | Cantidad de Material Fino Contenido | % | 1.4% | 1.2% | 1.4% |
| 09 | Cantidad de Material Fino Prohibido | % | | 1.2% | |

Este informe de laboratorio solo aplica a las muestras suministradas y no garantiza la calidad de los materiales suministrados por el cliente.

OBSERVACIONES: Las muestras de ensayo el 2% del porcentaje de fines.

Realizado: Ing. Roy S.F.
 Revisado: Ing. Johy P. D.



Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Prestador Institucional del INDECOPI con Resolución N° 00488-2018-060

RUC: 202188324
 [Pág. 04]



Av. Royal Fernández Ochoa N° 2058 Int. 101 Lote 204
 P.O. Box N° 122 101 Oficina Huancayo
 3047 HUANCAYO - PERÚ
 Teléfono: 0532202000

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 24-03-22 | 10-03-22 | M-01 | SG- N° 1170303 |

SOLICITANTE:

TÍTULO:

BACH. BETZY SADHT ATENCIO YACHAS

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍDIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

ENSAYOS REALIZADOS:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

+ ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C636/C636M-18
 + PRUEBA ESTÁNDAR PARA PARTICULAS PLANAS, PARTICULAS ALARGADAS O PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM D4791-19

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

| | | | | | |
|--------------------|---|-------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------|
| Muestra | Muestras por laboratorio | Profundidad | 0.30 m | Altura (Total) | 3.710.00 m (3.00 m) |
| Muestra | Agregado Grueso | Lugar de Muestreo | Cantón del Distrito de Chilca | Coordenadas UTM | E 479885.71 988432 |
| Método de Muestreo | Muestreo desde el almacenamiento a unidades de Transportación | | Según ASTM C75.03 | | |

Este informe de resultados solo sirve como referencia y no debe utilizarse como evidencia en ningún caso. El cliente es responsable de la veracidad de los datos suministrados por el solicitante.

| PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS SEGÚN ASTM D4791-19 - AGREGADO GRUESO E -01 | | | | | | |
|--|---------------|---------------|------------|---------------------------------------|----------------------|---------------|
| Tamano ASTM E11 | Abertura (mm) | Peso Retenido | % Retenido | Peso de Partículas Chatas y Alargadas | % Chatas y Alargadas | Individual |
| Relación Dimensional | 1/2 | [A] | [B] | [C] | (B) - (C)/[A] | (E) - (D)/[A] |
| 1" | 25.00mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0 g | | |
| 3/4" | 19.00mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0 g | | |
| 1/2" | 12.50mm | 125.00 g | 4.7% | 16.8 g | 14.0% | 0.61% |
| 3/8" | 9.50mm | 1450.00 g | 51.4% | 158.2 g | 10.0% | 5.40% |
| N° 4 | 4.75mm | 1300.00 g | 44.9% | 40.0 g | 3.1% | 1.36% |
| Porcentaje Total de Partículas Chatas y Alargadas | | | | | | 17.36% |

| PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS SEGÚN ASTM D4791-19 - AGREGADO GRUESO E -02 | | | | | | |
|--|---------------|---------------|------------|---------------------------------------|----------------------|---------------|
| Tamano ASTM E11 | Abertura (mm) | Peso Retenido | % Retenido | Peso de Partículas Chatas y Alargadas | % Chatas y Alargadas | Individual |
| Relación Dimensional | 1/2 | [A] | [B] | [C] | (B) - (C)/[A] | (E) - (D)/[A] |
| 1" | 25.00mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0 g | | |
| 3/4" | 19.00mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0 g | | |
| 1/2" | 12.50mm | 125.00 g | 4.4% | 16.8 g | 13.4% | 0.61% |
| 3/8" | 9.50mm | 1430.00 g | 51.9% | 158.2 g | 12.2% | 5.27% |
| N° 4 | 4.75mm | 1180.00 g | 43.7% | 40.0 g | 3.3% | 1.44% |
| Porcentaje Total de Partículas Chatas y Alargadas | | | | | | 1.86% |

| PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS SEGÚN ASTM D4791-19 - AGREGADO GRUESO E -03 | | | | | | |
|--|---------------|---------------|------------|---------------------------------------|----------------------|---------------|
| Tamano ASTM E11 | Abertura (mm) | Peso Retenido | % Retenido | Peso de Partículas Chatas y Alargadas | % Chatas y Alargadas | Individual |
| Relación Dimensional | 5 a 1 | [A] | [B] | [C] | (B) - (C)/[A] | (E) - (D)/[A] |
| 1" | 25.00mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0 g | | |
| 3/4" | 19.00mm | 0.00 g | 0.0% | 0.0 g | | |
| 1/2" | 12.50mm | 105.00 g | 3.0% | 16.8 g | 15.9% | 0.61% |
| 3/8" | 9.50mm | 1450.00 g | 51.2% | 158.2 g | 10.6% | 5.40% |
| N° 4 | 4.75mm | 1290.00 g | 44.0% | 40.0 g | 3.1% | 1.40% |
| Porcentaje Total de Partículas Chatas y Alargadas | | | | | | 1.63% |

OBSERVACIONES:

Resultados: Sr. Roy S.R.
 Revisión: Sr. Jerry R. D.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Huancayo, Perú
 Calle Comercio N° 2058 Int. 101 Lote 204
 Huancayo - Perú
 Teléfono: 0532202000

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 014586-2016-080

RUC: 2080188204
 (Pág. 02)



Ingeniería y Construcción S.A.C.
 Calle Comercio N° 102, Urb. La Primavera, Lima 18, Perú
 Tel: (51) 1 444 4444 / 444 4444
 www.silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA RECIBO EN LA EMPRESA | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------|
| 04-03-22 | 16-03-22 | M-01 | SG- N°1276202 |

SOLICITANTE:

BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TÍTULO:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: AJLÚN

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
 - PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS EN AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM D5821-13 (2017)

FORMA DE MUESTREO Y ACTIVIDAD:

Modelos: Muestras por Laboratorio **Profundidad:** 0.00 m **Afido (Cota):** 3,213.00 m s.n.m.
Muestra: Agregado Grueso **Lugar de Muestreo:** Carretera del Distrito de Chilca **Coordenadas UTM:** E: 478865.14 8984237
Método de Muestreo: Muestras desde el Remolcador o unidades de Transporte **Según:** ASTM D155-03

Este informe de resultados solo cubre a los materiales y métodos de ensayo que fueron especificados en el contrato de servicios de laboratorio de ensayos de suelos y rocas.

| PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM D5821-13 (2017) - Especimen 01 | | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|---------------------|---------------|-------------------|---------------------------|---------------|
| Tamano del Agregado | | Peso Retenido [A] | 1 Cara Fracturada | | Peso Retenido [A] | 2 o más Caras Fracturadas | |
| Pasa Tamiz | Retenido en Tamiz | | Masa Fracturada [F] | [F]/[P] * 100 | | Masa Fracturada [F] | [F]/[P] * 100 |
| (1) - 1 | (1) - 1 | | | | | | |
| (1) - 1 | (3/4) - 1 | | | | | | |
| (3/4) - 1 | (1/2) - 1 | 0g | 0g | 0.0% | 0g | 0g | 0.0% |
| (1/2) - 1 | (3/8) - 1 | 2345g | 1805g | 62.1% | 2345g | 1408g | 62.9% |
| TOTAL | | 2345g | | 62.1% | 2345g | | 62.9% |

| PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM D5821-13 (2017) - Especimen 02 | | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|---------------------|---------------|-------------------|---------------------------|---------------|
| Tamano del Agregado | | Peso Retenido [A] | 1 Cara Fracturada | | Peso Retenido [A] | 2 o más Caras Fracturadas | |
| Pasa Tamiz | Retenido en Tamiz | | Masa Fracturada [F] | [F]/[P] * 100 | | Masa Fracturada [F] | [F]/[P] * 100 |
| (1) - 1 | (1) - 1 | | | | | | |
| (1) - 1 | (3/4) - 1 | | | | | | |
| (3/4) - 1 | (1/2) - 1 | 0g | 0g | 0.0% | 0g | 0g | 0.0% |
| (1/2) - 1 | (3/8) - 1 | 2345g | 1725g | 76.9% | 2345g | 1543g | 68.7% |
| TOTAL | | 2345g | | 76.9% | 2345g | | 68.7% |

| PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM D5821-13 (2017) - Especimen 03 | | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|---------------------|---------------|-------------------|---------------------------|---------------|
| Tamano del Agregado | | Peso Retenido [A] | 1 Cara Fracturada | | Peso Retenido [A] | 2 o más Caras Fracturadas | |
| Pasa Tamiz | Retenido en Tamiz | | Masa Fracturada [F] | [F]/[P] * 100 | | Masa Fracturada [F] | [F]/[P] * 100 |
| (1) - 1 | (1) - 1 | | | | | | |
| (1) - 1 | (3/4) - 1 | | | | | | |
| (3/4) - 1 | (1/2) - 1 | 0g | 0g | 0.0% | 0g | 0g | 0.0% |
| (1/2) - 1 | (3/8) - 1 | 2345g | 1825g | 77.9% | 2345g | 1625g | 69.3% |
| TOTAL | | 2345g | | 77.9% | 2345g | | 69.3% |

OBSERVACIONES:

Revisado: Sr. Alex J.P.
 Revisado: Sr. Johny A.C.



Ing. CRISTÓBAL A. VILLALBA
 INGENIERO CIVIL

Nº: 2962188304
 (Pág. 00)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrita en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 064650-2018/CI&O



R. Angel Fernández Chuca N° 2288 (M. 104) Urb. 29th, Lima
 P.O. Box N° 123 (D. 01064) Huancayo
 Telef. 36404888 / 35522534
 Correo: silvergeotec@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRAS O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------|
| 04-03-22 | 10-03-22 | M-01 | SG N°127/2022 |

SOLICITANTE:

BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TÍTULO:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS Y CÁLCULOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
 - ACI FRC-237-07: PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO AUTOCONSOLIDABLE (REAPROBADO EN 2019).

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Agregados en Uso : Agregado Grueso y Agregado Fino Profundidad : 0.00 m Altitud (Cota) : 3,213.00 m s.n.m.
 Cemento en Uso : Andino Tipo I Carretera en Estudio : Carretera del Distrito de Chilca Coordenadas UTM : E 479665 N 886430
 Aditivos en Uso : Aditivo Superplastificante Chema Super Plast

Este informe de resultados solo ofrece un análisis y no cubre retroalimentación o asesoramiento sobre el uso de los materiales en la estructura por ensayar en LABORATORIO

| DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE USANDO EL MÉTODO ACI 237R | | | |
|--|--------------------------|---|------------------------|
| CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO | | | |
| Resistencia a la Compresión especificada del Concreto | $f'c =$ | 280 Kg/cm^2 | |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES | | | |
| Agregado Fino | | Agregado Grueso | |
| Peso Específico (SSD) | 2.67 | Tamaño Máximo Nominal | 1/2" |
| Abstracción | 1.6 % | Peso Saco Compactado | 1562 Kg/m^3 |
| Contenido de Humedad | 2.10 % | Peso Específico (SSD) | 2.76 |
| Módulo de Finura | 2.93 | Abstracción | 0.8 % |
| | | Contenido de Humedad | 0.3 % |
| Cemento | | Aditivo | |
| Tipo de Cemento a Usar | Andino Tipo I | Tipo de Aditivo | A Reductor de Agua |
| Peso Específico | 3.15 | Marca del Aditivo | Chema Super Plast |
| Agua | | Densidad | 1.2 Kg/L |
| Potable | | Definición | 0.4%-2.0% Peso Cemento |
| DISEÑO DE MEZCLA | | | |
| Determinamos los requisitos de rendimiento del flujo de asentamiento. | | Nivel de Reforzamiento de la Estructura | Módulo |
| | | Selección del Flujo | 550 - 650 mm |
| Selección del agregado grueso y proporción Según ACI 237R | Calculado (Cumple) | Peso del Ag. Calculado | 862.3 Kg/m^3 |
| | | Volumen del Ag. Calculado | 31.2 % |
| El volumen de Ag debe de estar dentro del 28% al 32% del volumen Absoluto | Corrección (No Necesita) | Peso del Ag. Corregido | 862.3 Kg/m^3 |
| | | Volumen del Ag. Corregido | 31.2 % |
| Cálculo de la Cantidad de Cemento - Rango: 380 Kg/m^3 - 475 Kg/m^3 Relación A/C debe estar entre: 0.32 - 0.45 | | Estimamos Cantidad de Cemento | 460 Kg/m^3 |
| Cálculo de la cantidad de Agua a usar | | Estimamos Relación A/C | 0.39 |
| Contenido de Aire a Considerar | | Cantidad de Agua | 179 L/m^3 |
| Cantidad de Aditivo | | Concreto Sin Aire Incorporado | 2.5 % |
| | | Definición por peso de Cemento | 1.20 % |
| Cálculo del Volumen de la Pasta de Cemento | | Cantidad de Aditivo | 5.5 L/m^3 |
| Rango Establecido para la Pasta de Cemento: 34% - 40% | | Cemento | 14.6 % |
| Condición (Cumple) | | Agua | 17.9 % |
| | | Aire | 2.5 % |
| | | Aditivo | 0.5 % |
| | | Volumen de Pasta (Cumple) | 35.5 % |
| | | Volumen Acumulado (Pasta + Ag) | 66.7 % |
| Estimación del Contenido de Agregado Fino | | Volumen Absoluto del Agregado Fino | 33.3 % |
| Volumen de Mortero: Rango Establecido 68% - 72% Condición (Cumple) | | Peso Seco del Agregado Fino | 888.9 Kg/m^3 |
| | | Volumen de Mortero (Cumple) | 68.8 % |
| Cantidad de Materiales a ser empleados como Valores de Diseño por m^3 | | Cemento | 460 Kg/m^3 |
| | | Agua | 179 L/m^3 |
| | | Agregado Fino Seco | 888.9 Kg/m^3 |
| | | Agregado Grueso Seco | 862 Kg/m^3 |
| | | Aditivo | 5.5 L/m^3 |
| Cantidad de Materiales en Peso que se emplea en una Tarea de una Bolsa de Cemento | | Cemento | 42.5 $Kg/bolsa$ |
| | | Aditivo | 0.5 $L/bolsa$ |
| | | Agua | 16.6 $L/bolsa$ |
| | | Agregado Fino Saco | 82.1 $Kg/bolsa$ |
| | | Agregado Grueso Seco | 79.7 $Kg/bolsa$ |

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Juby R.O.



Ing. Civil Jedy R. Revilla Qui GUTIERA
 C.I.P. N° 204332

RUC: 2060168524
 (Pág. 13)



H. Angel Fernández Corzo N° 2880 tel. 324 urbs. Siles. Lima
 Pje. Hufoja N° 122-432009, Huancayo
 Tel. 8428668 / 8428654
 Correo: ventas@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. REGISTRO O ACTIVIDAD | NUMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------|
| 04-03-22 | 10-03-22 | M-01 | 89. N°127/2022 |

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: ENSAYOS Y CÁLCULOS REALIZADOS:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
 - ACI PRC-237-07: PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO AUTOCONSOLIDABLE (REAPROBADO EN 2018)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Agregados en Uso : Agregado Grueso y Agregado Fino Profundidad : 0.00 m Altitud (Cota) : 3.213.00 m.s.n.m.
 Cemento en Uso : Andino Tipo I Cartera en Estudio : Cartera del Distrito de Chilca Coordenadas UTM : E.478665 N.806430
 Aditivos en Uso : Aditivo Superplastificante Chema Súper Plast

Este informe de resultados solo aplica a los volúmenes o cantidades autorizadas a ensayar y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

| | | |
|---|---|---|
| Proporción de los materiales sin ser corregidos por humedad del Agregado | Cemento Activo Agua Agregado Fino Seco Agregado Grueso Seco | 10.8 Balsa 0.51 Libras 16.58 Libras 1.93 1.87 |
| Corrección por Humedad de los Agregados | | |
| Contenido de Humedad de los Agregados | Agregado Fino Agregado Grueso | 2.1 % 0.3 % |
| Peso húmedo de los Agregados | Agregado Fino Agregado Grueso | 907.6 Kg/m ³ 864.7 Kg/m ³ |
| Humedad Superficial de los Agregados | Agregado Fino Agregado Grueso | 0.5 % -0.6 % |
| Aporte de Humedad de los Agregados | Agregado Fino Agregado Grueso Aporte Total | 4.1 l/m ³ -4.8 l/m ³ -0.6 l/m ³ |
| Agua Electiva | Agua Electiva | 180.0 l/m ³ |
| Relación Agua / Cemento de Diseño | | 0.39 |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m ³ | Cemento Agua Electiva Agregado Fino Húmedo Agregado Grueso Húmedo Aditivo | 450 Kg/m ³ 180.0 l/m ³ 907.6 Kg/m ³ 864.7 Kg/m ³ 5.5 l/m ³ |
| Relación Agua / Cemento Electiva | | 0.39 |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de una balsa de Cemento | Cemento Agua Electiva Agregado Fino Húmedo Agregado Grueso Húmedo Aditivo | 42.5 Kg/balsa 16.6 Libras 83.9 Kg/balsa 79.9 Kg/balsa 0.51 Libras |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad del Agregado | Cemento Agua Electiva Agregado Fino Húmedo Agregado Grueso Húmedo Aditivo | 1 16.6 Libras 1.97 1.88 0.5 Libras |
| Proporción por Balsa de Cemento | | 1 / 16.6 lb / 1.97 / 1.88 / 0.51 lb |

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Ray S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA
 RUC: 20601885524

RUC: 20601885524
 [Pág. 14]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con el número 101-2018-0180



Av. Angel Fernández Quiroz N° 2889 m. 209 Urb. El Sol, Lima
 P.O. Box N° 127-152 Chila, Huancayo
 Telef: 36424000 / 55333534
 Correo: info@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA RECIBO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NUMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 04-03-22 | 10-03-22 | M-01 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: ENBAYOS Y CÁLCULOS REALIZADOS:

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S A C
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNIN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Agregados en Uso : Agregado Grueso y Agregado Fino Profundidad : 0.00 m. Altitud (Cota) : 3.213.00 m.a.s.n.m
 Cemento en Uso : Andino Tipo I Cantera en Estado : Cantera del Distrito de Chila Coordenadas UTM : E 479895 N 866430
 Aditivos en Uso : Aditivo Superplastificante Cheme Super Plast

| | | | |
|---|---------------------------------------|------------------------------|-------------------|
| Proporción de los materiales a ser corregidos por humedad del Agregado | Cemento | 10.8 | Bolsa |
| | Aditivo | 0.51 | Litros |
| | Agua | 16.68 | Litros |
| | Agregado Fino Seco | 1.80 | |
| | Agregado Grueso Seco | 1.87 | |
| Corrección por Humedad de los Agregados | | | |
| Contenido de Humedad de los Agregados | Agregado Fino | 2.1 | % |
| | Agregado Grueso | 0.3 | % |
| Peso Húmedo de los Agregados | Agregado Fino | 907.6 | Kg/m ³ |
| | Agregado Grueso | 864.7 | Kg/m ³ |
| Humedad Superficial de los Agregados | Agregado Fino | 0.5 | % |
| | Agregado Grueso | -0.6 | % |
| Aporte de Humedad de los Agregados | Agregado Fino | 4.1 | Litros |
| | Agregado Grueso | -4.8 | Litros |
| | Aporte Total | -0.6 | Litros |
| Agua Electiva | Agua Electiva | 180.0 | Litros |
| Relación Agua / Cemento de Diseño | | 0.39 | |
| PROPORCIÓN PARA UNA SUSTITUCIÓN DEL 5% DE AGREGADO GRUESO POR PVC TRITURADO | | | |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m ³ | Cemento | 460 | Kg/m ³ |
| | Agua Electiva | 180.0 | Litros |
| | Agregado Fino Húmedo | 907.6 | Kg/m ³ |
| | Agregado Grueso Húmedo (Diseño) | 864.7 | Kg/m ³ |
| | PVC Triturado a Ingresar | 43.2 | Kg/m ³ |
| | Agregado Grueso Húmedo a Usar | 821.4 | Kg/m ³ |
| Aditivo | 5.5 | Litros | |
| Relación Agua / Cemento Electiva | | 0.39 | |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de una bolsa de Cemento | Cemento | 42.5 | Kg/bolsa |
| | Agua Electiva | 16.6 | Litros |
| | Agregado Fino Húmedo | 83.9 | Kg/bolsa |
| | Agregado Grueso Húmedo | 75.9 | Kg/bolsa |
| | PVC Triturado | 4.0 | Kg/bolsa |
| | Aditivo | 0.51 | Litros |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad del Agregado | Cemento | 1 | |
| | Agua Electiva | 16.6 | Litros |
| | Agregado Fino Húmedo | 1.97 | |
| | Agregado Grueso Húmedo | 1.79 | |
| | PVC Triturado | 0.09 | |
| | Aditivo | 0.5 | Litros |
| | Proporción por Bolsa de Cemento: | C / AGUA / AF / AG / ADITIVO | |
| | 1 / 16.6 Lit / 1.97 / 1.79 / 0.51 Lit | | |
| | PVC / 0.09 | | |

Este informe de resultados solo afecta a los materiales o elementos suministrados a ensayo y no cubre el proceso de fabricación del producto.

OBSERVACIONES:

Realizado por: Ing. Wily S.R.
 Revisado por: Ing. Johnny P.G.



Ing. **JOHNY R. PATRURO OLIVERA**
 RUC: 20601465524
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00498-2018-08D



Av. Angel Hernandez Quiroz N° 2309 14, 124 Urb. El Sol
 P.O. Box N° 111-1215102, Huancayo
 Telf: 94549481 / 945102184
 Correo: ventas@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA RECIBO ENLACE | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 04-03-22 | 10-03-22 | M-01 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:

BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TEMA:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS Y CÁLCULOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
 - ACI PRC-237-07: PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO AUTOCONSOLIDABLE (REAPROBADO EN 2019).

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Agregados en Uso : Agregado Grueso y Agregado Fino Profundidad : 0.00 m. Altitud (Cota) : 3,213.00 m s.n.m.
 Cemento en Uso : Andino Tipo I Cartera en Estudio : Cartera del Distrito de Chilca Coordenadas UTM : E 478605 N 886430
 Aditivo en Uso : Aditivo Superplastificante Chem Super Plast

Este informe de resultados solo aplica a los materiales o materiales suministrados e imagen y no cubre variaciones de los parámetros del laboratorio.

| | | | |
|---|-------------------------------------|--------------|------------------------|
| Proporción de los materiales sin ser corregidos por humedad del Agregado | Cemento | 10.8 | Bolsa |
| | Aditivo | 0.51 | Litros |
| | Agua | 16.58 | Litros |
| | Agregado Fino Seco | 1.93 | |
| | Agregado Grueso Seco | 1.87 | |
| Corrección por Humedad de los Agregados | | | |
| Contenido de Humedad de los Agregados | Agregado Fino | 2.1 | % |
| | Agregado Grueso | 0.3 | % |
| Peso húmedo de los Agregados | Agregado Fino | 907.6 | kg/m ³ |
| | Agregado Grueso | 884.7 | kg/m ³ |
| Humedad Superficial de los Agregados | Agregado Fino | 0.5 | % |
| | Agregado Grueso | -0.6 | % |
| Aporte de Humedad de los Agregados | Agregado Fino | 4.1 | L/m ³ |
| | Agregado Grueso | -4.8 | L/m ³ |
| | Aporte Total | -0.6 | L/m ³ |
| Agua Electiva | Agua Electiva | 180.0 | L/m³ |
| Relación Agua / Cemento de Diseño | | 0.39 | |
| PROPORCIÓN PARA UNA SUSTITUCIÓN DEL 20% DE AGREGADO GRUESO POR PVC TRITURADO | | | |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las matas de prueba por m ³ . | Cemento | 450 | kg/m ³ |
| | Agua Electiva | 180.0 | L/m ³ |
| | Agregado Fino Húmedo | 907.6 | kg/m ³ |
| | Agregado Grueso Húmedo (Diseño) | 864.7 | kg/m ³ |
| | PVC Triturado a Ingresar | 172.9 | kg/m ³ |
| | Agregado Grueso Húmedo a Usar | 691.7 | kg/m ³ |
| Relación Agua / Cemento Electiva | | 0.39 | |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de una bolsa de Cemento. | Cemento | 42.5 | kg/bolsa |
| | Agua Electiva | 16.6 | Litros |
| | Agregado Fino Húmedo | 63.9 | kg/bolsa |
| | Agregado Grueso Húmedo | 63.9 | kg/bolsa |
| | PVC Triturado | 15.0 | kg/bolsa |
| | Aditivo | 0.51 | Litros |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad del Agregado | Cemento | 1 | |
| | Agua Electiva | 15.6 | Litros |
| | Agregado Fino Húmedo | 1.97 | |
| | Agregado Grueso Húmedo | 1.50 | |
| | PVC Triturado | 0.38 | |
| | Aditivo | 0.5 | Litros |
| Proporción por Bolsa de Cemento: | C / AGUA / M / AG / ADITIVO | | |
| | 1 / 16.6 Lt / 1.97 / 1.50 / 0.51 Lt | | |
| | PVC / | 0.38 | |

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Ray S.R.
 Revisado: Ing. Joby R.O.



Ing. Ché Sabé E. RAÚL OLIVERA
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 0088-2018/DSD

RUC: 20601681524



V. Angel Hernández Camino N° 2869 no. 104 Urb. Elv. Lima
 Pta. Ancha N° 120-132 Chilca, Huancayo
 Telef. 944444444 / 944444444
 Correo: silvergeotec@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | SIGL. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE REPORTE |
|------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------|
| 04-05-22 | 10-03-22 | M-01 | SG. N°127/0022 |

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Agregados en Uso: Agregado Grueso y Agregado Fino Profundidad: 0.00 m. Altitud (Cota): 3.213.00 m.s.n.m.
 Cemento en Uso: Andino Tipo I Carretera en Estudio: Carretera del Distrito de Chilca Coordenadas UTM: E.47865 N.866430
 Aditivos en Uso: Aditivo Superplastificante Chema Súper Plast

| | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-------------------|
| Preparación de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado | Cemento | 10.8 | Bolsa |
| | Aditivo | 0.51 | Libreta |
| | Agua | 16.58 | Libreta |
| | Agregado Fino Seco | 1.93 | |
| | Agregado Grueso Seco | 1.87 | |
| Corrección por Humedad de los Agregados | | | |
| Contenido de Humedad de los Agregados | Agregado Fino | 2.1 | % |
| | Agregado Grueso | 0.3 | % |
| Peso Húmedo de los Agregados | Agregado Fino | 907.6 | Kg/m ³ |
| | Agregado Grueso | 864.7 | Kg/m ³ |
| Humedad Superficial de los Agregados | Agregado Fino | 0.5 | % |
| | Agregado Grueso | -0.8 | % |
| Aporte de Humedad de los Agregados | Agregado Fino | 4.1 | L/m ³ |
| | Agregado Grueso | -4.8 | L/m ³ |
| | Aporte Total | -0.6 | L/m ³ |
| Agua Efectiva | Agua Efectiva | 160.0 | L/m ³ |
| Relación Agua / Cemento de Diseño | | 0.39 | |
| PROPORCIÓN PARA UNA SUSTITUCIÓN DEL 40% DE AGREGADO GRUESO POR PVC TRITURADO | | | |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser ensayados en las mezclas de prumos por m ³ . | Cemento | 480 | Kg/m ³ |
| | Agua Efectiva | 180.0 | L/m ³ |
| | Agregado Fino Húmedo | 907.6 | Kg/m ³ |
| | Agregado Grueso Húmedo (Diseño) | 864.7 | Kg/m ³ |
| | PVC Triturado a Ingresar | 345.9 | Kg/m ³ |
| | Agregado fino seco Húmedo a Usar | 518.8 | Kg/m ³ |
| Relación Agua / Cemento Efectiva | Aditivo | 5.5 | L/m ³ |
| | | 0.39 | |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de una tanda de una tanda de Cemento. | Cemento | 42.5 | Kg/bolsa |
| | Agua Efectiva | 16.6 | Libreta |
| | Agregado Fino Húmedo | 83.9 | Kg/bolsa |
| | Agregado Grueso Húmedo | 47.9 | Kg/bolsa |
| | PVC Triturado | 32.0 | Kg/bolsa |
| | Aditivo | 0.51 | Libreta |
| Preparación en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado | Cemento | 1 | |
| | Agua Efectiva | 16.6 | Libreta |
| | Agregado Fino Húmedo | 1.97 | |
| | Agregado Grueso Húmedo | 1.13 | |
| | PVC Triturado | 0.75 | |
| | Aditivo | 0.5 | Libreta |
| Preparación por Bolsa de Cemento: | C / AGUA / M / AG / ADITIVO | | |
| | 1 / 16.6 LI / 1.97 / 1.13 / 0.51 LI | | |
| | PVC / 0.75 | | |

Este informe de resultados está afecto a los materiales y cementos suministrados a menos y/o cambios reproducidos bajo su consentimiento en el momento de la aprobación por escrito del LABORATORIO (S.A.C.).

OBSERVACIONES:

Realizado: Tlc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Joby R. O.



Ing. Chiriberto R. OLIVERA
 C.A.P. N° 00458-2019-DSD

RUC: 2060163524

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00458-2019-DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 1683 Int. 104 Urb. Elia, Lima
 P.O. Box N° 221-152 Chilca, Huancayo
 Telef. 04049888 / 053030384
 Correo: lyt@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTREO O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------|
| 24-03-22 | 24-03-22 | M-01 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:

BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TÍTULO:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- PRÁCTICA NORMALIZADA PARA MUESTREO DE CONCRETO RECIENTE MEZCLADO SEGUN ASTM C173-06
 - METODO PARA DETERMINAR LA HABILIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO POR EL ANILLO J SEGUN NTP 306.229

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE RECIENTE MEZCLADO

| Muestra | Tipo de Muestra | T500 | ϕ_1 | L. ϕ_2 | SF ₁ |
|---------|-----------------|---------|----------|-------------|-----------------|
| | | [seg] | [mm] | [mm] | [mm] |
| M-01 | Patrón | 2.9 seg | 630 mm | 650 mm | 640 mm |
| M-02 | Patrón | 3.2 seg | 610 mm | 620 mm | 615 mm |
| M-03 | Patrón | 3.4 seg | 650 mm | 670 mm | 660 mm |
| M-04 | Patrón | 2.6 seg | 630 mm | 650 mm | 640 mm |
| M-05 | Patrón | 2.7 seg | 630 mm | 650 mm | 625 mm |
| M-06 | Patrón | 3.0 seg | 630 mm | 670 mm | 650 mm |

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE RECIENTE MEZCLADO

| Muestra | Tipo de Muestra | T500 | ϕ_1 | L. ϕ_2 | SF ₁ |
|---------|---|---------|----------|-------------|-----------------|
| | | [seg] | [mm] | [mm] | [mm] |
| M-01 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.6 seg | 630 mm | 650 mm | 540 mm |
| M-02 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.7 seg | 620 mm | 640 mm | 630 mm |
| M-03 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.6 seg | 650 mm | 660 mm | 655 mm |
| M-04 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.4 seg | 630 mm | 645 mm | 638 mm |
| M-05 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.9 seg | 650 mm | 670 mm | 660 mm |
| M-06 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.7 seg | 630 mm | 660 mm | 640 mm |

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE RECIENTE MEZCLADO

| Muestra | Tipo de Muestra | T500 | ϕ_1 | L. ϕ_2 | SF ₁ |
|---------|--|---------|----------|-------------|-----------------|
| | | [seg] | [mm] | [mm] | [mm] |
| M-01 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.5 seg | 700 mm | 720 mm | 710 mm |
| M-02 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.4 seg | 770 mm | 730 mm | 750 mm |
| M-03 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.3 seg | 710 mm | 740 mm | 725 mm |
| M-04 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.6 seg | 720 mm | 730 mm | 725 mm |
| M-05 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.4 seg | 730 mm | 710 mm | 720 mm |
| M-06 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.8 seg | 770 mm | 760 mm | 760 mm |

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE RECIENTE MEZCLADO

| Muestra | Tipo de Muestra | T500 | ϕ_1 | L. ϕ_2 | SF ₁ |
|---------|--|---------|----------|-------------|-----------------|
| | | [seg] | [mm] | [mm] | [mm] |
| M-01 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.8 seg | 750 mm | 760 mm | 765 mm |
| M-02 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.2 seg | 710 mm | 750 mm | 730 mm |
| M-03 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.7 seg | 690 mm | 710 mm | 700 mm |
| M-04 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.8 seg | 730 mm | 720 mm | 725 mm |
| M-05 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 2.5 seg | 740 mm | 785 mm | 753 mm |
| M-06 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.9 seg | 780 mm | 740 mm | 750 mm |

Procedimiento de ensayo "P"

SF₁ : Fluidez de Asestamiento por el Anillo J

T₅₀₀ : Tiempo en segundos en que la muestra alcanza el diámetro de 500 mm.

ϕ : Diámetro Alcanzado

OBSERVACIONES:

Realizado: Fac. Ang S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSO



Ing. Chel Johana R. ESPERANZO OLIVERA RUC: 2000188524
 C.I. N° 204362 (Pág. 16)

Este informe de resultados sólo sirve a los usuarios e inventores, suministrados a través de un sistema de reproducción total y no deberá reproducirse total o parcialmente por medios del LABORATORIO



C/ Jorge Fernández Duro Nº 2833 Int. 33A Urb. El Sol, Lima
 P.O. Box Nº 117-112 CHIFA, Huancayo
 Telf: 060430868 / 060430984
 Correo: info@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NUMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 24-03-22 | 24-03-22 | M-01 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TRABAJO: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- PRÁCTICA NORMALIZADA PARA MUESTREO DE CONCRETO RECÉN MEZCLADO SEGÚN ASTM C173-08
- MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL FLUJO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO SEGÚN NTP 398.219

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DEL FLUJO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE RECÉN MEZCLADO

| Muestra | Tipo de Muestra | T500 | | | |
|---------|-----------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------|
| | | t ₅₀₀ (seg) | Ø ₁ (mm) | L. Ø ₂ (mm) | SF (mm) |
| M-01 | Patrón | 1.7 seg | 690 mm | 650 mm | 670 mm |
| M-02 | Patrón | 1.5 seg | 675 mm | 695 mm | 685 mm |
| M-03 | Patrón | 1.9 seg | 660 mm | 700 mm | 680 mm |
| M-04 | Patrón | 1.6 seg | 670 mm | 710 mm | 690 mm |
| M-05 | Patrón | 1.7 seg | 700 mm | 690 mm | 675 mm |
| M-06 | Patrón | 1.8 seg | 640 mm | 670 mm | 650 mm |

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DEL FLUJO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE RECÉN MEZCLADO

| Muestra | Tipo de Muestra | T500 | | | |
|---------|---|------------------------|---------------------|------------------------|---------|
| | | t ₅₀₀ (seg) | Ø ₁ (mm) | L. Ø ₂ (mm) | SF (mm) |
| M-01 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.5 seg | 690 mm | 710 mm | 700 mm |
| M-02 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.5 seg | 670 mm | 720 mm | 695 mm |
| M-03 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.4 seg | 660 mm | 710 mm | 685 mm |
| M-04 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.6 seg | 690 mm | 690 mm | 670 mm |
| M-05 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.5 seg | 660 mm | 710 mm | 695 mm |
| M-06 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.8 seg | 660 mm | 700 mm | 675 mm |

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DEL FLUJO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE RECÉN MEZCLADO

| Muestra | Tipo de Muestra | T500 | | | |
|---------|--|------------------------|---------------------|------------------------|---------|
| | | t ₅₀₀ (seg) | Ø ₁ (mm) | L. Ø ₂ (mm) | SF (mm) |
| M-01 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.5 seg | 750 mm | 700 mm | 785 mm |
| M-02 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.4 seg | 750 mm | 750 mm | 770 mm |
| M-03 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.2 seg | 790 mm | 700 mm | 785 mm |
| M-04 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.6 seg | 775 mm | 750 mm | 763 mm |
| M-05 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.5 seg | 790 mm | 700 mm | 770 mm |
| M-06 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.2 seg | 750 mm | 780 mm | 765 mm |

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DEL FLUJO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE RECÉN MEZCLADO

| Muestra | Tipo de Muestra | T500 | | | |
|---------|--|------------------------|---------------------|------------------------|---------|
| | | t ₅₀₀ (seg) | Ø ₁ (mm) | L. Ø ₂ (mm) | SF (mm) |
| M-01 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.2 seg | 830 mm | 800 mm | 815 mm |
| M-02 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.1 seg | 820 mm | 810 mm | 815 mm |
| M-03 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.4 seg | 730 mm | 790 mm | 740 mm |
| M-04 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.3 seg | 750 mm | 790 mm | 765 mm |
| M-05 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.0 seg | 750 mm | 790 mm | 770 mm |
| M-06 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 1.1 seg | 740 mm | 755 mm | 748 mm |

SF: Flujo de Asestamiento
 T₅₀₀: Tiempo en segundos en que la muestra alcanza el diámetro de 500 mm.
 Ø: Diámetro Alcanzado

Este informe es propiedad de Silver Geotec S.A.C. y no debe ser reproducido, copiado, distribuido, publicado o transmitido en cualquier forma o por cualquier medio sin el consentimiento escrito de Silver Geotec S.A.C.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny H. G.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Ingeniería Civil
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos

Ing. **JOHNY R. RAMUNDO OLIVERA**
 C.I.P. N° 904382

RUC: 20601685521
 [Pag. 15]



P. Angel Fernández Corzo N° 2888m, 124 y 125, 2888 Lima
 Paje, Nules N° 121-132 Chila, Huancayo
 Telf: 94548800 / 91579356
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TIPO DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 24-03-22 | 24-03-22 | M-01 | SG- N°127/2022 |

| | |
|---|--|
| SOLICITANTE: BACH. BETSY SADHIT ATENCIO YACHAS | TEMA: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO" |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN | ENSAYOS REALIZADOS: - PRÁCTICA NORMALIZADA PARA MUESTREO DE CONCRETO REGIÓN MEZCLADO SEGÚN ASTM C172-05 - MÉTODO PARA DETERMINAR LA HABILIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO POR EL ANILLO J SEGÚN NTP 359-200 |

| CÁLCULO DE LA HABILIDAD DE PASO Y BLOQUEO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE | | | | | |
|--|--|-----------------|-----------------|-------|-------------------------|
| Muestra | Tipo de Muestra | S _{Fj} | S _{Fp} | HP | Evaluación del Bloqueo |
| | | [mm] | [mm] | [mm] | |
| M-01 | Patrón | 676 mm | 636 mm | 36 mm | Mínimamente Perceptible |
| M-02 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 667 mm | 644 mm | 43 mm | Mínimamente Perceptible |
| M-03 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 773 mm | 735 mm | 36 mm | Mínimamente Perceptible |
| M-04 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 775 mm | 740 mm | 35 mm | Mínimamente Perceptible |

S_{Fj}: Fluidez promedio del Asentamiento en la muestra de estudio por el Anillo J

S_{Fp}: Fluidez Promedio del Asentamiento en la muestra de estudio.

HP: Habilidad de Paso

Este informe de Resultados está sujeto a los estándares y especificaciones correspondientes a ensayos y métodos reproducibles para ser determinado en el laboratorio de ensayos.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/062

RUC: 2060106524
 Pág. 16



Av. Angel Perceval Gálvez N° 2837M, 104 años, 15ta. URB.
 Pte. Indifer N° 122-1520000, Junjunay
 Telf: 94440488 / 94440488
 Correo: silvergeotec@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | SERIE DE MUESTRA |
|------------------------|---------------------|--------------------------|------------------|
| 24-03-22 | 24-03-22 | M-01 | SG N°127/2022 |

SOLICITANTE:

BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TÍTULO:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- PRÁCTICA NORMALIZADA PARA MUESTREO DE CONCRETO RECÉN MEZCLADO SEGÚN ASTM C172-08
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA SEGREGACIÓN ESTÁTICA DEL CONCRETO AUTO-COMPACTADO: ENSAYO DE COLUMNA SEGÚN NTP 339.218

| CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE SEGREGACIÓN ESTÁTICA | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| Muestra | Tipo de Muestra | CA _B | CA _T | S |
| | | [kg] | [kg] | [%] |
| M-01 | Padrón | 4.3 kg | 3.9 kg | 7.6% |
| M-02 | Padrón | 4.1 kg | 3.7 kg | 10.3% |
| M-03 | Padrón | 4.4 kg | 4.1 kg | 7.1% |
| M-04 | Padrón | 4.5 kg | 4.1 kg | 9.3% |
| M-05 | Padrón | 4.0 kg | 3.6 kg | 10.5% |
| M-06 | Padrón | 4.3 kg | 3.9 kg | 9.8% |

| CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE SEGREGACIÓN ESTÁTICA | | | | |
|--|---|-----------------|-----------------|-------|
| Muestra | Tipo de Muestra | CA _B | CA _T | S |
| | | [kg] | [kg] | [%] |
| M-01 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.8 kg | 3.3 kg | 14.1% |
| M-02 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.9 kg | 3.3 kg | 16.7% |
| M-03 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.7 kg | 3.2 kg | 14.5% |
| M-04 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.8 kg | 3.3 kg | 14.1% |
| M-05 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 4.1 kg | 3.6 kg | 13.0% |
| M-06 | Sustitución del 5% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 4.0 kg | 3.4 kg | 16.2% |

| CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE SEGREGACIÓN ESTÁTICA | | | | |
|--|--|-----------------|-----------------|-------|
| Muestra | Tipo de Muestra | CA _B | CA _T | S |
| | | [kg] | [kg] | [%] |
| M-01 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.4 kg | 2.7 kg | 23.0% |
| M-02 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.6 kg | 2.8 kg | 25.0% |
| M-03 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.5 kg | 2.7 kg | 25.8% |
| M-04 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.4 kg | 2.7 kg | 23.0% |
| M-05 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.5 kg | 2.7 kg | 23.0% |
| M-06 | Sustitución del 20% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.6 kg | 2.8 kg | 25.0% |

| CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE SEGREGACIÓN ESTÁTICA | | | | |
|--|--|-----------------|-----------------|-------|
| Muestra | Tipo de Muestra | CA _B | CA _T | S |
| | | [kg] | [kg] | [%] |
| M-01 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.2 kg | 2.3 kg | 32.7% |
| M-02 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.3 kg | 2.5 kg | 27.6% |
| M-03 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.4 kg | 2.4 kg | 34.5% |
| M-04 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.2 kg | 2.4 kg | 28.6% |
| M-05 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.1 kg | 2.3 kg | 29.6% |
| M-06 | Sustitución del 40% de Agregado Grueso x PVC Triturado | 3.5 kg | 2.6 kg | 29.5% |

Donde:
 CA_B : Masa del agregado grueso en la sección inferior de la columna
 CA_T : Masa del agregado grueso en la sección superior de la columna
 S : Segregación estática, porcentaje

$$S = \frac{CA_B - CA_T}{CA_B + CA_T} \cdot 100$$

Fórmula simplificada para la segregación estática

OBSERVACIONES:

Realizado: Tte. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrita en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2016/DSD



Ing. Civil **Johany R. RAYMUNDO OLIVERA**, C. 20671685524
 C.I.P. N° 204352

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NUMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 24/03/2022 | 31/03/2022 | CM-01 | SG. N°127/2022 |

| | |
|---|--|
| SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS | TESIS: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLOGICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RIGIDO" |
| UBICACION DEL PROYECTO: UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN | REFERENCIAS NORMATIVAS: ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) NTP 339.034 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno |

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 100 mmØ x 300 mm de longitud a los 7 días Muestra Patrón
 Modelos : Muestras, curado, moldes y custodia en Laboratorio
 Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN NTP 339.034

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Capazo (días) | Diámetro Promedio (mm) | Área Sección (mm ²) | Carga Máxima (kN) | Esfueros en Compresión (Mpa) | Esfueros en Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Falla | Tipo de Diseño |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------------|--|---------------|---|
| 1 | CM-01-01 | 24/03/2022 | 31/03/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm ² | 155.26 kN | 19.77 | 202 | Tipo 4 | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 kg/cm ² |
| 2 | CM-01-02 | 24/03/2022 | 31/03/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm ² | 180.25 kN | 20.40 | 208 | Tipo 4 | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 kg/cm ² |
| 3 | CM-01-03 | 24/03/2022 | 31/03/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm ² | 194.74 kN | 20.96 | 214 | Tipo 2b | ACI 237R - PATRÓN f _c = 210 kg/cm ² |
| 4 | CM-01-04 | 24/03/2022 | 31/03/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm ² | 187.25 kN | 21.29 | 217 | Tipo 5a | ACI 237R - PATRÓN f _c = 210 kg/cm ² |
| 5 | CM-01-05 | 24/03/2022 | 31/03/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm ² | 190.96 kN | 19.13 | 193 | Tipo 5b | ACI 237R - PATRÓN f _c = 210 kg/cm ² |
| 6 | CM-01-06 | 24/03/2022 | 31/03/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm ² | 151.26 kN | 19.36 | 195 | Tipo 3 | ACI 237R - PATRÓN f _c = 210 kg/cm ² |
| | | | | | | | 158.17 kN | 20.14 | 205 | | |

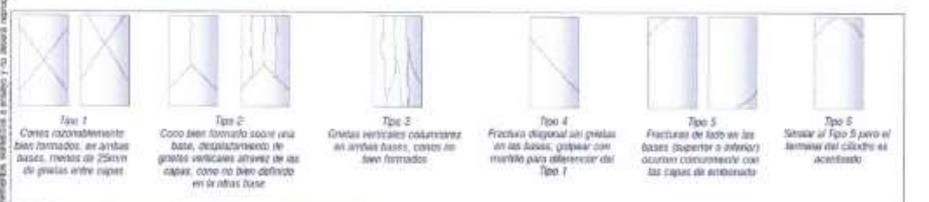


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15



NOTAS:
 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNEUMATICA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Ajustado una velocidad de carga de 2.0 kN/sq en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

RESUMEN:

| | |
|------------|-------------------|
| Realizado: | Tec. Roy S.R. |
| Revisado: | Ing. Johnny R. O. |

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Gerencia de Calidad
 Laboratorio de Rutas, Carreos y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. **RAMÍREZ OLIVERA**
 C.I.P. N° 864334

HUC. 20621685524 (Pag. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2019/D9D

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA: FECHO DE MUESTREO | FECHA: FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE REPORTE |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 24/03/2022 | 07/04/2022 | CM-02 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:
BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS:
"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

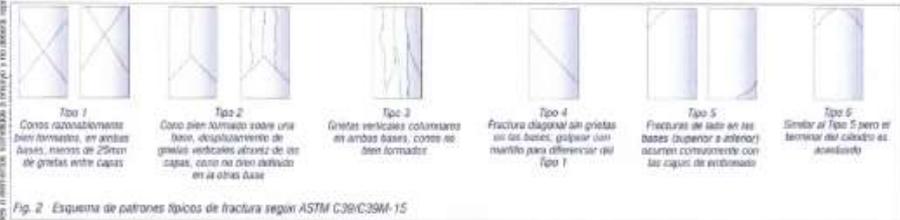
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHLCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNIN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
 ASTM C192/C192M-19 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 338.034 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Tipo de Ensayo: Compresión de muestras cilíndricas de 100 mm ϕ x 200 mm de longitud a los 14 días **Muestra Patrón**
Modalidad: Muestreo, curado, moldeo y curado en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN NTP 338.034

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (mm) | Área Sección (mm ²) | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (Mpa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Falta | Tipo de Diseño |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------------|--|---------------|--|
| 1 | CM-02_01 | 24/03/2022 | 07/04/2022 | 14 días | 100 mm ϕ | 7854 mm ² | 195.25 kN | 24.86 | 254 | Tipo 3a | AC 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm ² |
| 2 | CM-02_02 | 24/03/2022 | 07/04/2022 | 14 días | 100 mm ϕ | 7854 mm ² | 210.25 kN | 26.77 | 273 | Tipo 5b | AC 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm ² |
| 3 | CM-02_03 | 24/03/2022 | 07/04/2022 | 14 días | 100 mm ϕ | 7854 mm ² | 212.85 kN | 27.07 | 276 | Tipo 5b | AC 237R - PATRÓN f _c = 210 Kg/cm ² |
| 4 | CM-02_04 | 24/03/2022 | 07/04/2022 | 14 días | 100 mm ϕ | 7854 mm ² | 202.35 kN | 25.15 | 257 | Tipo 5b | AC 237R - PATRÓN f _c = 210 Kg/cm ² |
| 5 | CM-02_05 | 24/03/2022 | 07/04/2022 | 14 días | 100 mm ϕ | 7854 mm ² | 213.25 kN | 27.41 | 279 | Tipo 5b | AC 237R - PATRÓN f _c = 210 Kg/cm ² |
| 6 | CM-02_06 | 24/03/2022 | 07/04/2022 | 14 días | 100 mm ϕ | 7854 mm ² | 208.54 kN | 26.55 | 271 | Tipo 2 | AC 237R - PATRÓN f _c = 210 Kg/cm ² |
| | | | | | | | 207.88 kN | 26.47 | 270 | | |



NOTAS:
 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNOJARI LTDA, modelo PG-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

OBSERVACIONES:
Realizado: Tcc: Roy S.R.
Revisado: Ing. Johnny H. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Gerencia de Geotecnia
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos
 Ing. Civil **Alfredo E. RAYNUKOO OLIVERA**
 C.I.P. N° 904152

RUC: 20501665524
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrita en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP, con Resolución N° 004588-2018/DSD

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | SUMARIO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| 24/03/2022 | 21/04/2022 | CM-03 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:
BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS:
"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
 ASTM C190/C190M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 339.034 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de calibrador con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Tipo de Ensayo: Compresión de muestras cilíndricas de 100 mmØ x 200 mm de longitud a los 28 días **Muestra Patrón**
Modalidad: Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C190/C190M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN NTP 339.034

| Nº | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (mm) | Área Sección (mm²) | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (MPa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Falla | Tipo de Diseño |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| 1 | CM-03-01 | 24/03/2022 | 21/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 223.45 kN | 28.45 | 290 | Tipo 4 | ACI 23TR - PATRÓN fs = 280 Kg/cm² |
| 2 | CM-03-02 | 24/03/2022 | 21/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 225.14 kN | 28.67 | 292 | Tipo 2 | ACI 23TR - PATRÓN fs = 280 Kg/cm² |
| 3 | CM-03-03 | 24/03/2022 | 21/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 230.15 kN | 29.30 | 299 | Tipo 5 | ACI 23TR - PATRÓN fs = 210 Kg/cm² |
| 4 | CM-03-04 | 24/03/2022 | 21/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 224.58 kN | 28.59 | 290 | Tipo 5 | ACI 23TR - PATRÓN fs = 210 Kg/cm² |
| 5 | CM-03-05 | 24/03/2022 | 21/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 228.46 kN | 29.09 | 294 | Tipo 4 | ACI 23TR - PATRÓN fs = 210 Kg/cm² |
| 6 | CM-03-06 | 24/03/2022 | 21/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 220.74 kN | 28.11 | 287 | Tipo 5 | ACI 23TR - PATRÓN fs = 210 Kg/cm² |
| | | | | | | | 225.09 kN | 28.99 | 292 | | |

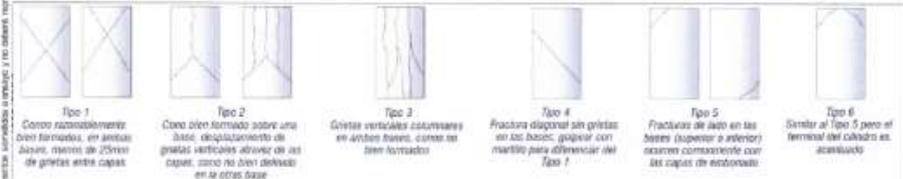


Fig. 2. Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15



NOTAS:
 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C190/C190M-15 por personal técnico capacitado.
 2) Los ensayos de resistencia a la compresión se realizaron en una prensa hidráulica del fabricante PRZ/AR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 MPa/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

DESCRIPCIONES:
Realizado: Tec. Roy S.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Gerencia General
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA
 C.R.C. N° 204382

RUC: 2001168524
 (Pag. 01)

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE REPORTE |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 25/03/2022 | 01/04/2022 | CM-01 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:
BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS:
"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

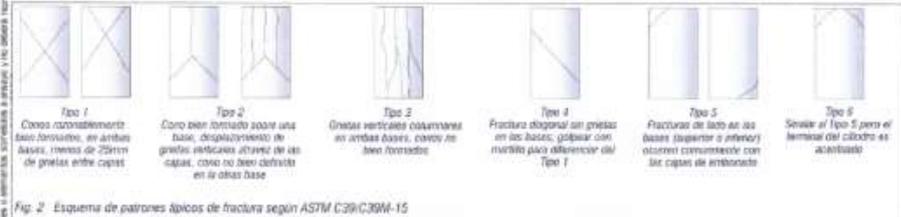
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNIN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
NTP 330.034 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 100 mm Ø x 200 mm de longitud a los 7 días M-02 Suatificación del 5% de A.G por PVC Triturado
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y cualidad en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN NTP 330.034

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Diámetro Puzosado (mm) | Área Sección (mm²) | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (Mpa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Falla | Tipo de Diseño |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|---|
| 1 | CM-01-01 | 25/03/2022 | 01/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 142.36 kN | 18.13 | 185 | Tipo 5 | ACI 237R - M-02 f _c = 280 kg/cm² |
| 2 | CM-01-02 | 25/03/2022 | 01/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 150.24 kN | 19.13 | 195 | Tipo 2a | ACI 237R - M-02 f _c = 280 kg/cm² |
| 3 | CM-01-03 | 25/03/2022 | 01/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 146.73 kN | 18.68 | 191 | Tipo 3 | ACI 237R - M-02 f _c = 280 kg/cm² |
| 4 | CM-01-04 | 25/03/2022 | 01/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 132.32 kN | 16.85 | 168 | Tipo 3 | ACI 237R - M-02 f _c = 280 kg/cm² |
| 5 | CM-01-05 | 25/03/2022 | 01/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 155.47 kN | 19.80 | 202 | Tipo 2a | ACI 237R - M-02 f _c = 280 kg/cm² |
| 6 | CM-01-06 | 25/03/2022 | 01/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 150.36 kN | 19.14 | 193 | Tipo 5 | ACI 237R - M-02 f _c = 280 kg/cm² |
| | | | | | | | 140.58 kN | 19.05 | 194 | | |



NOTAS:
1) Los testigos han sido moldeados de conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINDAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s según lo establecido en la Norma ASTM C39/C39M-15.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Roy S.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
Geotécnica, Geología
Laboratorio de Soles, Cuentas y Perfiles

Ing. **JOSE R. RAYMUNDO OLIVERA**
C.C.P. N° 204852

RUC: 2080188524
(Pag. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 904639-2018/050



Av. Angel Hernández O'Hara N° 2039 Int. 304 Urb. Elva Lina
 Pasaje Huérfano N° 122 433 Urb. Huancayo
 Telf: 0431 3311794-0439660 010570344
 Correo: atenciona@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 25/03/2022 | 06/04/2022 | CM-02 | BG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:
BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS:
"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
 ASTM C150/C193M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 336.034 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
 ASTM C1201/C1201M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo: Compresión de muestras cilíndricas de 100 mmØ x 200 mm de longitud a los 14 días **M-02** Sustitución del 5% de A.G por PVC Triturado
Modalidad: Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN NTP 336.034

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diámetro Promedio (mm) | Área Sección (mm²) | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (MPa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Falla | Tipo de Diseño |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|-------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|---|
| 1 | CM-02_01 | 25/03/2022 | 06/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 200.44 kN | 25.52 | 260 | Tipo 5 | ACI 237R - M-02 f _c = 260 Kg/cm² |
| 2 | CM-02_02 | 25/03/2022 | 06/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 196.25 kN | 24.99 | 255 | Tipo 3 | ACI 237R - M-02 f _c = 260 Kg/cm² |
| 3 | CM-02_03 | 25/03/2022 | 06/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 198.56 kN | 25.28 | 258 | Tipo 3 | ACI 237R - M-02 f _c = 260 Kg/cm² |
| 4 | CM-02_04 | 25/03/2022 | 06/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 194.36 kN | 24.75 | 252 | Tipo 5 | ACI 237R - M-02 f _c = 260 Kg/cm² |
| 5 | CM-02_05 | 25/03/2022 | 06/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 188.36 kN | 23.98 | 246 | Tipo 5 | ACI 237R - M-02 f _c = 260 Kg/cm² |
| 6 | CM-02_06 | 25/03/2022 | 06/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 201.15 kN | 25.61 | 261 | Tipo 5a | ACI 237R - M-02 f _c = 260 Kg/cm² |
| | | | | | | | 196.52 kN | 25.02 | 255 | | |

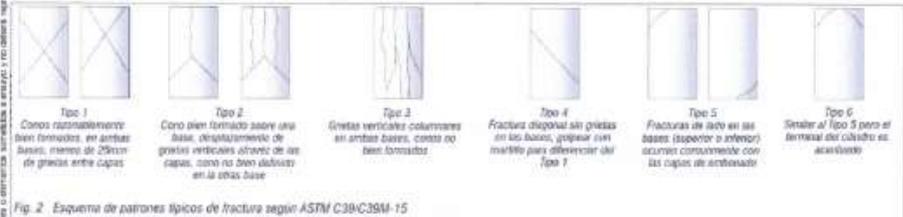


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15



NOTAS:

- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/sig en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Roy S.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.F.S. N° 204462

RUC: 20601685524
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 064605-2018/DSD

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 25/03/2022 | 22/04/2022 | CM-03 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:

BACH. BETZY SADHT ATENCIO YACHAS

TESIS:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C193/C193M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
NTP 330.034 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 100 mmØ x 200 mm de longitud a los 28 días ,M-02 Sustitución del 5% de A.G por PVC Triturado
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C193/C193M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN NTP 330.034

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diámetro Promedio (mm) | Área Sección (mm²) | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (MPa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Falla | Tipo de Usaba |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|-------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|---|
| 1 | CM-03_01 | 25/03/2022 | 22/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 170.36 kN | 22.80 | 232 | Tipo 3 | ACI 237R - M-02 f _c = 260 kg/cm² |
| 2 | CM-03_02 | 25/03/2022 | 22/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 225.47 kN | 28.71 | 293 | Tipo 6 | ACI 237R - M-02 f _c = 280 kg/cm² |
| 3 | CM-03_03 | 25/03/2022 | 22/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 197.38 kN | 25.13 | 256 | Tipo 3 | ACI 237R - M-02 f _c = 280 kg/cm² |
| 4 | CM-03_04 | 25/03/2022 | 22/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 248.06 kN | 31.58 | 322 | Tipo 3 | ACI 237R - M-02 f _c = 280 kg/cm² |
| 5 | CM-03_05 | 25/03/2022 | 22/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 202.62 kN | 26.69 | 272 | Tipo 3 | ACI 237R - M-02 f _c = 280 kg/cm² |
| 6 | CM-03_06 | 25/03/2022 | 22/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 243.23 kN | 30.97 | 318 | Tipo 3 | ACI 237R - M-02 f _c = 280 kg/cm² |
| | | | | | | | 217.14 kN | 27.88 | 282 | | |

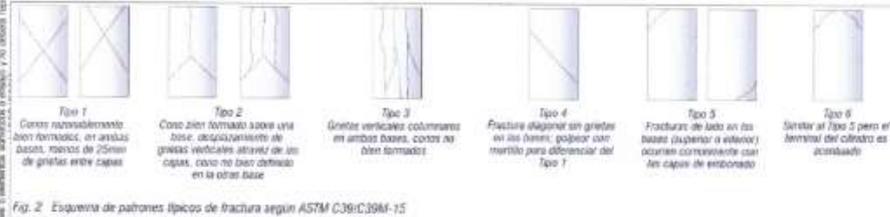


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15



NOTAS:

- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C193/C193M-15 por personal técnico capacitado.
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PND/AM LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 MPa/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
Laboratorio de Soles, Cuentos y Perfiles
Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.P. N° 204382

RUC: 20601488524
(Pág. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 40458-2018/D60



Av. Angel Peruvianos Calle N° 2820 Int. 104 Urb. 5to. Lima
 Pisco Huacho N° 132-132 Oficina Huancayo
 Telf: 0422 3221 / 0422 3222 / 0422 3224
 Correo: administracion@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE ENTREGO | FECHA FINAL DE ENTREGO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NUMERO DE INFORME |
|-------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| 25/03/2022 | 02/04/2022 | CM-01 | SG N°127/2022 |

SOLICITANTE:

BACH, BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

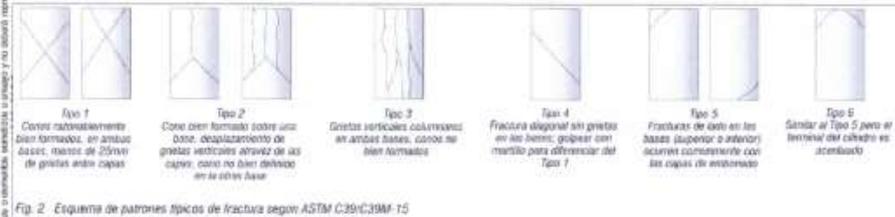
ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 339.034 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 100 mmØ x 200 mm de longitud a los 7 días , M-03 Sustitución del 20% de A.G por PVC Triturado
 Modalidad : Muestras, curado, molde y sustrada en Laboratorio
 Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN NTP 339.034

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Diámetro Prueba (mm) | Área Sección (mm²) | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (MPa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Falla | Tipo de Diseño |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|---|
| 1 | CM-01_01 | 25/03/2022 | 02/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 120.33 kN | 15.32 | 156 | Tipo 4 | ACI 237R - M-03 f _c = 280 kg/cm ² |
| 2 | CM-01_02 | 25/03/2022 | 02/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 124.36 kN | 15.86 | 162 | Tipo 3 | ACI 237R - M-03 f _c = 280 kg/cm ² |
| 3 | CM-01_03 | 25/03/2022 | 02/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 125.63 kN | 16.00 | 163 | Tipo 4 | ACI 237R - M-03 f _c = 280 kg/cm ² |
| 4 | CM-01_04 | 25/03/2022 | 02/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 119.75 kN | 15.25 | 155 | Tipo 5a | ACI 237R - M-03 f _c = 280 kg/cm ² |
| 5 | CM-01_05 | 25/03/2022 | 02/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 118.47 kN | 15.08 | 154 | Tipo 5b | ACI 237R - M-03 f _c = 280 kg/cm ² |
| 6 | CM-01_06 | 25/03/2022 | 02/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 115.93 kN | 14.67 | 150 | Tipo 5b | ACI 237R - M-03 f _c = 280 kg/cm ² |
| | | | | | | | 120.67 kN | 15.36 | 157 | | |



- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
 - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PRUNAR L.T.A, modelo PG-42, serie 437 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Ing. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Jairo R. D.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Gobierno Civil
 Laboratorio de Ensayo de Concreto y Pavimento
 Ing. Civil Jairo R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RLC 2020168552/4
 (Pag. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/USD

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 26/03/2022 | 09/04/2022 | CM-02 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:
BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS:
"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

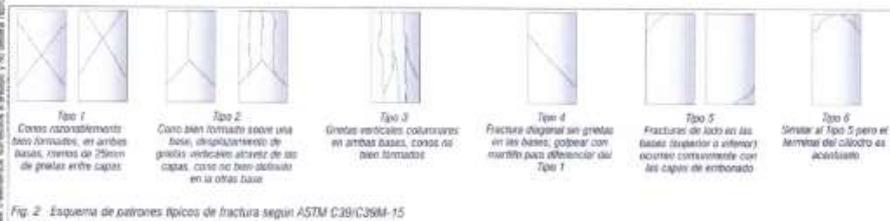
REFERENCIAS NORMATIVAS:
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 RTP 339.034 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de catasales con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS/O ACTIVIDAD

Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 100 mmØ x 200 mm de longitud a los 14 días **M-03** Sustitución del 20% de A.G por PVC Triturado
Modalidad : Muestreo, curado, moldeado y curado en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN NTP 339.034

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (Días) | Dilatación Promedio (mm) | Área Sección (mm²) | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (Mpa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Falla | Tipo de Diseño |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|
| 1 | CM-02-01 | 26/03/2022 | 09/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 157.85 kN | 20.10 | 205 | Tipo 2b | ACI 237R - M-03 Fc = 280 Kg/cm² |
| 2 | CM-02-02 | 26/03/2022 | 09/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 160.25 kN | 20.40 | 208 | Tipo 4 | ACI 237R - M-03 Fc = 280 Kg/cm² |
| 3 | CM-02-03 | 26/03/2022 | 09/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 163.45 kN | 20.81 | 212 | Tipo 5a | ACI 237R - M-03 Fc = 280 Kg/cm² |
| 4 | CM-02-04 | 26/03/2022 | 09/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 159.25 kN | 20.28 | 207 | Tipo 5a | ACI 237R - M-03 Fc = 280 Kg/cm² |
| 5 | CM-02-05 | 26/03/2022 | 09/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 155.80 kN | 19.85 | 202 | Tipo 1b | ACI 237R - M-03 Fc = 280 Kg/cm² |
| 6 | CM-02-06 | 26/03/2022 | 09/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 158.83 kN | 20.22 | 206 | Tipo 2b | ACI 237R - M-03 Fc = 280 Kg/cm² |
| | | | | | | | 158.25 kN | 20.28 | 207 | | |



- NOTAS:**
- Los testigos han sido controlados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
 - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante FINLUMI L.TDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C29/C29M-15.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotecnias Certificadas
 Laboratorio de Soles, Cascaros y Paveduras

Ing. Civil Johnny R. ENRIQUETA OLIVERA
 C.I.N. N° 204352

RUC: 20001685524
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2016/D50

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

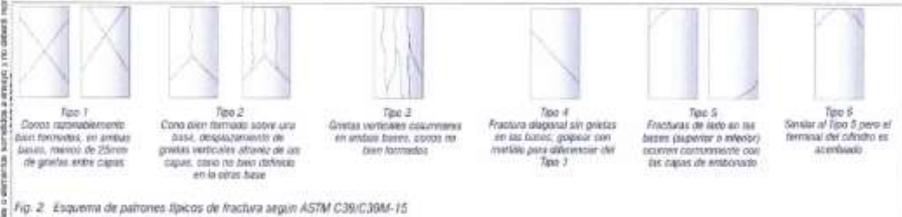
| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 26/03/2022 | 23/04/2022 | CM-03 | SG. N°127/2022 |

| | |
|---|--|
| SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS | TESIS: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO" |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN | REFERENCIAS NORMATIVAS: ASTM C190/C190M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) NTP 336.034 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto ASTM C1201/C1201M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno |

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 100 mmØ x 200 mm de longitud a los 28 días M-03 Sustitución del 20% de A.G por PVC Triturado
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeado y curado en Laboratorio
 Método de Muestreo : ASTM C190/C190M-15 Práctico normalizado para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN NTP 336.034

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (Días) | Diámetro Promedio (mm) | Área Sección (mm²) | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (Mpa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Falla | Tipo de Diseño |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|---|
| 1 | CM-03_01 | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 170.25 kN | 21.68 | 221 | Tipo 3 | ACI 237R - M-03 f _c = 280 Kg/cm² |
| 2 | CM-03_02 | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 175.36 kN | 22.33 | 228 | Tipo 4 | ACI 237R - M-03 f _c = 280 Kg/cm² |
| 3 | CM-03_03 | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 166.70 kN | 21.61 | 220 | Tipo 5a | ACI 237R - M-03 f _c = 280 Kg/cm² |
| 4 | CM-03_04 | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 177.46 kN | 22.60 | 230 | Tipo 5b | ACI 237R - M-03 f _c = 280 Kg/cm² |
| 5 | CM-03_05 | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 174.26 kN | 22.19 | 226 | Tipo 5b | ACI 237R - M-03 f _c = 280 Kg/cm² |
| 6 | CM-03_06 | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 176.13 kN | 22.43 | 229 | Tipo 6 | ACI 237R - M-03 f _c = 280 Kg/cm² |
| | | | | | | | 173.87 kN | 22.14 | 226 | | |



NOTAS:
 1) Los testigos han sido realizados en conformidad con la Norma ASTM C190/C190M-15 por personal técnico capacitado.
 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNEUMAR LTDA. modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

DEGERACIONES:

| | |
|------------|-------------------|
| Realizado: | Tec. Roy S.R. |
| Revisado: | Ing. Johnny R. O. |

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Tierra, Geotecnia y Petróleo

Ing. Johnny R. RIVERA OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 2060168524
 [Pag. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004508-2018/OSD



Av. Angel Hernández Cárdena #1208 - H. 204 Urb. Elv. Lima
 Teléfono: 011 222 222 2222
 Email: 011 222 222 2222 / 011 222 2222
 Correo: 011 222 222 2222

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 27/03/2022 | 03/04/2022 | CM-01 | SG. N°127/2022 |

| | |
|---|---|
| SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS | TEMA: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RIGIDO" |
|---|---|

| | |
|---|---|
| UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO: CHILCA PROVINCIA: HUANCAYO DEPARTAMENTO: JUNÍN | REFERENCIAS NORMATIVAS: ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especificaciones concreto (Laboratorio) NTP 339.034 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto ASTM C1201/C1201M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno |
|---|---|

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Tipo de Ensayo: Compresión de muestras cilíndricas de 100 mm x 200 mm de longitud a los 7 días **M-04** Sustitución del 40% de A.G por PVC Triturado
Modalidad: Muestreo, curado, moldeo y curado en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C192/C192M-15 Prácticas normalizadas para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN NTP 339.034

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (mm) | Área Sección (mm ²) | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (Mpa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Falla | Tipo de Diseño |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------------|--|---------------|---|
| 1 | CM-01-01 | 27/03/2022 | 03/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm ² | 95.63 kN | 12.18 | 124 | Tipo 5a | ACI 237R - M-04 f _c = 280 Kg/cm ² |
| 2 | CM-01-02 | 27/03/2022 | 03/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm ² | 90.25 kN | 11.49 | 117 | Tipo 5b | ACI 237R - M-04 f _c = 280 Kg/cm ² |
| 3 | CM-01-03 | 27/03/2022 | 03/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm ² | 94.42 kN | 12.02 | 123 | Tipo 5b | ACI 237R - M-04 f _c = 280 Kg/cm ² |
| 4 | CM-01-04 | 27/03/2022 | 03/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm ² | 91.75 kN | 11.68 | 119 | Tipo 5b | ACI 237R - M-04 f _c = 280 Kg/cm ² |
| 5 | CM-01-05 | 27/03/2022 | 03/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm ² | 93.58 kN | 11.91 | 121 | Tipo 5b | ACI 237R - M-04 f _c = 280 Kg/cm ² |
| 6 | CM-01-06 | 27/03/2022 | 03/04/2022 | 7 días | 100 mm Ø | 7854 mm ² | 96.62 kN | 12.30 | 124 | Tipo 5b | ACI 237R - M-04 f _c = 280 Kg/cm ² |
| | | | | | | | 993.57 kN | 11.91 | 121 | | |

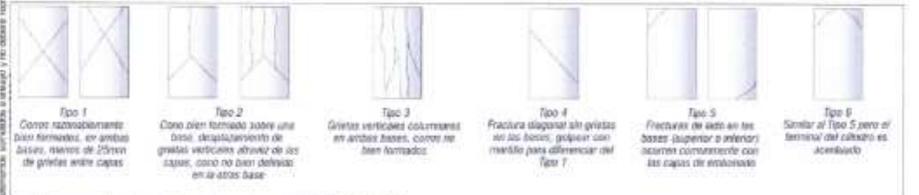


Fig. 2. Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15



- NOTAS:**
- Los testigos han sido elaborados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
 - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PQUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

Observaciones:

Revisado: Yac. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Jovany R. D.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Laboratorio Geotécnico
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 Ing. Civil **JOSUÉ R. RAMÓN OLIVERA**
 C.E.P. N° 204352

RUC: 2060188524
 (Pág. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004586-2016/DSD

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE REPORTE |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 27/03/2022 | 10/04/2022 | CM-02 | SG-N°127/2022 |

SOLICITANTE:
BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TEMA:
"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
 ASTM C150/C150M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 338.034 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cables con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 100 mmØ x 200 mm de longitud a los 14 días M-04 Sustitución del 40% de A.G. por PVC Triturado
 Modalidad : Muestras, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
 Método de Muestreo : ASTM C150/C150M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN NTP 338.034

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diámetro Promedio (mm) | Área Sección (mm²) | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (MPa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Falla | Tipo de Diseño |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|-------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|---|
| 1 | CM-02_01 | 27/03/2022 | 10/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 118.26 kN | 15.08 | 154 | Tipo 5b | AD: 237H - M-04 f _c = 200 Kg/cm² |
| 2 | CM-02_02 | 27/03/2022 | 10/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 115.74 kN | 14.74 | 150 | Tipo 4 | AD: 237H - M-04 f _c = 200 Kg/cm² |
| 3 | CM-02_03 | 27/03/2022 | 10/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 116.85 kN | 14.81 | 151 | Tipo 5a | AD: 237H - M-04 f _c = 200 Kg/cm² |
| 4 | CM-02_04 | 27/03/2022 | 10/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 120.85 kN | 15.39 | 157 | Tipo 5b | AD: 237H - M-04 f _c = 200 Kg/cm² |
| 5 | CM-02_05 | 27/03/2022 | 10/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 114.26 kN | 14.55 | 148 | Tipo 5a | AD: 237H - M-04 f _c = 200 Kg/cm² |
| 6 | CM-02_06 | 27/03/2022 | 10/04/2022 | 14 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 121.74 kN | 15.50 | 158 | Tipo 5b | AD: 237H - M-04 f _c = 200 Kg/cm² |
| | | | | | | | 117.87 kN | 15.01 | 153 | | |

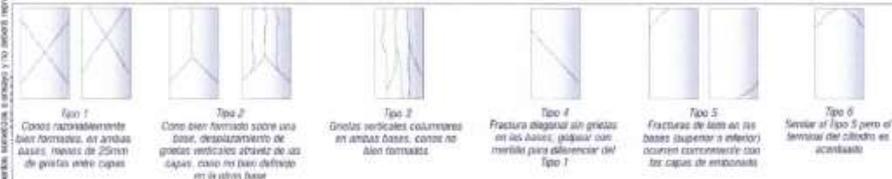


Fig. 2. Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15



- NOTAS:**
- Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C150/C150M-15 por personal técnico capacitado.
 - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PHLUANI LTDA, modelo PG-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/sag en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

ORIGINACIONES:
 Realizado: Ing. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 27/03/2022 | 24/04/2022 | CM-03 | BQ N°127/2022 |

SOLICITANTE:
BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TEMA:
"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 339.034 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Tipo de Ensayo: Compresión de muestras cilíndricas de 100 mmØ x 200 mm de longitud a los 28 días M-04 Sustitución del 40% de A.G por PVC Triturado
 Modalidad: Muestras, curado, moldeo y curado en Laboratorio
 Método de Muestreo: ASTM C192/C192M-15 Técnica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN NTP 339.034

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (mm) | Área Sección (mm²) | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo de Compresión (Mpa) | Esfuerzo de Compresión (kg/cm²) | Tipo de Falla | Tipo de Diseño |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|
| 1 | CM-03-01 | 27/03/2022 | 24/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 125.20 kN | 16.07 | 164 | Tipo 5b | ACI 237R - M-04 fc = 280 Kg/cm² |
| 2 | CM-03-02 | 27/03/2022 | 24/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 132.10 kN | 16.83 | 172 | Tipo 3 | ACI 237R - M-04 fc = 280 Kg/cm² |
| 3 | CM-03-03 | 27/03/2022 | 24/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 129.77 kN | 16.52 | 168 | Tipo 5a | ACI 237R - M-04 fc = 280 Kg/cm² |
| 4 | CM-03-04 | 27/03/2022 | 24/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 130.98 kN | 16.68 | 170 | Tipo 5b | ACI 237R - M-04 fc = 280 Kg/cm² |
| 5 | CM-03-05 | 27/03/2022 | 24/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 120.14 kN | 15.30 | 156 | Tipo 5b | ACI 237R - M-04 fc = 280 Kg/cm² |
| 6 | CM-03-06 | 27/03/2022 | 24/04/2022 | 28 días | 100 mm Ø | 7854 mm² | 123.95 kN | 15.78 | 161 | Tipo 5a | ACI 237R - M-04 fc = 280 Kg/cm² |
| | | | | | | | 127.19 kN | 16.19 | 165 | | |

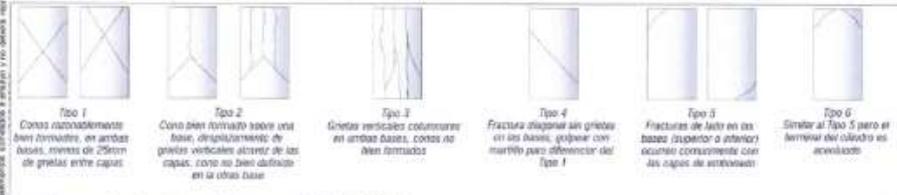


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15



NOTAS:
 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PRZIM L.TDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/sig en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotecnia Geotécnica
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, Cemento y Pavimento
 Ing. CHILCA J. RAJMONDO OLIVERA
 C.I.P. - 20071685524

RUC: 20071685524
 [Pag. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | CODI MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|
| 24/03/2022 | 07/04/2022 | FE-01 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:
BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TEMA:
"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REDOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 339.078 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TITULO DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 14 días Muestra Patrón
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y curado en Laboratorio
 Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN NTP 339.078

| N° | Código de la Viga | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Ancho y Alto Promedio (mm) | Longitud Promedio (mm) | Carga Máxima (kN) | Módulo de Rotura (Mpa) | Módulo de Rotura (kg/cm²) | Zona de Fractura | Tipo de Estructura |
|----|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------|------------------|---|
| 1 | FE-01-01 | 24/03/2022 | 07/04/2022 | 14 días | 150 mm | 480 mm | 26.24 kN | 3.73 | 3E | Tercio medio | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm² |
| 2 | FE-01-02 | 24/03/2022 | 07/04/2022 | 14 días | 150 mm | 480 mm | 27.56 kN | 3.82 | 4C | Tercio medio | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm² |
| 3 | FE-01-03 | 24/03/2022 | 07/04/2022 | 14 días | 150 mm | 480 mm | 25.23 kN | 4.16 | 4E | Tercio medio | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm² |
| 4 | FE-01-04 | 24/03/2022 | 07/04/2022 | 14 días | 150 mm | 480 mm | 26.15 kN | 4.00 | 4I | Tercio medio | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm² |
| 5 | FE-01-05 | 24/03/2022 | 07/04/2022 | 14 días | 150 mm | 480 mm | 26.74 kN | 4.09 | 4E | Tercio medio | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm² |
| 6 | FE-01-06 | 24/03/2022 | 07/04/2022 | 14 días | 150 mm | 480 mm | 27.59 kN | 3.97 | 4C | Tercio medio | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm² |
| | | | | | | | 27.97 kN | 3.96 | 4I | | |

Este informe de resultados sólo aplica a las actividades o actividades autorizadas y no cubre otros servicios que no estén expresamente autorizados por escrito en el LABORATORIO.



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINDUWILDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.B.
 Revisado: Ing. Wiley R. G.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimento
 Ing. Civil **JOSE P. RAYALCUNO OLIVERA**
 C.I.P. N° 204252

RUC: 2061685524
 [Pag. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00458-2018/DSD

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|
| 24/03/2022 | 21/04/2022 | FE-02 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE: BACH. BETSY SADHIT ATENCIO YACHAS

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
 ASTM C193/C193M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 339.078 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 400 mm de longitud a los 28 días Muestra Patrón
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
 Método de Muestreo : ASTM C193/C193M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN NTP 339.078

| Nº | Código de la Viga | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Ancho y Alto Promedio (mm) | Longitud Promedio (mm) | Carga Máxima (kN) | Módulo de Rotura (Mpa) | Módulo de Rotura (kg/cm²) | Zona de Rotura | Tipo de Estructura |
|----|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------|----------------|---|
| 1 | FE-02_01 | 24/03/2022 | 21/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 31.36 kN | 4.46 | 45 | Tercio medio | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm² |
| 2 | FE-02_02 | 24/03/2022 | 21/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 32.87 kN | 4.67 | 48 | Tercio medio | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm² |
| 3 | FE-02_03 | 24/03/2022 | 21/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 31.31 kN | 4.45 | 45 | Tercio medio | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm² |
| 4 | FE-02_04 | 24/03/2022 | 21/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 32.03 kN | 4.59 | 47 | Tercio medio | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm² |
| 5 | FE-02_05 | 24/03/2022 | 21/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 31.97 kN | 4.53 | 46 | Tercio medio | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm² |
| 6 | FE-02_06 | 24/03/2022 | 21/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 32.91 kN | 4.68 | 48 | Tercio medio | ACI 237R - PATRÓN f _c = 280 Kg/cm² |
| | | | | | | | 32.10 kN | 4.57 | 47 | | |



NOTAS:
 1) Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C193/C193M-15 por personal técnico capacitado.
 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/sig en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

REVISORES:

Avaluador: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Soles, Cimentación y Pavimentos

Ing. Civil **JOHNY R. JARAMILLO OLIVERA** RUC: 20601885024
 C.I.P. N° 204352 (Pág. 02)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrita en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004508-2018/DSD



Dr. Angel Fernández Ochoa Nº 2809-04-1334116-116, Lima
 Pisco Nº 04 Nº 122-122 Dicha, Huanuco Nº
 0407-04071201, Ica Nº 0407-04071201
 Correo: info@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|
| 25/03/2022 | 06/04/2022 | FE-01 | SG. N°127/2022 |

| | |
|---|--|
| SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS | TESIS: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO" |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN | REFERENCIAS NORMATIVAS: ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) NTP 339.078 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo |

TITULO DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 400 mm de longitud a los 14 días M-02 Sustitución del 5% de A.G por PVC Triturado
 Modalidad : Muestras, curado, molde y custodia en Laboratorio
 Método de Muestra : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN NTP 339.078

| N° | Código de la Viga | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Ancho y Alto Plasmado (mm) | Longitud Plasmado (mm) | Carga Máxima (kN) | Módulo de Rotura (Mpa) | Módulo de Rotura (kg/cm ²) | Zona de Fractura | Tipo de Estructura |
|----|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|------------------------|--|------------------|--|
| 1 | FE-01-01 | 25/03/2022 | 06/04/2022 | 14 días | 150 mm | 400 mm | 26.74 kN | 3.80 | 39 | Tercio medio | AC 237R - M-02 Fc = 280 Kg/cm ² |
| 2 | FE-01-02 | 25/03/2022 | 06/04/2022 | 14 días | 150 mm | 400 mm | 25.93 kN | 3.59 | 37 | Tercio medio | AC 237R - M-02 Fc = 280 Kg/cm ² |
| 3 | FE-01-03 | 25/03/2022 | 06/04/2022 | 14 días | 150 mm | 400 mm | 24.50 kN | 3.53 | 36 | Tercio medio | AC 237R - M-02 Fc = 280 Kg/cm ² |
| 4 | FE-01-04 | 25/03/2022 | 06/04/2022 | 14 días | 150 mm | 400 mm | 25.10 kN | 3.58 | 37 | Tercio medio | AC 237R - M-02 Fc = 280 Kg/cm ² |
| 5 | FE-01-05 | 25/03/2022 | 06/04/2022 | 14 días | 150 mm | 400 mm | 24.76 kN | 3.44 | 35 | Tercio medio | AC 237R - M-02 Fc = 280 Kg/cm ² |
| 6 | FE-01-06 | 25/03/2022 | 06/04/2022 | 14 días | 150 mm | 400 mm | 24.50 kN | 3.55 | 36 | Tercio medio | AC 237R - M-02 Fc = 280 Kg/cm ² |
| | | | | | | | 25.19 kN | 3.58 | 37 | | |

Este informe de Resultados sólo aplica a los materiales o servicios especificados en el presente y no abarca reproducciones parciales, por lo que se recomienda reproducir el presente en su totalidad.



- NOTAS:**
- 1) Las vigas han sido moldeadas de conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
 - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINDLAR L.TDA, modelo PG-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicó una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Jairo M. G.


SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotécnica Geológica
 Laboratorio de Materiales, Cementos y Pavimentos
 Ing. Chel Johnny R. SANCHEZ OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601535524
[Pag. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004585-2018/05D



Dr. Angel Fernández Quiroz N° 26991-01-034 Urb. Elba, Lima
 Felipe Saavedra N° 232 151 Divisa, Huancayo
 Telf: 04422001 / 04420444 / 92530204
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|
| 25/03/2022 | 22/04/2022 | FE-02 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:

BACH. BETSY SADHIT ATENCIO YACHAS

TEMA:

"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 339.078 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días , M-02 Sustitución del 5% de A.G por PVC Triturado
 Modalidad : Muestreo, curado, moldes y custodia en Laboratorio
 Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN NTP 339.078

| N° | Código de la Viga | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Ancho y Alto Prueba (mm) | Longitud Prueba (mm) | Carga Máxima (kN) | Módulo de Rotura (Mpa) | Módulo de Rotura (kg/cm²) | Zona de Fractura | Tipo de Estructura |
|----|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|------------------------|---------------------------|------------------|------------------------------|
| 1 | FE-02 01 | 25/03/2022 | 22/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 29.37 kN | 4.18 | 43 | Tercio medio | AD 23TR - M-02 Fc=280 Kg/cm2 |
| 2 | FE-02 02 | 25/03/2022 | 22/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 30.20 kN | 4.20 | 44 | Tercio medio | AD 23TR - M-02 Fc=280 Kg/cm2 |
| 3 | FE-02 03 | 25/03/2022 | 22/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 28.45 kN | 4.05 | 41 | Tercio medio | AD 23TR - M-02 Fc=280 Kg/cm2 |
| 4 | FE-02 04 | 25/03/2022 | 22/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 28.75 kN | 4.09 | 42 | Tercio medio | AD 23TR - M-02 Fc=280 Kg/cm2 |
| 5 | FE-02 05 | 25/03/2022 | 22/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 29.15 kN | 4.15 | 42 | Tercio medio | AD 23TR - M-02 Fc=280 Kg/cm2 |
| 6 | FE-02 06 | 25/03/2022 | 22/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 30.11 kN | 4.26 | 44 | Tercio medio | AD 23TR - M-02 Fc=280 Kg/cm2 |
| | | | | | | | 29.34 kN | 4.17 | 43 | | |

Este informe de resultados sólo aplica a las muestras o elementos representativos y/o datos representativos presentados en la solicitud por escrito al LABORATORIO.



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante FIMGAR LTDA, modelo PC-42 serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15.

DESERVOQUES:

Realizado: Tec. Roy S.J.
 Revisado: Ing. Astory R. D.



Ing. César J. J. & RAYMUNDO OLIVERA
 C.F.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pag. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución JC.004669-2019/DSD



Av. Angel Hernandez Quiroz N° 2889 web 3331165. Eloy, Lima
 Frente a Puente N° 122-123 Chilca, Huancayo
 Telf: 0611-2602 / 96409448 / 93040944
 Correo: administrador@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | COD. REGISTRO ACTIVIDAD | NUMERO DE REPORTE |
|--------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|
| 26/03/2022 | 09/04/2022 | FE-01 | BG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:
BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS:
"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLOGICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACION DEL PROYECTO:
 UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNIN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
 ASTM C190/C190M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 339.078 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTREO O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud e los 14 días M-03 Sustitución del 20% de A.G por PVC Triturado
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
 Metodo de Muestras : ASTM C190/C190M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN NTP 339.078

| N° | Código de la Viga | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Ancho y Alto Promedio (mm) | Longitud Promedio (mm) | Carga Máxima (kN) | Módulo de Rotura (Mpa) | Módulo de Rotura (kg/cm²) | Zona de Fractura | Tipo de Estructura |
|----|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1 | FE-01_01 | 26/03/2022 | 09/04/2022 | 14 días | 150 mm | 480 mm | 20.45 kN | 2.91 | 30 | Tercio medio | ACI 237R - M-03 Fc = 280 Kg/cm2 |
| 2 | FE-01_02 | 26/03/2022 | 09/04/2022 | 14 días | 150 mm | 480 mm | 19.63 kN | 2.79 | 26 | Tercio medio | ACI 237R - M-03 Fc = 280 Kg/cm2 |
| 3 | FE-01_03 | 26/03/2022 | 09/04/2022 | 14 días | 150 mm | 480 mm | 20.80 kN | 2.87 | 30 | Tercio medio | ACI 237R - M-03 Fc = 280 Kg/cm2 |
| 4 | FE-01_04 | 26/03/2022 | 09/04/2022 | 14 días | 150 mm | 480 mm | 19.30 kN | 2.75 | 26 | Tercio medio | ACI 237R - M-03 Fc = 280 Kg/cm2 |
| 5 | FE-01_05 | 26/03/2022 | 09/04/2022 | 14 días | 150 mm | 480 mm | 18.40 kN | 2.60 | 27 | Tercio medio | ACI 237R - M-03 Fc = 280 Kg/cm2 |
| 6 | FE-01_06 | 26/03/2022 | 09/04/2022 | 14 días | 150 mm | 480 mm | 22.81 kN | 3.24 | 33 | Tercio medio | ACI 237R - M-03 Fc = 280 Kg/cm2 |
| | | | | | | | 20.25 kN | 2.88 | 29 | | |

Este informe de resultados solo aplica a las muestras o elementos controlados, controlados, controlados y no deberá reproducirse para otros fines.



NOTAS:
 1) Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C190/C190M-15 por personal técnico capacitado.
 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNDIAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

DESIGNACIONES:
 Autorizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Ensayo de Materiales
 Ing. Chel Johay R. RAYMUNO OLIVERA
 C.I.P. N° 204333

RLC: 20601685524
 [Pag. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004569-2018/DSD



Av. Jorge Hernández 12400 117 2009 - 112 120116, Lima, Perú
 Teléfono: 011 421 2011 / 42104000 / 42104002
 Correo: 42104000@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|
| 26/03/2022 | 23/04/2022 | FE-02 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS **TEMA:** "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **REFERENCIAS NORMATIVAS:**

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 339.078 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo: Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días **M-03** Sustitución del 20% de A.G por PVC Triturado
Modalidad: Muestreo, curado, moldeo y curado en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN NTP 339.078

| N° | Código de la Viga | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Ancho y Alto Plasmado (mm) | Longitud Franjeada (mm) | Carga Máxima (kN) | Módulo de Rotura (Mpa) | Módulo de Rotura (kg/cm ²) | Zona de Fractura | Tipo de Estructura |
|----|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|--|------------------|---|
| 1 | FE-02 01 | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 24.25 kN | 3.45 | 35 | Tercio medio | ACI 237R - M-03 Fc=280 Kg/cm ² |
| 2 | FE-02 02 | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 25.11 kN | 3.57 | 36 | Tercio medio | ACI 237R - M-03 Fc=280 Kg/cm ² |
| 3 | FE-02 03 | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 25.24 kN | 3.59 | 37 | Tercio medio | ACI 237R - M-03 Fc=280 Kg/cm ² |
| 4 | FE-02 04 | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 23.26 kN | 3.31 | 34 | Tercio medio | ACI 237R - M-03 Fc=280 Kg/cm ² |
| 5 | FE-02 05 | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 24.78 kN | 3.62 | 36 | Tercio medio | ACI 237R - M-03 Fc=280 Kg/cm ² |
| 6 | FE-02 06 | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 días | 150 mm | 480 mm | 25.52 kN | 3.63 | 37 | Tercio medio | ACI 237R - M-03 Fc=280 Kg/cm ² |
| | | | | | | | 24.69 kN | 3.51 | 36 | | |

Este informe de resultados solo aplica a las muestras e resultados reportados, no incluye y no deberá considerarse para fines de certificación por parte de LABORATORIO



NOTAS:
 1) Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
 2) Los ensayos se efectuaron en esta prensa hidráulica del fabricante PQUAR, LTDA, modelo PC-42, serie 45T con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15.

DEFINICIONES:

Analizado: Tec. Roy S.P.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

RUC: 20501665524 (Pág. 02)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00-569-2018/OJD



V. Angel Hernández (Calle) N° 2809 Int. 204 Urb. Elva
 Pucallpa - Ucayali N° 122-133 Urb. Huancayo
 Telf: (043) 321-7464444 / 7464404
 Correo: info@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA RECIBO DE MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|-------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|
| 27/03/2022 | 10/04/2022 | FE-01 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE: BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS: "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS: ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 339.078 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 400 mm de longitud a los 14 días. M-04 Sustitución del 40% de A.G por PVC Triturado
 Metodidad : Muestreo, curado, mojado y custodia en Laboratorio
 Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN NTP 339.078

| N° | Código de la Viga | Fecha de Muestras | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Ancho y Alto Framado (mm) | Longitud Proyectada (mm) | Carga Máxima (kN) | Módulo de Rotura (Mpa) | Módulo de Inercia (kg/cm ⁴) | Zona de Fractura | Tipo de Estructura |
|----|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|---|------------------|---|
| 1 | FE-01-01 | 27/03/2022 | 10/04/2022 | 14 días | 150 mm | 400 mm | 13,25 kN | 1,88 | 19 | Tercio medio | ACI 237R - M-04 f _c = 280 Kg/cm ² |
| 2 | FE-01-02 | 27/03/2022 | 10/04/2022 | 14 días | 150 mm | 400 mm | 14,52 kN | 2,08 | 21 | Tercio medio | ACI 237R - M-04 f _c = 280 Kg/cm ² |
| 3 | FE-01-03 | 27/03/2022 | 10/04/2022 | 14 días | 150 mm | 400 mm | 15,24 kN | 2,17 | 22 | Tercio medio | ACI 237R - M-04 f _c = 280 Kg/cm ² |
| 4 | FE-01-04 | 27/03/2022 | 10/04/2022 | 14 días | 150 mm | 400 mm | 13,64 kN | 1,94 | 20 | Tercio medio | ACI 237R - M-04 f _c = 280 Kg/cm ² |
| 5 | FE-01-05 | 27/03/2022 | 10/04/2022 | 14 días | 150 mm | 400 mm | 12,75 kN | 1,81 | 18 | Tercio medio | ACI 237R - M-04 f _c = 280 Kg/cm ² |
| 6 | FE-01-06 | 27/03/2022 | 10/04/2022 | 14 días | 150 mm | 400 mm | 16,48 kN | 2,34 | 24 | Tercio medio | ACI 237R - M-04 f _c = 280 Kg/cm ² |
| | | | | | | | 14,33 kN | 2,04 | 21 | | |

Este informe de resultados sólo aplica a las muestras e inventario, correspondiente a las pruebas y no deberá ser utilizado para otros fines. LABORATORIO



NOTAS:
 1) Las vigas han sido elaboradas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado.
 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PQUAR, LTDA, modelo PC-42, serie 45T con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15.

DETERMINACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Jobey R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotecnias Certificadas
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

Ing. Chir Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.A.P. N° 204962

RUC: 20601665524 (Pág. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución Lⁱ 00459-2018/DSD



Av. Angel Hernández Torres N° 2809 Int. 102 Lda. Ure Ure
 Puntaje telefónico N° 122 133 0304, números
 telefónicos 061 211 16444444 / 061 211 0444
 Correo electrónico: info@silvergeotec.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|
| 27/03/2022 | 24/04/2022 | FE-02 | SG. N°127/2022 |

SOLICITANTE:
BACH. BETZY SADHIT ATENCIO YACHAS

TESIS:
"EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNIN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
 NTP 339.078 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo: Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 400 mm de longitud a los 28 días **M-04** Sustitución del 40% de A.G por PVC Triturado
Modalidad: Muestreo, curado, moldeo y curado en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN NTP 339.078

| N° | Código de la Viga | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad Ensayo (días) | Ancho y Alto Forjado (mm) | Longitud Forjado (mm) | Carga Máxima (kN) | Módulo de Rotura (Mpa) | Módulo de Rotura (kg/cm ²) | Zona de Fractura | Tipo de Estructura |
|----|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|--|------------------|--|
| 1 | FE-02-01 | 27/03/2022 | 24/04/2022 | 28 días | 150 mm | 400 mm | 23,25 kN | 3,30 | 34 | Tercio medio | AD 23/R - M-04 fo=280 Kg/cm ² |
| 2 | FE-02-02 | 27/03/2022 | 24/04/2022 | 28 días | 150 mm | 400 mm | 21,14 kN | 3,01 | 31 | Tercio medio | AD 23/R - M-04 fo=280 Kg/cm ² |
| 3 | FE-02-03 | 27/03/2022 | 24/04/2022 | 28 días | 150 mm | 400 mm | 22,16 kN | 3,15 | 32 | Tercio medio | AD 23/R - M-04 fo=280 Kg/cm ² |
| 4 | FE-02-04 | 27/03/2022 | 24/04/2022 | 28 días | 150 mm | 400 mm | 18,42 kN | 2,62 | 27 | Tercio medio | AD 23/R - M-04 fo=280 Kg/cm ² |
| 5 | FE-02-05 | 27/03/2022 | 24/04/2022 | 28 días | 150 mm | 400 mm | 17,56 kN | 2,50 | 25 | Tercio medio | AD 23/R - M-04 fo=280 Kg/cm ² |
| 6 | FE-02-06 | 27/03/2022 | 24/04/2022 | 28 días | 150 mm | 400 mm | 18,75 kN | 2,67 | 27 | Tercio medio | AD 23/R - M-04 fo=280 Kg/cm ² |
| | | | | | | | 20,21 kN | 2,87 | 29 | | |

Esta información fue tomada de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados y no deberá ser utilizada para fines de responsabilidad legal.



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINDAR LTDA, modelo PG-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2,0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Ing. Roy S.R.
Revisado: Ing. Jimmy R. D.



Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/D50

ILIC. 20601885524

[Pag. 02]

Análisis de costos unitarios

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0202004 EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO
 Subpresupuesto 001 EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO Fecha presupuesto 09/05/2023

| Partida | | 01.01 CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTOS RIGIDOS $f_c=280$ kg/cm ² - PATRÓN | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|--|-------------|---|-------------|---------------|--------|
| Rendimiento | m ³ /DÍA | MO. 27.0000 | EQ. 27.0000 | Costo unitario directo por : m ³ | | | 631.04 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$i. | Parcial \$i. | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.2963 | 26.40 | 7.82 | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.2963 | 20.74 | 6.15 | |
| 0101010005 | PEON | hh | 4.0000 | 1.1852 | 18.75 | 22.22 | |
| | | | | | | 36.19 | |
| Materiales | | | | | | | |
| 02070100010002 | PIEDRA CHANCADA 1/2" | m ³ | | 0.5500 | 80.00 | 44.00 | |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m ³ | | 0.5800 | 60.00 | 34.80 | |
| 0207070001 | AGUA PUESTA EN OBRA | m ³ | | 0.1800 | 5.00 | 0.90 | |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | bol | | 10.8200 | 28.50 | 308.37 | |
| 02221500010022 | ADITIVO REDUCTOR DE AGUA | l | | 5.5000 | 12.50 | 68.75 | |
| | | | | | | 456.82 | |
| Equipos | | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 5.0000 | 36.19 | 1.81 | |
| 03010300010008 | REGLA DE ALUMINIO | día | 1.0000 | 0.0370 | 3.00 | 0.11 | |
| 0301290004 | AUTO HORMIGUERA 0.5 - 6 M3 | hm | 2.5000 | 0.7407 | 150.00 | 111.11 | |
| | | | | | | 113.03 | |
| Subcontratos | | | | | | | |
| 0404020003 | SERVICIO DE BOMBEO DE CONCRETO | m ³ | | 1.0000 | 25.00 | 25.00 | |
| | | | | | | 25.00 | |

| Partida | | 01.02 CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTOS RIGIDOS $f_c=280$ kg/cm ² - 5 % PVC | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|---|-------------|---|-------------|---------------|--------|
| Rendimiento | m ³ /DÍA | MO. 27.0000 | EQ. 27.0000 | Costo unitario directo por : m ³ | | | 651.04 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$i. | Parcial \$i. | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.2963 | 26.40 | 7.82 | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.2963 | 20.74 | 6.15 | |
| 0101010005 | PEON | hh | 4.0000 | 1.1852 | 18.75 | 22.22 | |
| | | | | | | 36.19 | |
| Materiales | | | | | | | |
| 02052700010006 | PVC RECICLADO | kg | | 43.2000 | 0.50 | 21.60 | |
| 02070100010002 | PIEDRA CHANCADA 1/2" | m ³ | | 0.5300 | 80.00 | 42.40 | |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m ³ | | 0.5800 | 60.00 | 34.80 | |
| 0207070001 | AGUA PUESTA EN OBRA | m ³ | | 0.1800 | 5.00 | 0.90 | |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | bol | | 10.8200 | 28.50 | 308.37 | |
| 02221500010022 | ADITIVO REDUCTOR DE AGUA | l | | 5.5000 | 12.50 | 68.75 | |
| | | | | | | 476.82 | |
| Equipos | | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 5.0000 | 36.19 | 1.81 | |
| 03010300010008 | REGLA DE ALUMINIO | día | 1.0000 | 0.0370 | 3.00 | 0.11 | |
| 0301290004 | AUTO HORMIGUERA 0.5 - 6 M3 | hm | 2.5000 | 0.7407 | 150.00 | 111.11 | |
| | | | | | | 113.03 | |
| Subcontratos | | | | | | | |
| 0404020003 | SERVICIO DE BOMBEO DE CONCRETO | m ³ | | 1.0000 | 25.00 | 25.00 | |
| | | | | | | 25.00 | |

Fecha : 10/05/2023 10:59:07

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0202004 EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO
 Subpresupuesto 001 EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO Fecha presupuesto 09/05/2023
 AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RÍGIDO

Partida 01.03 CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS $f_c=260$ kg/cm² - 20 % PVC
 Rendimiento m³/DÍA MO. 27.0000 EQ. 27.0000 Costo unitario directo por : m³ 708.89

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$i. | Parcial \$i. |
|---------------------|--|----------------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.2963 | 26.40 | 7.82 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.2963 | 20.74 | 6.15 |
| 0101010005 | PEON | hh | 4.0000 | 1.1852 | 18.75 | 22.22 |
| 36.19 | | | | | | |
| Materiales | | | | | | |
| 02052700010006 | PVC RECICLADO | kg | | 172.9000 | 0.50 | 86.45 |
| 02070100010002 | PIEDRA CHANCADA 1/2" | m ³ | | 0.4400 | 80.00 | 35.20 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m ³ | | 0.5800 | 60.00 | 34.80 |
| 0207070001 | AGUA PUESTA EN OBRA | m ³ | | 0.1800 | 5.00 | 0.90 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | bol | | 10.8200 | 28.50 | 308.37 |
| 02221500010022 | ADITIVO REDUCTOR DE AGUA. | l | | 5.5000 | 12.50 | 68.75 |
| 534.47 | | | | | | |
| Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 5.0000 | 36.19 | 1.81 |
| 03010300010008 | REGLA DE ALUMINIO | dia | 1.0000 | 0.0370 | 3.00 | 0.11 |
| 0301290004 | AUTO HORMIGUERA 0.5 - 6 M ³ | hm | 2.5000 | 0.7407 | 150.00 | 111.11 |
| 113.03 | | | | | | |
| Subcontratos | | | | | | |
| 0404020003 | SERVICIO DE BOMBEO DE CONCRETO | m ³ | | 1.0000 | 25.00 | 25.00 |
| 25.00 | | | | | | |

Partida 01.04 CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS $f_c=260$ kg/cm² - 40 % PVC
 Rendimiento m³/DÍA MO. 27.0000 EQ. 27.0000 Costo unitario directo por : m³ 786.39

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$i. | Parcial \$i. |
|---------------------|--|----------------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.2963 | 26.40 | 7.82 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.2963 | 20.74 | 6.15 |
| 0101010005 | PEON | hh | 4.0000 | 1.1852 | 18.75 | 22.22 |
| 36.19 | | | | | | |
| Materiales | | | | | | |
| 02052700010006 | PVC RECICLADO | kg | | 345.9000 | 0.50 | 172.95 |
| 02070100010002 | PIEDRA CHANCADA 1/2" | m ³ | | 0.3300 | 80.00 | 26.40 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m ³ | | 0.5800 | 60.00 | 34.80 |
| 0207070001 | AGUA PUESTA EN OBRA | m ³ | | 0.1800 | 5.00 | 0.90 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | bol | | 10.8200 | 28.50 | 308.37 |
| 02221500010022 | ADITIVO REDUCTOR DE AGUA. | l | | 5.5000 | 12.50 | 68.75 |
| 612.17 | | | | | | |
| Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 5.0000 | 36.19 | 1.81 |
| 03010300010008 | REGLA DE ALUMINIO | dia | 1.0000 | 0.0370 | 3.00 | 0.11 |
| 0301290004 | AUTO HORMIGUERA 0.5 - 6 M ³ | hm | 2.5000 | 0.7407 | 150.00 | 111.11 |
| 113.03 | | | | | | |
| Subcontratos | | | | | | |
| 0404020003 | SERVICIO DE BOMBEO DE CONCRETO | m ³ | | 1.0000 | 25.00 | 25.00 |
| 25.00 | | | | | | |

Fecha : 10/05/2023 10:59:07

Data para el procesamiento de datos

Tabla 56. Resultados de los ensayos realizados en laboratorio al concreto.

| Grupos | Flujo de asentamiento | | | | Habilidad de paso | | | | Segregación estática (%) | Resistencia a compresión (kg/cm ²) | | | Resistencia a flexión (kg/cm ²) | |
|------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|------------------|-------------------|----------------|----------------|----------|--------------------------|--|---------|---------|---|---------|
| | Tiempo (s) | Diámetro (mm) | | | Tiempo (s) | Diámetro (mm) | | | | 7 días | 14 días | 28 días | 14 días | 28 días |
| | | D ₁ | D ₂ | Promedio parcial | | D ₁ | D ₂ | Promedio | | | | | | |
| Patrón | 1.7 | 690 | 650 | 670 | 2.9 | 630 | 650 | 640 | 7.8 | 202 | 254 | 290 | 38 | 45 |
| Patrón | 1.5 | 675 | 695 | 685 | 3.2 | 610 | 620 | 615 | 10.3 | 208 | 273 | 292 | 40 | 48 |
| Patrón | 1.9 | 660 | 700 | 680 | 3.4 | 650 | 670 | 660 | 7.1 | 214 | 276 | 299 | 42 | 45 |
| Patrón | 1.6 | 670 | 710 | 690 | 2.8 | 630 | 650 | 640 | 9.3 | 217 | 267 | 292 | 41 | 47 |
| Patrón | 1.7 | 700 | 650 | 675 | 2.7 | 600 | 650 | 625 | 10.5 | 195 | 279 | 294 | 42 | 46 |
| Patrón | 1.8 | 640 | 670 | 655 | 3 | 630 | 670 | 650 | 9.8 | 196 | 271 | 287 | 40 | 48 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.5 | 690 | 710 | 700 | 2.8 | 630 | 650 | 640 | 14.1 | 185 | 260 | 232 | 39 | 43 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.6 | 650 | 720 | 685 | 2.7 | 620 | 640 | 630 | 16.7 | 195 | 255 | 293 | 37 | 44 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.4 | 660 | 710 | 685 | 2.6 | 650 | 660 | 655 | 14.5 | 191 | 258 | 256 | 36 | 41 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.6 | 720 | 650 | 685 | 2.4 | 630 | 645 | 637.5 | 14.1 | 198 | 252 | 322 | 37 | 42 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.5 | 680 | 710 | 695 | 2.9 | 650 | 670 | 660 | 13 | 202 | 245 | 272 | 35 | 42 |
| Concreto 5 % de PVC como AG | 1.8 | 650 | 700 | 675 | 2.7 | 630 | 650 | 640 | 16.2 | 195 | 261 | 316 | 36 | 44 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.5 | 780 | 790 | 785 | 2.5 | 700 | 720 | 710 | 23 | 156 | 205 | 221 | 30 | 35 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.4 | 790 | 810 | 800 | 2.4 | 690 | 730 | 710 | 25 | 162 | 208 | 228 | 28 | 36 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.3 | 810 | 780 | 795 | 2.3 | 710 | 690 | 700 | 25.8 | 163 | 212 | 220 | 30 | 37 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|------|-----|-----|-----|----|----|
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.6 | 815 | 770 | 792.5 | 2.6 | 720 | 680 | 700 | 23 | 155 | 207 | 230 | 28 | 34 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.5 | 820 | 790 | 805 | 2.4 | 730 | 670 | 700 | 20 | 154 | 202 | 226 | 27 | 36 |
| Concreto 20 % de PVC como AG | 1.2 | 790 | 780 | 785 | 2.8 | 670 | 760 | 715 | 25 | 150 | 206 | 229 | 33 | 37 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.2 | 830 | 800 | 815 | 1.9 | 720 | 680 | 700 | 32.7 | 124 | 154 | 164 | 19 | 34 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.1 | 820 | 810 | 815 | 2.2 | 710 | 700 | 705 | 27.6 | 117 | 150 | 172 | 21 | 31 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.4 | 790 | 770 | 780 | 1.7 | 690 | 710 | 700 | 34.5 | 123 | 151 | 168 | 22 | 32 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.3 | 805 | 780 | 792.5 | 1.8 | 730 | 720 | 725 | 28.6 | 119 | 157 | 170 | 20 | 27 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1 | 800 | 820 | 810 | 2.5 | 740 | 735 | 737.5 | 29.6 | 121 | 148 | 156 | 18 | 25 |
| Concreto 40 % de PVC como AG | 1.1 | 840 | 745 | 792.5 | 1.9 | 680 | 740 | 710 | 29.5 | 124 | 158 | 161 | 24 | 27 |

Autorización del laboratorio para la ejecución de ensayos

AUTORIZACION DEL LABORATORIO DE SUELOS

Por medio del presente documento, se autoriza al Bach. Betzy Sadhit Atencio Yachas identificado con DNI N° 70942429, para que realice los ensayos en el laboratorio de suelos para su Tesis, "EL PVC TRITURADO COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES REALOGICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA PAVIMENTO RIGIDO".

Por lo cual se le dará todas las facilidades correspondientes durante el proceso de los ensayos que realizara del 04 de marzo al 24 de abril del 2022.

Se expide el presente documento para los fines convenientes del interesado.

Chilca, 04 de Marzo del 2,022



SILVER GEOTECH SAC
Geotecnia y Suelos
Laboratorio de Suelos y Pavimentos
Betzy Sadhit
Felipe SILVESTRE HUARCAYA
GERENTE

Panel fotográfico



Fotografía 1. Vista del agregado fino y grueso, además del traslado de los mismos al laboratorio.



Fotografía 2. Vista del cemento para la elaboración de las mezclas de concreto autocompactante.



Fotografía 3. Cuarteo del agregado grueso.



Fotografía 4. Vista del cuarteo del agregado fino.



Fotografía 5. Agregados puestos en el horno para determinar el contenido de humedad en los mismos.



Fotografía 6. Análisis granulométrico del agregado fino.



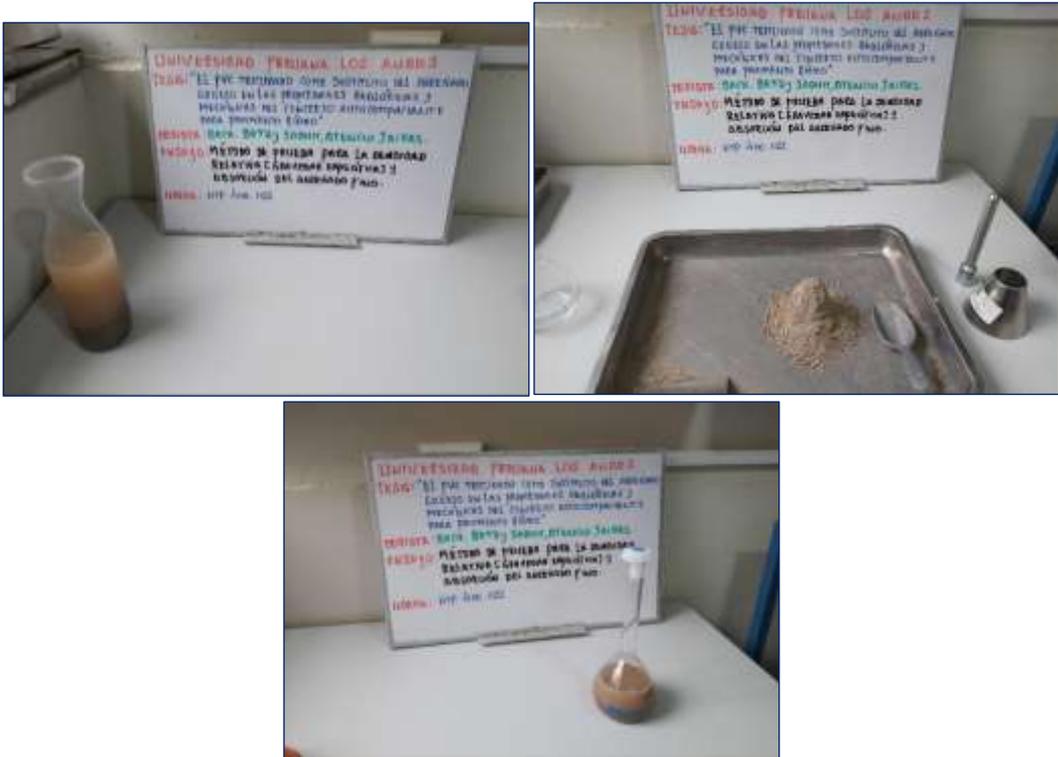
Fotografía 7. Análisis granulométrico del agregado grueso.



Fotografía 8. Vista de la determinación del peso unitario e índice de vacíos del agregado grueso.



Fotografía 9. Vista de la determinación del peso unitario e índice de vacíos del agregado fino.



Fotografía 10. Vista del ensayo para determinar la densidad, gravedad específica y absorción del agregado fino.



Fotografía 11. Vista del ensayo para determinar la densidad, gravedad específica y absorción del agregado fino.



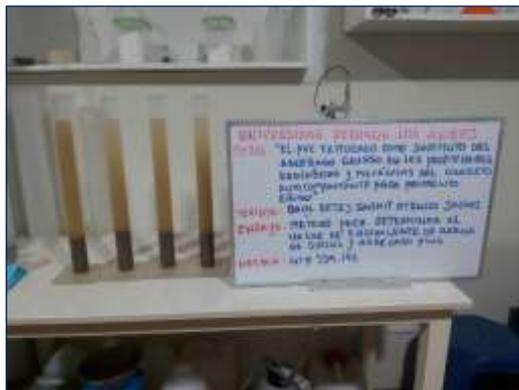
Fotografía 12. Ensayo de inalterabilidad de los agregados ante los sulfatos de sodio y de magnesio.



Fotografía 13. Ensayo para determinar el porcentaje de partículas fracturadas del agregado grueso.



Fotografía 14. Vista de la ejecución del ensayo para determinar las partículas chatas y alargadas.



Fotografía 15. Ensayo para la determinación del equivalente de arena de los agregados finos.



Fotografía 16. Análisis granulométrico del PVC triturado.



Fotografía 17. Ensayo para determinar la cantidad de agregados finos menores al tamiz N° 200.



Fotografía 18. Vista de los moldes para las probetas de concreto.



Fotografía 19. Vista de los materiales para la elaboración de la mezcla de concreto convencional.



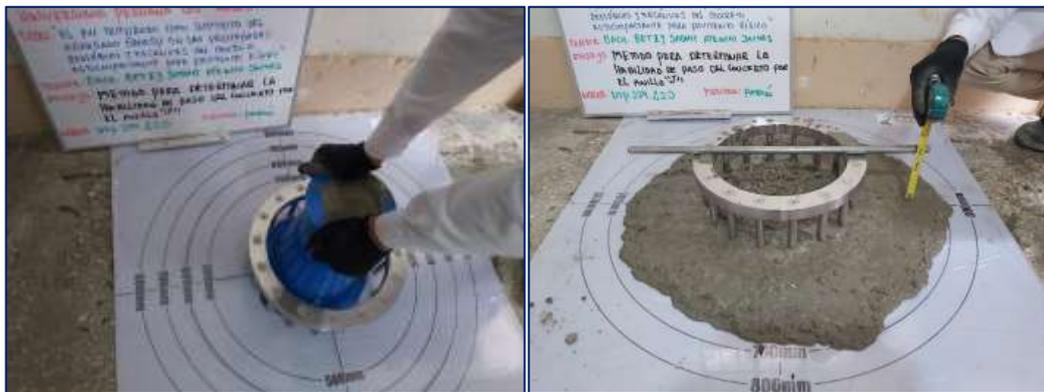
Fotografía 20. Vista de la preparación de la mezcla de concreto convencional.



Fotografía 21. Probetas y vigas del concreto convencional.



Fotografía 22. Medición del flujo de asentamiento del concreto convencional.



Fotografía 23. Medición de la habilidad de paso del concreto convencional.



Fotografía 24. Elaboración del concreto autocompactante con 5 % de PVC.



Fotografía 25. Vista de las probetas y vigas de concreto autocompactante con 5 % de PVC.



Fotografía 26. Medición del flujo de asentamiento del concreto autocompactante con 5 % de PVC.



Fotografía 27. Medición de la habilidad de paso del concreto autocompactante con 5 % de PVC.



Fotografía 28. Elaboración del concreto autocompactante con 20 % de PVC.



Fotografía 29. Vista de las probetas y vigas del concreto autocompactante con 20 % de PVC.



Fotografía 30. Medición del flujo de asentamiento del concreto autocompactante con 20 % de PVC.



Fotografía 31. Medición de la habilidad de paso del concreto autocompactante con 20 % de PVC.



Fotografía 32. Vista de los materiales para la elaboración del concreto autocompactante con 40 % de PVC.



Fotografía 33. Vista de las probetas y vigas del concreto autocompactante con 40 % de PVC.



Fotografía 34. Medición del flujo de asentamiento del concreto autocompactante con 40 % de PVC.



Fotografía 35. Medición de la habilidad de paso del concreto autocompactante con 40 % de PVC.



Fotografía 36. Curado de las probetas y vigas de concreto.



Fotografía 37. Rotura de probetas de concreto autocompactante convencional.



Fotografía 38. Rotura de probetas de concreto autocompactante con 5 % de PVC.



Fotografía 39. Rotura de probetas de concreto con 20 % de PVC.



Fotografía 40. Rotura de probetas de concreto con 40 % de PVC.



Fotografía 41. Rotura de vigas del concreto autocompactante convencional.



Fotografía 42. Rotura de vigas del concreto autocompactante con 5 % de PVC.



Fotografía 43. Rotura de vigas del concreto autocompactante con 20 % de PVC.



Fotografía 44. Rotura de vigas del concreto autocompactante con 40 % de PVC.



Fotografía 45. Vista del concreto autocompactante con reemplazo del agregado por PVC.