

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – HUANCVELICA

TESIS



**“INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA
REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE
HUANCVELICA”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

CONSTRUCCIONES Y TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

PRESENTADO POR:

Bach. CHAHUAYO QUISPE, Gaddy Milagros

Bach. JORGE CHAHUAYO, Ninfa Claribel

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCVELICA, PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 16 días del mes de noviembre del año 2022, a horas 5:30 p.m., se reunieron los miembros del jurado calificador conformado de la siguiente manera:

- PRESIDENTE** : M.Sc. Marco Antonio LÓPEZ BARRANTES
<https://orcid.org/0000-0002-7481-650X>
 DNI N° 21441702
- SECRETARIO** : Ing. Carlos GASPAR PACO
<https://orcid.org/0000-0002-3594-0815>
 DNI N° 23261897
- VOCAL** : Arq. Abdón Dante OLIVERA QUINTANILLA
<https://orcid.org/0000-0003-0247-7737>
 DNI N° 19878788

Designados con Resolución de Decano N° 119-2019-FCI-UNH, de fecha 10 de julio del 2019, a fin de proceder el acto académico de evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA", presentado por las Bachilleres Gaddy Milagros CHAHUAYO QUISPE con DNI N° 47561969 y Ninfa Claribel JORGE CHAHUAYO con DNI N° 47925715; con presencia del M.Sc. Hugo Rubén Lujan Jeri, <https://orcid.org/0000-0002-7995-6296> y DNI N° 28591429, Asesor de la presente tesis a fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Civil; Finalizado la evaluación a horas 6:30 p.m. se invitó al público presente y a las sustentantes abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los jurados, se llegó al siguiente resultado:

Bach. Gaddy Milagros CHAHUAYO QUISPE

APROBADO POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO POR.....

Bach. Ninfa Claribel JORGE CHAHUAYO

APROBADO POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO POR.....

En señal de conformidad, firmamos a continuación:


 Presidente


 Secretario


 Vocal


 Vº Bº Decano

Título

“INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA”

Autores

Bach. CHAHUAYO QUISPE, Gaddy Milagros

Bach. JORGE CHAHUAYO, Ninfa Claribel

Asesor

M.Sc. LUJAN JERI, Hugo Rubén

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7995-6296>

D.N.I. N° 28591429

Dedicatoria

A Dios por ser mi ángel guardián, estando siempre conmigo. A mis padres Solis y Esmeralda por ser quienes estuvieron siempre guiando mis pasos y apoyándome incondicionalmente en todo momento. A mi hija Astrid quien es mi motivo para seguir adelante. A mis hermanos David y Natali quienes son mis compañeros de vida. A todos mis maestros por sus enseñanzas impartidas.

Chahuayo Quispe, Gaddy Milagros

A Dios por concederme salud y la fuerza de voluntad para terminar esta meta. A mi madre Estela, por brindarme su incalculable amor y apoyo sin pedir nada a cambio. A mi hija Dhana, por ser el motor que me impulsa a seguir creciendo y cumplir con mis objetivos. A mi compañero de aventuras Gerry, por su paciencia, comprensión, apoyo moral y por todo su amor que le da equilibrio a mi vida.

Jorge Chahuayo, Ninfa Claribel

Agradecimiento

A Dios por brindarnos cada día salud y fortaleza para lograr nuestros objetivos; y porque es quien guía nuestro sendero.

A la Universidad Nacional de Huancavelica, por ser nuestra casa superior de estudios que nos brindó la educación idónea para nuestra formación profesional.

A toda la plana de docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica, quienes nos supieron guiar y orientar a través de sus conocimientos y experiencias durante el desarrollo de nuestra instrucción profesional.

A nuestros progenitores y familiares por el sostén inmensurable que nos ofrecieron en todo nuestro proceso de instrucción profesional.

Al M.Sc. Hugo Rubén Lujan Jeri, asesor de la presente tesis, por la orientación y la contribución de valiosos discernimientos en el progreso de la investigación desarrollada.

Al personal que labora en el laboratorio de mecánica de suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica, por el soporte brindado durante la realización de las diversas pruebas y ensayos desarrollados.

Tabla de contenido

| | |
|---|-------------|
| Portada | i |
| Acta de sustentación | ii |
| Título | iii |
| Autores | iv |
| Asesor | v |
| Agradecimiento | vii |
| Tabla de contenido | viii |
| Tabla de contenido de tablas | xi |
| Tabla de contenido de figuras | xiii |
| Resumen | xvii |
| Abstract | xix |
| Introducción | xxi |
| CAPÍTULO I | 22 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 22 |
| 1.1. Descripción del problema | 22 |
| 1.2. Formulación del Problema | 24 |
| 1.2.1. Problema General | 24 |
| 1.2.2. Problemas Específicos | 24 |
| 1.3. Objetivos | 24 |
| 1.3.1. Objetivo General | 24 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos | 25 |
| 1.4. Justificación..... | 25 |
| 1.5. Limitaciones de la investigación | 26 |
| 1.5.1. Limitaciones de ensayos | 26 |
| 1.5.2. Limitaciones de información..... | 26 |
| CAPÍTULO II | 27 |
| MARCO TEÓRICO | 27 |
| 2.1. Antecedentes | 27 |
| 2.1.1. A nivel Internacional | 27 |
| 2.1.2. A nivel Nacional..... | 31 |
| 2.1.3. A nivel Local..... | 34 |

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| 2.2. | Bases Teóricas de la investigación | 34 |
| 2.2.1. | Residuos sólidos | 34 |
| 2.2.2. | Reciclaje de residuos sólidos..... | 37 |
| 2.2.3. | Papel reciclado | 38 |
| 2.2.4. | Concreto | 41 |
| 2.2.4.1. | Componentes del concreto..... | 41 |
| 2.2.4.1.1. | Cemento Portland | 41 |
| 2.2.4.1.2. | Agregados | 42 |
| 2.2.4.1.3. | Agua de mezcla | 43 |
| 2.2.4.1.4. | Aditivo | 43 |
| 2.2.4.2. | Propiedades del concreto | 44 |
| 2.2.4.3. | Tipos de concreto..... | 47 |
| 2.3. | Bases conceptuales | 48 |
| 2.3.1. | Definición de términos..... | 48 |
| 2.4. | Hipótesis..... | 49 |
| 2.4.1. | Hipótesis General | 49 |
| 2.4.2. | Hipótesis Específicas | 49 |
| 2.5. | Definición operativa de variables | 50 |
| 2.5.1. | Operacionalización de la variable..... | 51 |
| CAPÍTULO III | | 52 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | | 52 |
| 3.1. | Ámbito temporal y espacial..... | 52 |
| 3.1.1. | Ámbito temporal..... | 52 |
| 3.1.2. | Ámbito espacial | 52 |
| 3.2. | Tipo de investigación..... | 52 |
| 3.3. | Nivel de investigación..... | 52 |
| 3.4. | Método de investigación | 53 |
| 3.5. | Diseño de investigación | 53 |
| 3.6. | Población, muestra y muestreo..... | 54 |
| 3.7. | Técnicas e instrumentos para recolección de datos | 54 |
| 3.8. | Técnicas de procesamiento de análisis de datos..... | 55 |
| CAPÍTULO IV..... | | 57 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | | 57 |

| | | |
|--------|---|------------|
| 4.1. | Presentación de resultados | 57 |
| 4.1.1. | Caracterización de Materiales | 57 |
| 4.1.2. | Elaboración de las probetas de Concreto con proporciones de papel..... | 99 |
| 4.1.3. | Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto con proporciones de papel..... | 123 |
| 4.2. | Discusión..... | 137 |
| 4.2.1. | Análisis estadístico | 137 |
| 4.2.2. | Discusión de resultados..... | 140 |
| | Conclusiones..... | 142 |
| | Recomendaciones | 144 |
| | Referencias bibliográficas..... | 146 |
| | Apéndice..... | 152 |

Tabla de contenido de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1: Consistencia - asentamiento..... | 45 |
| Tabla 2: Factores que influyen en la durabilidad..... | 46 |
| Tabla 3: Operacionalización de variables..... | 51 |
| Tabla 4: Datos del Contenido de Humedad (arena gruesa)..... | 62 |
| Tabla 5: Datos del Contenido de Humedad (piedra chancada)..... | 63 |
| Tabla 6: Resultado del Análisis granulométrico de Agregado Fino..... | 69 |
| Tabla 7. Límites granulométricos de Agregado Fino..... | 70 |
| Tabla 8: Análisis granulométrico del Agregado Grueso..... | 72 |
| Tabla 9: Límites granulométricos para el Agregado Grueso de ¾” a N° 8..... | 73 |
| Tabla 10: Resultados del Peso Unitario Suelto del Agregado Fino..... | 81 |
| Tabla 11: Resultados del Peso Unitario Compactado del Agregado Fino..... | 82 |
| Tabla 12. Resultados del Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso..... | 82 |
| Tabla 13. Resultados del Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso..... | 83 |
| Tabla 14. Resultado del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino..... | 94 |
| Tabla 15. Resultado del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso..... | 94 |
| Tabla 16. Clase de mezclas según su asentamiento..... | 101 |
| Tabla 17. Resistencia media de dosificación..... | 101 |
| Tabla 18. Requerimientos de agua de mezclado y contenido de aire..... | 102 |
| Tabla 19. Relación Agua - Cemento..... | 103 |
| Tabla 20. Volumen de agregado grueso..... | 103 |
| Tabla 21. Datos del cemento..... | 104 |
| Tabla 22. Datos del agregado fino y agregado grueso..... | 104 |
| Tabla 23. Características del concreto a diseñar..... | 104 |
| Tabla 24. Dosificación de mezcla en peso por volumen de concreto..... | 105 |
| Tabla 25. Dosificación de mezcla en peso por kilogramo de cemento..... | 105 |
| Tabla 26. P: Dosificación de mezcla patrón con proporción de 0% de papel reciclado..... | 106 |
| Tabla 27. M1: Dosificación de mezcla con proporción de 5% de papel reciclado..... | 106 |
| Tabla 28. M2: Dosificación de mezcla con proporción de 10% de papel reciclado..... | 107 |
| Tabla 29. M3: Dosificación de mezcla con proporción de 15% de papel reciclado..... | 107 |
| Tabla 30. Número de probetas por cada muestra para ensayo a la resistencia a compresión..... | 108 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 31. Proporciones por tanda con porcentaje de desperdicio de 25% | 108 |
| Tabla 32. Dosificación de mezcla para slump de 3" para la muestra patrón: 0% papel reciclado | 117 |
| Tabla 33. Dosificación de mezcla para slump de 3" para la muestra M1: 5% papel reciclado | 117 |
| Tabla 34. Dosificación de mezcla para slump de 3" para la muestra M2: 10% papel reciclado | 117 |
| Tabla 35. Dosificación de mezcla para slump de 3" para la muestra M3: 15% papel reciclado | 117 |
| Tabla 36. Control de temperatura del curado de probetas, por semana..... | 122 |
| Tabla 37. Número de probetas para ensayo a la resistencia a compresión | 124 |
| Tabla 38. Registro de pesos de probetas antes de ser sometidas al ensayo a la resistencia a la compresión | 133 |
| Tabla 39. Cuadro de resistencia a compresión de la muestra patrón P: 0% papel reciclado | 133 |
| Tabla 40. Cuadro de resistencia a compresión de probetas para M1: 5% papel reciclado. .. | 134 |
| Tabla 41. Cuadro de resistencia a compresión de probetas para M2: 10% papel reciclado . | 134 |
| Tabla 42. Cuadro de resistencia a compresión de probetas para M3: 15% papel reciclado . | 135 |
| Tabla 43. Resumen de resistencia a la compresión de probetas (f'c) para cada muestra..... | 135 |
| Tabla 44. Resistencia a la compresión alcanzada C/P según al f'c mínimo de diseño en probetas S/P..... | 136 |
| Tabla 45. Datos de resistencia a compresión en probetas | 138 |
| Tabla 46. Resumen de varianza de un factor (Compresión)..... | 138 |
| Tabla 47. Análisis de varianza (ANOVA - Compresión)..... | 139 |
| Tabla 48. Comparación de media. Según Test de Tukey (Compresión)..... | 139 |

Tabla de contenido de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Cemento comercial Andino Tipo I..... | 58 |
| Figura 2. Cuarteo de la arena gruesa..... | 59 |
| Figura 3. Cuarteo de la piedra chancada..... | 59 |
| Figura 4. Pesado del recipiente..... | 60 |
| Figura 5. Pesado del recipiente más muestra de la arena gruesa..... | 60 |
| Figura 6. Pesado del recipiente con la muestra de la piedra chancada..... | 61 |
| Figura 7. Muestras de la arena gruesa y de la piedra chancada dentro el horno..... | 61 |
| Figura 8. Pesado de la arena gruesa seca..... | 62 |
| Figura 9. Lavado de las muestras..... | 64 |
| Figura 10. Muestras de los agregados llevadas al horno..... | 65 |
| Figura 11. Peso de la arena gruesa seca..... | 65 |
| Figura 12. Peso de la piedra chancada seco..... | 66 |
| Figura 13. Mallas ordenadas para el tamizado de la arena gruesa y piedra chancada..... | 66 |
| Figura 14. Vibrado ambos agregados en la tamizadora..... | 67 |
| Figura 15. Selección del agregado de acuerdo al tamaño..... | 67 |
| Figura 16. Peso retenido de los agregados en cada malla..... | 68 |
| Figura 17. Módulo de Fineza..... | 70 |
| Figura 18. Curva granulométrica del agregado fino..... | 71 |
| Figura 19. Curva granulométrica del Agregado Grueso..... | 74 |
| Figura 20. Peso del cilindro vacío..... | 76 |
| Figura 21. Metemos la muestra dentro del recipiente en forma helicoidal..... | 76 |
| Figura 22. Enrasando la muestra de la arena gruesa..... | 77 |
| Figura 23. Compactado de la muestra (agregado fino)..... | 77 |
| Figura 24. Peso del cilindro más la muestra compactada del agregado fino..... | 78 |
| Figura 25. Introduciendo en forma helicoidal la muestra del agregado grueso..... | 79 |
| Figura 26. Enrasando la muestra del agregado grueso..... | 79 |
| Figura 27. Compactado de la muestra (agregado grueso)..... | 80 |
| Figura 28. Peso del cilindro más la muestra compactada del agregado grueso..... | 81 |
| Figura 29. Muestra de la arena gruesa sumergido en agua..... | 84 |
| Figura 30. Proceso de secado de la muestra (Agregado fino)..... | 85 |
| Figura 31. Prueba de cono del agregado fino hasta llegar superficialmente seca..... | 85 |
| Figura 32. Desintegración de la muestra una vez retirada el cono..... | 86 |
| Figura 33. Introduciendo agua al picnómetro con la muestra de ensayo ya introducida..... | 86 |

| | |
|--|-----|
| Figura 34. Extracción del aire de la fiola | 87 |
| Figura 35. Peso de la muestra más agua y la fiola | 87 |
| Figura 36. Extracción de la muestra del picnómetro a una bandeja para ser llevado al horno | 88 |
| Figura 37. Peso de la fiola más el agua hasta los 500 cm ³ | 88 |
| Figura 38. Peso del recipiente vacío..... | 89 |
| Figura 39. Peso del recipiente más peso de la muestra | 90 |
| Figura 40. Agregado grueso sumergido en agua en su totalidad | 90 |
| Figura 41. Secado superficial del agregado grueso..... | 91 |
| Figura 42. Peso del recipiente más peso del agregado grueso parcialmente seca..... | 91 |
| Figura 43. Peso de la canastilla sumergida..... | 92 |
| Figura 44. Peso del agregado más la canastilla sumergido en agua..... | 92 |
| Figura 45. Muestra llevada al horno | 93 |
| Figura 46. Peso de la muestra de la piedra chancada seco | 93 |
| Figura 47. Papel bond reciclado, en el laboratorio para su proceso. | 95 |
| Figura 48. Peso del papel bond reciclado. | 96 |
| Figura 49. Remojado del papel por 24 horas | 97 |
| Figura 50. Escurrimiento del papel reciclado. | 97 |
| Figura 51. Trituración del papel reciclado, para formar una masa..... | 98 |
| Figura 52. Elaboración manual de las bolitas con el papel triturado..... | 98 |
| Figura 53. Secado del papel reciclado en forma redondeada..... | 99 |
| Figura 54. Peso del cemento portland tipo I..... | 109 |
| Figura 55. Peso de la arena gruesa | 109 |
| Figura 56. Peso del agregado grueso (piedra chancada de ¾”) – mezcla patrón..... | 110 |
| Figura 57. Peso del agregado grueso para muestra M1: 5% de papel reciclado. | 110 |
| Figura 58. Peso del papel reciclado en forma redondeada para muestra M1: 5% de papel reciclado | 111 |
| Figura 59. Peso del papel reciclado en forma redondeada para muestra M2: 10% de papel reciclado | 111 |
| Figura 60. Peso del papel reciclado en forma redondeada para muestra M3: 15% de papel reciclado | 112 |
| Figura 61. Peso del agua para mezcla | 112 |
| Figura 62. Proceso de mezclado del cemento, piedra partida, arena gruesa y agua..... | 113 |
| Figura 63. Incorporación del 5% de papel en forma redondeada a la mezcladora..... | 113 |

| | |
|---|-----|
| Figura 64. Incorporación del 15% de papel en forma redondeada a la mezcladora..... | 114 |
| Figura 65. Mezcla del cemento, piedra partida, arena gruesa y papel en forma redondeada. | 114 |
| Figura 66. Inspección del mezclado hasta obtener una mezcla homogénea y trabajable | 115 |
| Figura 67. Ensayo del cono de Abrams | 115 |
| Figura 68. Verificación del slump de 3" | 116 |
| Figura 69. Preparación de los moldes cilíndricos | 118 |
| Figura 70. Apisonamiento en el molde en tres capas, hasta llenarlo por completo | 118 |
| Figura 71. Mezcla introducida dentro de los 8 moldes, M1: 5% | 119 |
| Figura 72. Mezcla introducida dentro de los 8 moldes, M3: 15% | 119 |
| Figura 73. Rotulado de probetas de la muestra M1: 5% de papel reciclado..... | 120 |
| Figura 74. Desmoldado de las probetas de concreto para su curado..... | 120 |
| Figura 75. Peso de probetas antes de ser sumergidas..... | 121 |
| Figura 76. Probetas llevadas al pozo de curado..... | 121 |
| Figura 77. Curado de las probetas cilíndricas en el pozo de curado | 122 |
| Figura 78. Monitoreo de temperatura del agua para el curado de las probetas..... | 123 |
| Figura 79. Nomenclatura de las probetas | 124 |
| Figura 80. Prensa hidráulica para ensayo de resistencia a la compresión | 125 |
| Figura 81. Almohadillas y anillos de la prensa hidráulica, para retención..... | 126 |
| Figura 82. Probetas de concreto para el ensayo de compresión..... | 126 |
| Figura 83. Medición del diámetro de las probetas antes de la rotura..... | 127 |
| Figura 84. Medición de alturas de las probetas antes de la rotura | 127 |
| Figura 85. Pesado de probetas antes de la rotura | 128 |
| Figura 86. Colocación de la probeta para su rotura..... | 128 |
| Figura 87. Ensayo de resistencia a la compresión de la muestra M1: 5% de papel | 129 |
| Figura 88. Ensayo de resistencia a la compresión de la muestra M2: 10% de papel | 129 |
| Figura 89. Falla de probeta sometida al ensayo de resistencia a compresión..... | 130 |
| Figura 90. Tipos de fallas, NTP 339.034..... | 130 |
| Figura 91. Tipos de fallas, ASTM C39/C39M-21 | 131 |
| Figura 92. Falla tipo 5: fractura de lados en las bases..... | 131 |
| Figura 93. Probetas sujetas al ensayo de resistencia a compresión..... | 132 |
| Figura 94. Lecturas registradas para cada probeta sometida al ensayo a la resistencia a compresión | 132 |

| | |
|---|-----|
| Figura 95. Gráfico comparativo de los resultados de resistencia a la compresión promedio de probeta con adición de papel reciclado en forma redondeada con referencia a la resistencia de diseño sin adición de papel reciclado en forma redondeada. | 137 |
| Figura 96. Distribución del diagrama de cajas para cada muestreo | 140 |
| Figura 97. Puesta de los agregados en las instalaciones del Laboratorio. | 153 |
| Figura 98. Recolección y almacenamiento del papel reciclado. | 153 |
| Figura 99. Proceso de obtención del papel reciclado en forma redondeada. | 153 |
| Figura 100. Proceso del ensayo de contenido de humedad de los agregados. | 153 |
| Figura 101. Proceso del ensayo de peso unitario suelto y compactado de los agregados. ... | 153 |
| Figura 102. Proceso del ensayo de granulometría de los agregados. | 153 |
| Figura 103. Proceso del ensayo de peso específico y absorción de los agregados. | 153 |
| Figura 104. Proceso de mezclado del concreto patrón y muestras M1(5% papel), M2(10% papel) y M3(15% papel). | 153 |
| Figura 105. Proceso de curado de las probetas cilíndricas de concreto y control de temperatura. | 153 |
| Figura 106. Ensayo de rotura de probetas cilíndricas de concreto. | 153 |

Resumen

La investigación presentada que lleva por título “INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA”, tiene como objetivo dar a conocer la influencia que tiene el papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto para un $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, actuando como reemplazo en porcentajes mínimos (5%, 10% y 15% de papel reciclado en forma redondeada) de la piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ” (agregado grueso). El papel reciclado con el que se trabajó en la investigación fueron papeles bond impresos, obtenidos en las viviendas de la ciudad de Huancavelica, el papel en forma redondeada se elaboró de manera manual (bolas de papel de diámetro referencial al tamaño máximo nominal del agregado grueso), obteniendo el producto de una masa de papel previamente elaborada. En la ejecución de la tesis se realizaron 32 muestras de probetas cilíndricas de concreto, agrupándolas en 8 probetas para cada muestra, que fueron 8 probetas para la muestra patrón: 0% de papel reciclado, 8 probetas para la muestra M1: 5% de papel reciclado, M2: 10% de papel reciclado y M3: 15% de papel reciclado.

En cada grupo de muestra se realizó el ensayo a la resistencia a la compresión, al término del curado (28 días) respectivamente; donde se obtuvo para la muestra M1: 5% de papel reciclado un $f'c= 77.03 \text{ kg/cm}^2$ promedio, para la muestra M2: 10% de papel reciclado un $f'c= 44.49 \text{ kg/cm}^2$ promedio y para la muestra M3: 15% de papel reciclado se obtuvo un $f'c= 22.61 \text{ kg/cm}^2$ promedio. Mostrando de esta manera un comportamiento en la resistencia a la compresión descendente, en donde a mayor porcentaje de papel reciclado incorporado como sustituto de la piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ”, disminuye la resistencia; esto significa que la adición de papel reciclado en forma redondeada como sustituto del agregado grueso si influye en la resistencia a la compresión del concreto, a mayor papel reciclado incorporado al concreto menor es la resistencia a compresión.

De los resultados del ensayo a la resistencia a la compresión (f^c) obtenidos para las diferentes muestras, la muestra M1: 5% de papel reciclado como sustituto del agregado grueso cuyo f^c es de 77.03 kg/cm² es el que muestra mayor resistencia a la compresión.

Palabras clave: Papel reciclado, probetas cilíndricas de concreto, resistencia a la compresión.

Abstract

The research presented entitled "INFLUENCE OF RECYCLED PAPER IN A ROUNDED SHAPE ON THE COMPRESSION RESISTANCE OF CONCRETE IN THE CITY OF HUANCVELICA", aims to publicize the influence of recycled paper in a rounded shape on resistance to the compression of the concrete for a $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, acting as a replacement in minimum percentages (5%, 10% and 15% of recycled paper in a rounded shape) of the $\frac{3}{4}$ " crushed stone (coarse aggregate). The recycled paper used in the investigation was printed bond paper, obtained from homes in the city of Huancavelica; the rounded-shaped paper was made manually (balls of paper with a referential diameter of the nominal maximum size of the coarse aggregate).), obtaining the product from a mass of previously prepared paper. In the execution of the thesis, 32 samples of cylindrical concrete test tubes were made, grouping them into 8 test tubes for each sample, which were 8 test tubes for the standard sample: 0% recycled paper, 8 test tubes for the M1 sample: 5% paper recycled, M2: 10% recycled paper and M3: 15% recycled paper.

In each sample group, the compression resistance test was carried out, at the end of curing (28 days) respectively; where it was obtained for the sample M1: 5% of recycled paper an $f_c= 77.03 \text{ kg/cm}^2$ average, for the sample M2: 10% of recycled paper an $f_c= 44.49 \text{ kg/cm}^2$ average and for the sample M3: 15% of recycled paper obtained an average $f_c= 22.61 \text{ kg/cm}^2$. Showing in this way a behavior in the resistance to descending compression, where the higher percentage of recycled paper incorporated as a substitute for $\frac{3}{4}$ " crushed stone, the resistance decreases; This means that the addition of recycled paper in a rounded shape as a substitute for coarse aggregate does influence the compressive strength of the concrete; the more recycled paper incorporated into the concrete, the lower the compressive strength.

From the results of the compressive strength test (f_c) obtained for the different samples, sample M1: 5% recycled paper as a substitute for coarse aggregate whose f_c is 77.03 kg/cm² is the one that shows higher compressive strength.

Keywords: Recycled paper, cylindrical concrete specimens, compressive strength.

Introducción

Uno de los intereses en el mundo de la construcción es mejorar las propiedades de los materiales ya existentes y así mejorar la calidad de cualquier tipo de construcción, por lo que, esto ha inspirado a muchos estudiantes y profesionales de la rama de la Ingeniería Civil a la búsqueda de materiales que puedan incorporarse en el concreto y mejorar ciertas propiedades específicas o mejorar el concreto en general.

Siendo también uno de los intereses el cuidado del medio ambiente reduciendo los residuos que diariamente se dejan por parte de la población; en la que se busca el reaprovechamiento de estos. En los últimos años se ha realizado investigaciones que permitan crear materiales ecológicos, ayudando a colaborar con el medio ambiente y a contribuir a reducir ciertos residuos que se podrían aprovechar para el uso en cuanto se refiere a mejorar las propiedades de un material de construcción como el del concreto.

La tesis se centró en el estudio de la resistencia a la compresión del concreto adicionado con papel reciclado proveniente de la ciudad de Huancavelica, que brinde los mejores resultados para ser usado posteriormente en cualquier tipo de construcción brindando confort, seguridad y confiabilidad en sus ocupantes.

Gracias a los estudios cuantificados, realizamos la aplicación y uso de un adecuado tipo de concreto adicionado, en una proporción optima de papel reciclado, en función al diseño de resistencia a la compresión.

Concluyendo esta sección preliminar de la tesis, cuyo contenido está conformado los siguientes capítulos fundamentadas en normas reglamentarias; Capítulo I: Planteamiento del problema, en la cual abordamos la descripción y formulación del problema, los objetivos, justificación y limitaciones de la investigación; Capítulo II: Marco teórico, se abordó los antecedentes y bases teóricas de la investigación, así como el planteamiento de la hipótesis; Capítulo III: Materiales y métodos, se determinó el tipo, nivel, método y diseño de la investigación, la población y muestra; Capítulo IV: Discusión de resultados, se presentó los resultados de la investigación, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y apéndice.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En la ciudad de Huancavelica, así como en todo el mundo, uno de los grandes problemas e intereses por resolver es la contaminación ambiental y controlar el incremento de residuos sólidos, siendo uno de ellos los residuos de papel. Según el Ministerio del Ambiente (2021) menciona que:

Un total de 92 822.84 toneladas de residuos sólidos fueron valorizados durante el año 2020 a nivel nacional, de ese total, 24 423.22 toneladas fueron residuos inorgánicos municipales (plásticos, latas, papel entre otros), en tanto que 68 399.63 toneladas fueron residuos orgánicos municipales (restos de verduras y/o frutas provenientes de mercados, o viviendas y otros). La cifra general de lo valorizado de residuos sólidos el año 2020 fue mayor a la del 2019 donde se valorizaron 84 063 toneladas de residuos (27 174,36 de inorgánicos y 56 888,20 de orgánicos).

Según la Defensoría del Pueblo indica en su Informe Defensorial N° 181 (2019) que “en el curso del último quinquenio (2014 – 2018) cada morador a nivel nacional produjo en su domicilio 0.52 kg de residuos sólidos municipales por día, y 189.8 kg por año” (pág. 32).

Y a nivel de departamentos la Defensoría del Pueblo indica que los 10 departamentos en los que se consignaron mayor generación per cápita de residuos sólidos municipales de origen domiciliario son Ucayali (0.64 kg/ hab/día), Provincia Constitucional del Callao (0.61 kg/hab/día), Lima y Loreto (0.60 kg/ hab/día), Cusco (0.59 kg/hab/día), San Martín (0.56 kg/hab/día), Lambayeque (0.55 kg/ hab/día), Piura (0.54 kg/hab/día), Ancash y Amazonas (ambos con 0.53 kg/hab/día). Por otra parte, entre los departamentos con menor generación per cápita de residuos sólidos municipales de procedencia domiciliaria destacan Pasco (0.41 kg/hab/día), Moquegua

(0.43 kg/hab/día), Tacna (0.44 kg/hab/día), Huancavelica y Huánuco (ambos con 0.45 kg/hab/día). (Defensoria del Pueblo, 2019, pág. 32).

A nivel local, según el Ministerio del Ambiente en el año 2008 la ciudad de Huancavelica generó una cantidad de 202 ton/día de residuos sólidos, esto debido muchas veces a la falta de conocimiento y educación en el manejo adecuado del reciclaje de los residuos generados a diario por cada poblador huancavelicano, produciendo de esta manera un efecto perjudicial en el medio ambiente, afectando el equilibrio ambiental en la ciudad. Según el Ministerio del ambiente, (2010, pág. 56) “el distrito de Huancavelica in situ el año 2009 genero 0.10 ton/día y 3 ton/mes de residuos sólidos inorgánicos re aprovechables”.

En la ciudad de Huancavelica la baja educación ambiental en cuanto a reducir, reutilizar, reciclar y recuperar los residuos sólidos y la poca cultura del reciclaje que tienen los pobladores, hace que los mismos carezcan del conocimiento que se tiene de las propiedades del papel, para su uso como valor agregado en el concreto; generando desperdicios innecesarios como es del papel, que bien al ser reciclado se le puede dar un mejor uso, generando otros productos o nuevos materiales de construcción a base de papel con mejores propiedades generales o específicas.

Por otro lado, en la ciudad de Huancavelica las construcciones a base de concreto son ya en su mayoría, pero lo que se busca son alternativas de construcción que brinden seguridad, comodidad y confort; que a su vez sean amigables con el medio ambiente y reduzcan el costo de materiales.

Cabe resaltar que, a través de lo largo del tiempo en el sector de la construcción, el ser humano ha hecho modificaciones, utilizando diversas materias primas para producir nuevos materiales que ayuden de manera benéfica a la construcción y tengan una mejor adaptación al momento de ser utilizados, debido a que los procesos de elaboración del concreto generan contaminación ambiental y agotamiento de los recursos naturales.

También resaltaremos que es preocupante la explotación insostenible de los recursos naturales para la producción de los agregados, que altera el medio ambiente, lo cual hace que tengamos la imperiosa necesidad como parte de la sociedad y futuros

profesionales de crear nuevas alternativas de diseño de concretos más ecológicos en la que se mejore ciertas propiedades en sí y pueda ser viable para la construcción de ciertas estructuras, a la vez que ayude a disminuir la polución del medio ambiente con el aprovechamiento de los papeles desechados, que ya por si en la ciudad de Huancavelica se encuentra en cantidades considerables.

Por ello que, la investigación de insumos o suministros que se hallen a manera de desperdicio para la incorporación a nuevas alternativas de concreto que ayuden a mitigar la contaminación ambiental, es una de las inquietudes de la industria de la construcción, impulsando así a la pesquisa de desechos reutilizables para poder insertarlos en nuevas alternativas de concreto.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo influye el papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad Huancavelica?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo influye el 5% de papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad Huancavelica?
- ¿Cómo influye el 10% de papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad Huancavelica?
- ¿Cómo influye el 15% de papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad Huancavelica?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia del papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la influencia del 5% de papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica.
- Determinar la influencia del 10% de papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica.
- Determinar la influencia del 15% de papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica.

1.4. Justificación

Uno de los temas primordiales en el mundo de la construcción es la búsqueda de nuevas y mejores alternativas para satisfacer los distintos requerimientos del mercado, en donde las estructuras a base de concreto tengan mayor y buena resistencia, a la vez que afiancen una definida vida útil, optimizando la utilización de los materiales; y todo ello alineados a la conservación y atención del medio ambiente. Por todo ello que se toma mayor énfasis en el concreto, en vista de que es el material mayormente usado en la construcción, y esta a su vez con el paso del tiempo va reemplazando sus materias primas habituales por materiales más ecológicos, en donde puede incluir la utilización de residuos reciclables en su composición.

La atención, a este trabajo de investigación, aflora ante la actual problemática medio ambiental que afrontamos en el planeta, cuya motivación es originar un efecto positivo en el medio ambiente; por ello la importancia de la investigación, el cual es aportar con discernimiento a cerca del empleo de desechos reciclables en el concreto, en donde se busca minimizar estos residuos y disminuir la dependencia de las materias primas.

De esta manera como próximos profesionales a desarrollarnos en el ámbito de la Ingeniería Civil tenemos la responsabilidad de innovar con productos nuevos para la mejora del área de la construcción que vaya de la mano con el medio ambiente, por ende planteamos la preparación de un concreto a base de papel reciclado, demostrando que es viable hallar una manera nueva de hacer uso este residuo sólido generada en abundancia en nuestra ciudad y ante todo disminuir significativamente el uso de los

recursos naturales (agregados) de nuestro planeta, todo ello manteniendo un concreto durable y estable que permita una buena resistencia a la compresión del concreto y sea viable para la utilización en estructuras resistentes y con una buena vida útil determinada.

Con esta nueva propuesta de concreto para fines constructivos planteamos producir un concreto a base de desechos solidos de los pobladores de Huancavelica como es el papel, así generando datos verídicos que permitan tomar decisiones en el sector de la construcción y contribuir de primera mano con los especialistas en temas relacionados al ámbito, para venideros trabajos de investigación en merced del medio ambiente.

1.5. Limitaciones de la investigación

1.5.1. Limitaciones de ensayos

El trabajo de investigación, se limita al estudio y análisis de la resistencia a la compresión del concreto a base de papel.

1.5.2. Limitaciones de información

En la tesis que se presenta, se trabajó bajo referencias de otras tesis de investigación, resaltando que, dentro del ámbito del departamento Huancavelica los estudios realizados a base de papel reciclado son limitados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel Internacional

Almengor, Gutierrez, Moreno y Caballero (2017), realizaron el siguiente artículo científico *“Reciclaje de materiales para la elaboración de bloques bioamigables”*, cuyo objetivo principal de estudio fue realizar diversos diseños de mezclas en variadas proporciones, donde se elaboraron bloques en la provincia de Chiriquí, Republica de Panamá ; manteniendo constante la cantidad del cemento y variando las cantidades de los agregados por el vidrio molido y del papel periódico (agua en un 14%, cemento en un 14%, papel en un 24% y el vidrio en un 48%), así mismo una vez ya realizados los bloques con la dosificación ya mencionada se realizaron ensayos regidos por la siguiente norma COPANIT N° 48 del año 2001 para bloques de concreto no estructural y estructural. Obteniendo como resultado: la resistencia obtenida por el grupo de bloques fue de 334.70 lb/plg², donde comparando con la norma COPANIT N° 48 del año 2001 en la que pide una resistencia de 600 lb/plg², en la que representa un 56% de lo que exige en dicha norma en primera prueba del grupo de bloques; llegando así a las siguientes conclusiones: el uso del papel así como del vidrio pueden ser utilizados como materiales de construcción, la nueva mezcla diseñada en el trabajo de investigación fue similar a la mezcla con la que se trabajó con los materiales tradicionales.

Ravindra, Aktar y Batham (2015), trabajaron el artículo científico titulado *“Application of Paper Waste in Cement Concrete”* , en la que tuvieron como objetivo de estudio: Realizar ensayos con la utilización de desechos de papel con diferentes proporciones de 0%, 10 %, 15% y 20 %, cuyo objetivo fue alcanzar una resistencia a la compresión confiable para ser utilizados en diferentes proyectos de construcción; establecer las características básicas del concreto como la densidad, compresión, absorción de agua entre otros; minimizar el precio de producción del concreto con la

adición de desechos de papel. Obteniendo los siguientes resultados: La densidad de la mezcla con la adición de papel incrementa en un inicio pero disminuye progresivamente al agregar más papel reciclado, arrojando los resultados en la que a los 7 días, la resistencia a compresión aumenta de 31.33 N/mm² a 32.44 N/mm² con una adición del 10% de papel reciclado, en la que posteriormente disminuye a 30.22 % N/ mm² al adicionar a la mezcla un 10% más; la resistencia a la compresión promedio realizado a los 7 días de los diferentes ensayos con adición de 0%, 10%, 15% y 20% es 31.11 N/mm², 32.44 N/mm², 31.56 N/mm² y 30.22 N/mm² respectivamente y teniendo los siguientes resultados de 35.41 N/mm², 36.47 N/mm², 35.92 N/mm² y 34.75 N/mm² respectivamente; la densidad incremento en un inicio con la adición de papel en 10% obteniendo un valor de 22387 N/mm³ a 2399N/ mm³ los 7 días, en la que disminuyo de 9390 N/mm³ a 2383 N/mm³ con una afición de 15%. Llegando a las siguientes conclusiones: El concreto trabajado con adición de papel mostro un aumento del 3.0 % y 1.4 % en la resistencia a compresión, paulatinamente, en comparación con la mezcla de control, en la que existió una disminución del 1.9 % al agregar el 20% de residuos reciclados; el costo de producción del concreto habitual en comparación con el concreto de control, se reduce en 1.5%, 2.2% y 3% con la adición de 10%, 15% y 20% de papel reciclado.

Elizalde (2005), desarrolló la investigación nombrada “*Caracterización de mezclas de mortero a base de celulosa / papel reciclado para fabricación de elementos constructivos*”, la tesis tuvo como objetivo general establecer una dosificación adecuada de la mezcla de papel, cementantes, agregados pétreos y aditivos, para así obtener un concreto resistente a la compresión; y como objetivos específicos: identificar cada proceso de fabricación y los equipos que se utilizaron; definir el proceso de análisis experimental, de acuerdo a la información recolectada sobre las investigaciones relativas a este material de investigación; se determinó la mezcla optima, a través de los métodos experimentales en diferentes dosificaciones. Llegando a los siguientes resultados: Las muestras M2, M3 Y M5, no pudieron soportar resistencia a la compresión admitida, debido a que en el diseño de estructuras para mampostería es de 40 kg/cm² para los morteros de acoplo, y para los morteros de relleno es 125 kg/cm² y para piezas es 60 kg/cm²; mientras que la mezcla M8 alcanzó

46 kg/cm² y obtuvo la mayor resistencia a la compresión comparado a las mezclas M4, M6, M7, M9 Y M10; mientras que la muestra M15 alcanzo un resultado bastante favorable con un valor de 134 kg/cm² de resistencia a la compresión; alcanzando su valor máximo entre las 22 muestras realizadas en el laboratorio. Conclusiones: Al realizar las 22 muestras de mezclas, se obtuvo que la muestra M15 es la que mostró un mejor resultado en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas; utilizar el mortero a base de papel reciclado en hileras largas es lo menos recomendable en el aprovechamiento de la celulosa en la utilización del mortero; utilizar el aditivo sika viscoconcrete 20H y el aditivo Sikalite ayudaron a mejorar las propiedades físicas tanto como mecánicas de la mezcla, mas no ayudaron a manejar su trabajabilidad; en caso del papel crepe no es adecuado para la realización de bloques, se tendría que cambiar el tiempo y la forma del vibrado.

Cervantes, Valdez y Gonzales (2010), elaboraron el siguiente artículo científico *“Una construcción elaborada con muros de papel y cartón comprimidos más otros residuos valorizables ”* en la Universidad de Guanajuato, México. Su objetivo principal era reutilizar los desechos recuperados de la basura, usando moldes para levantar las paredes naranjas desde abajo. El molde está hecho de dos paneles de madera de pino de 1 pulgada de espesor, 2 pulgadas de ancho y 2 metros de largo, 2 tornillos de 20 centímetros y 1/2 pulgada de diámetro con tuercas. Como resultado se visualizó pandeo en algunos muros a un tercio de la altura del muro y no deshidratado por completo donde se colocó el molde y se prensó, para que así al secarse los muros queden rectos. En la cual llegaron a las siguientes conclusiones. Se construyó un muro de 14,724 m² con un espesor de 15 cm, produciendo 2,2086 m³ de residuos valorizables. Recomendando que se utilice este tipo de recurso recuperable, debido a que los resultados de esta experiencia muestran lo bueno que es utilizar estos recursos, ya que tiene una vida útil de 15 años, manteniendo una buena presentación, belleza estética y sobre todo resistencia en el tiempo. Cabe señalar que el costo de este tipo de diseño tradicional es la parte más económica de este diseño de construcción.

Amores (2013), ejecutó la investigación: *“El papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato provincia de Tungurahua y su incidencia en la resistencia del hormigón”* Ambato, Ecuador. El propósito general fue investigar la

utilidad del uso de papel reciclado para bloques de concreto como material alternativo para reducir la contaminación ambiental. Y como objetivos específicos establecer lugares estratégicos para la recolección de residuos de papel para la elaboración de un prototipo de bloque ecológico; definir la dosificación ideal para la realización del bloque, indicando los porcentajes adecuados de los materiales para la producción del bloque ecológico; hacer un análisis de todas las posibles ventajas del nuevo bloque deseado; definir el costo del bloque ecológico. Teniendo los siguientes resultados: En el primer grupo de diseño en la que se encuentran las probetas con diseños convencionales dieron en promedio una resistencia a compresión de las cuatro muestras de 82.23 Kg/cm² y en el segundo grupo con diseños incorporados con residuos de papel dio 26.62 Kg/cm² como resistencia a compresión; el peso promedio del primer grupo de los concretos convencionales es de 20.7 Kg y de los concretos con adición de papel reciclado es de 12.8 Kg.

Por otro lado Saldaña, Rosales y Muñoz (2016) trabajaron el artículo científico con el título *“Reutilización de papel reciclado en la producción de material de construcción aislante térmico y acústico”*. Cuya investigación tuvo como objetivo: Producir ladrillos económicos y sostenibles utilizando residuos de papel y aserrín. Obteniendo los siguientes resultados: Los ladrillos ecológicos eran muy resistentes cuando se exponían al fuego y tuvieron una densidad baja de 0.79 g/cm³ en comparación con los ladrillos convencionales. Estos ladrillos, fabricados con la adición de papel y aserrín, no mostraron deterioro a la observación y por lo tanto mostraron una aceptable resistencia al ataque de microorganismos e insectos; los ladrillos obtuvieron una absorción mínima de 8.5×10^{-3} % del peso inicial en comparación con otros ladrillos. La resistencia a compresión fue de 6.8 Kg/cm². Los siguientes resultados fueron obtenidos: Se ha llevado a cabo el desarrollo de nuevos ladrillos aislantes adecuados para zonas donde se necesita ahorro. El nuevo prototipo de ladrillo mostró propiedades mecánicas satisfactorias y excelentes propiedades como material de construcción; Las propiedades mecánicas de los nuevos ladrillos fueron 1,36 veces superiores a las mostradas para los ladrillos comerciales. Los ladrillos vierten una densidad que se puede usar en lugares altos sin agregar una base; haciéndolos bastante manejables.

2.1.2. A nivel Nacional

Alva, Araujo, Guerra, Narciso y Narciso (2017), elaboraron el artículo científico *“Resistencia a la flexión de paneles elaborados con papel reciclado, cemento y yeso”*. Donde tuvieron como propósito evaluar los paneles para cada porcentaje de yeso agregado en un 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, así mismo realizaron el ensayo a la resistencia a compresión. Alcanzaron los resultados siguientes: Con 0% de yeso adicionado, la resistencia a flexión es 150 psi; con 0.5% de yeso adicionado, la resistencia a flexión es 151.7 psi; con 1% de yeso adicionado, la resistencia a flexión es 155 psi; con 1.5% de yeso adicionado, la resistencia a flexión es 158 psi y con un 2% de yeso aumentado se obtuvo 169,2 psi en la resistencia a flexión. Y los ensayos a flexión a las planchas de drywall también arrojaron 98 psi de resistencia a la flexión promedio. Llegaron a las siguientes conclusiones: se acelera el proceso de fraguado de los nuevos paneles con papel y cemento al agregar yeso; se logra una mayor resistencia a flexión de los paneles al agregar un 2% de yeso; realizando una comparación entre los resultados de los paneles de papel, yeso y cemento y los paneles de drywall se concluye que los paneles de papel, cemento y yeso obtienen mayores resistencia que los paneles de drywall; estos nuevos paneles dan como producto a un material óptimo para zonas rurales y también son económicas.

Barriga y Bernardo (2016) realizaron la investigación titulada *“Aplicación y estudio de las propiedades de las celulosas recicladas obtenidas del papel periódico como una adición para el concreto”*, el propósito general fue realizar el diseño de un concreto en la cual se reemplazó parte del cemento por la celulosa del papel periódico y por ende determinar las propiedades que produce la celulosa en este nuevo diseño de concreto y como objetivos específicos se determinaron: estudiar al concreto en estado fresco y endurecido una vez añadida la celulosa proveniente del periódico; elaborar un adecuado prototipo del nuevo elemento prefabricado; obtener una mezcla de mortero óptimo en base a la adición de la celulosa para su posterior procesamiento en el elemento prefabricado. Obtuvieron los siguientes resultados: se elaboró un concreto en base a papel periódico, en la que sustituyó la celulosa del periódico una parte del cemento en el porcentaje adecuado para así obtener un concreto viable y útil. Llegaron

a las conclusiones siguientes: Debido a su peso, su resistencia a la flexión, su resistencia a la cohesión y debido a su porcentaje de absorción de este material se le permite dar distintos usos para elementos en interiores; en el gran porcentaje de los casos, la celulosa afecta el tiempo de fraguado inicial disminuyendo el tiempo normal de la mezcla, más aun incrementa el tiempo de fraguado en su etapa final; uno de los beneficios con mayor relevancia de la adición de celulosa en el concreto es el déficit del peso unitario, cabe resaltar que con una sustitución en el cemento por el 5% de celulosa, el peso unitario de la muestra experimentada decreció en un 19.25% respecto al concreto convencional.

López (2014), ejecutó la investigación con el nombre “*Estudio de materiales compuestos obtenidos a partir de lodos celulósicos de la industria papelera, cemento y arcilla*”, teniendo como finalidad: el análisis de las propiedades de la mezcla de lodo del papel, del cemento y de la arcilla del tipo bentonita sódica en diferentes porcentajes, de esta manera producir un material de construcción adecuado y a un bajo costo en Perú, llegando a los siguientes resultados: se percibe que por la naturaleza hidrófila que tienen las fibras celulósicas del papel, la absorción del agua incrementa a medida que se va añadiendo lodo de papel a la mezcla; se advierte que la absorción del agua decrece a medida que el porcentaje de la bentonita sódica aumenta y disminuya el porcentaje de lodos del papel; a partir del 15 % de adición de bentonita sódica la absorción de agua disminuye, puesto que la bentonita sódica tiende a hincharse en la superficie del material cuando hace contacto con el agua, cubriendo los poros existentes del material e impidiendo que el agua pase por el fondo de la mezcla, este hecho también demuestra las propiedades que tiene la bentonita sódica como agente impermeabilizante. Concluyendo lo siguiente: Se analizó las mezclas a partir de los celulosas de la industria de papel, cemento y la arcilla tipo bentonita, lográndose fabricar materiales útiles para la construcción; la mejor combinación resultó del compuesto de cemento con un 45%, de papel con un 55% y bentonita sódica con un 15%, ya que el resultado mostro una elevada resistencia a flexión con un valor de 10.9 MPa, también arrojó un momento de rotura igual a 100.2mmN/mm, el valor obtenido de manipulabilidad fue 34.3 mmN/mm, 144.7 Kg/m³ fue el valor de la densidad y la absorción de agua tuvo un valor de 13.62%; se demostró que la bentonita

sódica puede ser utilizada como un aditivo en el material, pues incrementó la resistencia a flexión del material compuesto de un valor de 9.55 MPa hasta un valor de 10.85 MPa, permitió alcanzar 30.9 MPa de resistencia a compresión y permitió reducir la absorción de agua de la mezcla desde un valor de 15 % de su utilización de bentonita sódica.

Moreno y Ponce (2017), desarrollaron la investigación titulada “*Características físicas y mecánicas de la unidad de albañilería ecológica a base de papel reciclado en la ciudad de Trujillo*”, donde su objetivo principal fue la determinación de características físicas como también mecánicas del ladrillo ecológico con un diseño de mezcla adecuado a base del reciclaje del papel; sus objetivos fueron: establecer un prototipo de unidad de albañilería a base del reciclaje del papel; determinar el equipo para realizar la elaboración del moldeado del ladrillo ecológico; determinar el procedimiento de la producción de la unidad de albañilería; establecer el diseño de la mezcla apropiada para la fabricación del ladrillo ecológico. Siendo el tipo de diseño de la investigación Experimental Puro. Teniendo como resultados: Se percibió que el porcentaje en ambos grupos trabajados supera el 100%, en donde el primer grupo arrojó un resultado de 291% y para el segundo grupo un valor de 279% de absorción de agua; las unidades de albañilería ecológica del primer grupo de mezclas se les sometió a una carga distribuida de un valor de 500 Kgf, en la que arrojaron una deformación con un valor de -0.05, ocasionando una disminución en la altura de 50 cm, más en el grupo dos se les sometió a una fuerza de 1000 Kgf, en la arrojaron una deformación de -0.05, obteniendo una disminución de altura de 0.52 cm. Llegaron a las conclusiones siguientes: La unidad de albañilería tiene las medidas de 23cm x 13 cm x 10cm, en la que contiene 2 huecos de 3 cm de diámetro cada una; el equipo con la que se trabajó para un moldeado adecuado es la prensadora de papel; de los ensayos realizados en laboratorio para los dos diseños de mezcla se concluyó que pueden darse uso para la tabiquería no estructural; la dosificación en peso del diseño de mezcla del ladrillo ecológico es la siguiente: cemento/papel/agua tiene la relación de 1: 3: 1.5, el peso promedio fue de 1093.79 gr, identificando un ladrillo ecológico resistente a caídas y sin fisuras registradas.

Reyna (2016), trabajó la investigación titulada *“Reutilización de plástico de Pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo”*, cuya finalidad principal fue definir los resultados referidos a la reutilización del papel como residuo, plástico PET y los residuos de bagazo de caña de azúcar; esto para producir un concreto como materia prima en la construcción de casas a un costo bajo, donde se utilizó en su composición cemento portland - Extra Forte, arena gruesa, grava de ½”, desechos de papel, plástico PET y bagazo de caña de azúcar. Los residuos de papel reemplazaron a la arena gruesa en porcentajes de peso en un 5%, 10% y un 20%. Obteniendo los siguientes resultados: con la sustitución de residuos de papel al 0% la resistencia a la compresión es 353.55 kg/cm², con la sustitución al 5% la resistencia a la compresión es 235.74 kg/cm², con la sustitución al 10% es 169.39 kg/cm² y con la sustitución al 20% es 83.00 kg/cm²; el trabajo de análisis se realizó utilizando agregado convencional en un volumen de 1 m³ de concreto con $f'c=210$ kg/cm² y otro diseño con 20% de PET plástico, donde la diferencia entre concreto convencional y concreto nuevo fue de s/. 14.25 soles. Llegaron a las siguientes conclusiones: Se definió un diseño de mezcla del concreto con adición de papel, de plástico PET y bagazo de caña de azúcar, en proporciones en peso de 5%, 10% y 20%; para los residuos de papel y bagazo de caña de azúcar se necesitó utilizar aditivos para mejorar la resistencia a compresión.

2.1.3. A nivel Local

No existe registro de antecedentes de estudios similares al presente proyecto de investigación, desarrollados en la región de Huancavelica.

2.2. Bases Teóricas de la investigación

2.2.1. Residuos sólidos

Los residuos sólidos son materiales desechados que no tienen valor económico por lo general para las personas, conocidos informalmente como "basura". En esta categoría también entran los materiales semisólidos (barro, sanguaza, lodo, etc.), así como también los materiales producidos por fenómenos de la naturaleza. Teniendo en

cuenta que las aguas residuales (agua contaminada con heces y orina) no son desechos sólidos. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, 2014)

También se puede definir a los residuos sólidos como sustancias inutilizables o sustancias que no tienen un "valor de utilidad directo" para el que lo genera y deben eliminarse. Son sustancias, productos o subproductos sólidos o semisólidos que son de riesgo para el medio ambiente y la salud cuando no se manipulan adecuadamente. Estos residuos se generan principalmente a partir de acciones de consumo y producción de bienes y servicios. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020)

Por ende, podemos definir a los residuos sólidos como sustancias o productos que se encuentran en estado sólido que no necesitamos, pero que a su vez pueden ser reaprovechables.

2.2.1.1. Clasificación de los residuos sólidos

En Ministerio del ambiente (2016) menciona que: “Los residuos sólidos se clasifican según Ley N° 27314: Ley general de residuos sólidos” (pág. 8). Tal como se describe a continuación:

A. Según su origen

- ✓ **Residuos de los domicilios:** Generados por las acciones domésticas, como revistas, latas, desperdicios de alimentos, botellas y otros.
- ✓ **Residuos de centros comerciales:** Son los residuos generados por los locales comerciales de bienes y servicios, tenemos a los plásticos, papeles, latas, desechos de aseo personal, entre otros.
- ✓ **Residuos de limpieza pública:** Son el producto de la acción de los servicios limpieza de pistas, plazas y demás zonas públicas, tales como vegetación, papeles, envoltorios, plásticos y otros.
- ✓ **Residuos de establecimientos de salud:** Son aquellos residuos generados por las tareas para el cumplimiento e indagación médica en centros como: clínicas, hospitales, puestos de salud, consultorios médicos, laboratorios

clínicos y demás relacionados; tales como agujas, algodones, gasas, entre otros.

- ✓ **Residuos del sector industrial:** Residuos producto de actividades de los distintos sectores industriales, tal como la industria minera, manufacturera, química, pesquera, energética y demás relacionados. Tenemos a las cenizas, lodos, vidrios, papeles, plásticos; y estos en gran mayoría están combinados con materiales peligrosos.
- ✓ **Residuos de actividades de construcción:** Son los residuos producto de las acciones de construcción y demolido de obras, como los desmontes de construcción, piedras, maderas, bloques de cemento y afines.
- ✓ **Residuos de actividades agropecuarias:** Son los residuos producto de las actividades pecuarias y agrícolas, tales como recipientes de fertilizantes, agroquímicos, plaguicidas y afines.
- ✓ **Residuos de lugares o actividades especiales:** Residuos producidos en infraestructuras, generalmente de mayor dimensión y peligro en su operación, con la finalidad de brindar determinados servicios públicos o privados, como los residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales, aeropuertos, puertos, etc.

B. Según su gestión

- ✓ **Residuos de gestión municipal (provinciales y distritales):** Se encuentran los residuos de fuente doméstico (papel, botellas, latas, desperdicios alimenticios, pañales desechables, etc.); producidos por los comercios (embalajes, desperdicios de aseo personal, papeles, etc.); generados por la limpieza urbana (limpieza pistas y verdeas, parques, malezas y afines) y de productos procedentes de actividades que originan desechos de ésta índole, por lo que deben depositarse en rellenos sanitarios.
- ✓ **Residuos de gestión no municipal:** Residuos que, debido a la manipulación a la que deben ser sometidos, desempeñan un peligro significativo para la salud o el medio ambiente; así como los desechos de metal que tengan

mercurio o plomo, restos de plaguicidas, herbicidas y afines. Estos tienen que ser dispuestos en los rellenos de seguridad.

C. Según su peligrosidad

- ✓ **Residuos sólidos peligrosos:** Son residuos que por las características o la manipulación al que son o serán sometidos, simbolizan un riesgo representativo en la salud y el ambiente.
- ✓ **Residuos sólidos no peligrosos:** Son residuos generados por las personas en cualquier momento y ámbito de su vida y que no representan riesgo alguno a la salud y el medio ambiente.

2.2.2. Reciclaje de residuos sólidos

Cuando hablamos de reciclaje, generalmente se nos viene a la mente el hecho de recuperar los desechos sólidos para reutilizarlo como materia prima para nuevos productos, con la finalidad de obtener beneficios ecológicos en bien del medio ambiente. Flores y Gonzales (2019) afirman: “Reciclar se basa en la recuperación de la porción útil de un material por medio de su extracción y reprocesamiento” (pág. 13). Así podemos definir la palabra reciclaje como “el proceso por el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se regresan a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la elaboración de nuevos productos” (MINAMBIENTE, 2018, pág. 15).

De lo anterior, destacamos que la importancia del reciclaje conlleva a un proceso sencillo que ayuda a solucionar muchos de los problemas que provoca el estilo de vida moderno. Mediante el uso de materiales reciclados en el proceso de elaboración, podemos preservar una mayor cantidad de recursos naturales no renovables, también se puede ahorrar recursos renovables como los árboles y además que el uso de productos reciclados reduce el consumo de energía (Fundación EROSKI, 2015).

2.2.3. Papel reciclado

El papel es un producto básico que se elabora hace varios siglos atrás (desde el siglo II d.C). Por varios siglos se fabricó a partir de desechos de fibras que contenían fibras celulósicas (Aguilar, 2004).

La fundación EROSKI (2015) refiere que el papel es un bien fabricado a partir de fibras de celulosa vegetal que forman láminas finas. El papel tiene una muy corta vida útil y una vez usada se convierte en basura. En una bolsa de basura, el cartón y el papel ocupan en peso un aproximado del 20% y en volumen el 55%. La eliminación de materiales de papel conlleva costos energéticos, medioambientales y económicos que no podemos permitirnos.

Además de lo antes mencionado se afirma que la celulosa es la principal materia prima usada en la producción del papel; la cual deriva primordialmente de madera de los árboles, de fibras vegetales provenientes de arbustos como el algodón o el lino, así como también de las fibras obtenidas mediante el reciclaje del cartón y papel. (Reyna, 2016, pág. 16)

Es así que Aguilar (2004) concluye que los beneficios de la utilización de papel reciclado son claros: menos tala de los árboles, ahorrando energía. De hecho, para producir papel a partir de celulosa virgen se necesita de mucha energía, agua y madera; y de otro lado, se requiere 100 veces menos parte de agua y un tercio de energía para llegar a tener la misma cantidad de papel reciclado, y no utiliza madera del bosque.

La utilización como materia prima de papel reciclado en la producción de pasta se ha incrementado en los últimos años, y algunas fábricas dependen casi por completo del papel reciclado. En algunos países, el papel reciclado es separado antes del recojo de los residuos domésticos. Y en otros países los clasifican según su clase (cartón ondulado, periódico, papel sin madera, papel mixto, etc.) en una planta especial de reciclaje (León & Fuentes, 2012, pág. 63).

Según Amores (2013) clasifica los tipos de papel de desecho, los cuales pueden ser fácilmente reciclados para su reutilización de la siguiente manera:

2.2.3.1. Papel bond blanco

Esta categoría incluye recortes y papeles blancos nuevos; asimismo incluye papel bond, cartulinas, cartulinas esmaltadas sin recubrimiento de crema y otros tipos de cartulinas blancas limpias. El papel blanco impreso solo se acepta si es diluible en agua (hojas con tinta verde, azul u hojas de cuaderno).

Este papel rara vez están disponibles desde casa. Las instalaciones de producción más grandes son imprentas (residuos de guillotina), instituciones públicas e instituciones educativas. Es de gran importancia apartar cuidadosamente las hojas del papel bond blanco impresas, teniendo en consideración que existe gran cantidad de materias extrañas (restos, tintas, otros.) los cuales reducirán la calidad del material seleccionado.

2.2.3.2. Papel bond impreso

Esta categoría incluye todos los tipos de papel bond blanco impreso, entintado o escrito. Además, se incluye a los papeles generados en las oficinas, los papeles de periódicos, las hojas de fax, impresiones láser, copias, papeles de imprentas, hojas de libros y revistas impresos en papel bond sin color fuerte. Algunas revistas tienen impresiones fuertes en papel esmaltado o papel couché, estos deben de evitarse y excluirse de esta categoría.

Esta clasificación también incluye todos los recortes o papel de colores ligeros, ya sea impreso o sin imprimir. También están los papeles bond de copias, colores rosados y demás tonos bajos; y si están impresas deben ser mínimas cuya tinta sea soluble agua. Los rollos de papel higiénico limpios y las servilletas también están incluidas en esta clasificación.

2.2.3.3. Papel Kraft

Entran en esta categoría los papeles usados para envolver materiales o alimentos. Debido a la alta adhesividad de estos papeles, el tiempo de trituración es considerablemente largo. Por lo tanto, estas fundas y recortes deben empaquetarse por separado y no deben mezclarse con otros tipos de fibra. En esta clasificación encontramos las fundas de las bolsas de cemento en estado limpio, las fundas de los

sacos azúcar y otros insumos. Así también, se incluyen a los sobres manila, pliegos y tubos de papel Kraft.

2.2.3.4. Cartón

Mayormente está compuesto por 3 capas. En su parte interna está compuesta por una capa de corrugado fino o grueso para que este estable; esta capa se encuentra envuelta con papel Kraft por ambos lados de blanco o café.

Existen 2 clases de cartón:

- **Cartón de primera:** Son las cajas de cartón que han sido vendidos, pero se usó mínimamente y no está dañada. En general, este material también se caracteriza por la buena condición en la que se encuentra, debido a que están cubiertas por etiquetas y grapas. Estos cartones suelen estar disponibles en supermercados y tiendas de comestibles.
- **Cartón de segunda:** Se consideran a los cartones usados provenientes del reciclaje en la calle y de los servicios de recojo de residuo de las municipalidades. Mayormente se encuentran en muy mala condición, porque se encuentran inmundos, con presencia de humedad y deteriorados.

2.2.3.5. Plegadiza

En esta categoría se encuentran todos los envases de cajas de productos comestibles (galletas, productos lácteos, jugos, y afines), los recipientes tetra pak, envases de cartulina doble para productos farmacéuticos, los recortes de "cartulina duplex". Por lo que es una cartulina de fácil de identificación porque tiene dos capas: una capa blanca de fibra larga lisa o esmaltada y la otra formada por fibra corta (periódico).

2.2.3.6. Papel periódico

Esta categoría incluye todos los periódicos, ediciones y cuadernos de papel periódico, las hojas de guías telefónicas, libros y afines que contengan papel periódico impreso en general. Este tipo de papel es un papel de fibra corta de color gris o amarillo.

2.2.4. Concreto

Es la mezcla de cemento portland, agregado fino y grueso, aire y agua en porcentajes apropiados, con la finalidad de conseguir determinadas propiedades específicas, particularmente en cuanto a la resistencia. El concreto se logra cuando reaccionan químicamente el cemento y el agua, combinando las partículas de agregado para formar un producto no uniforme. De vez en cuando, se agregan aditivos al concreto con el propósito de mejorar o cambiar ciertas propiedades (Abanto, 2009, pág. 11).

2.2.4.1. Componentes del concreto

2.2.4.1.1. Cemento Portland

Es un producto comercial que, al ser mezclado con piedra, arena o con otros insumos parecidos, o ya sea solo, reacciona muy despacio al contacto con el agua hasta que se forme una masa dura. Es un Clinker que fue molido finamente, producto de la cocción a altas temperaturas de mezclas que incluyen porcentajes específicos de cal, hierro alúmina, y sílice. (Abanto, 2009, pág. 15).

Torre (2004) refiere que el cemento se vende en los mercados peruanos en sacos que pesan 42,5 kg. que son de papel krap estirable tipo klupac, normalmente en 2 y 4 capas, dependiendo de las necesidades de transporte y manipulación. Determina los tipos de cemento, de la siguiente manera:

a) Cementos Portland sin adición

Son aquellos cementos que están formados por Clinker Portland y yeso (sulfato de calcio) en una proporción específica.

- ✓ **Tipo I:** Para uso general que no necesiten propiedades especiales de cualquiera de los otros tipos de cemento, se utiliza cuando el concreto no está propenso a ataques de sulfatos de suelo o agua o a altas temperaturas generadas por el calor de hidratación.

- ✓ **Tipo II:** Su uso es de manera general y especialmente si se requiere una resistencia moderada a los sulfatos o se desee moderado calor de hidratación.
- ✓ **Tipo III:** Usado para emplearse cuando se desea una alta resistencia inicial, se utiliza cuando es necesario retirar el encofrado casi de inmediato o cuando es necesario poner en servicio la estructura lo antes posible.
- ✓ **Tipo IV:** Usado para emplearse si se desea mínimo calor de hidratación.
- ✓ **Tipo V:** Usado para emplearse si se desea una mayor resistencia a los sulfatos.

b) Cementos Portland adicionados

Son cementos que aparte de clinker portland y el yeso, contienen dos o más componentes inorgánicos para ayudar a mejorar propiedades del cemento. Ejemplos: puzolana, escorias granuladas de altos horno, componente de cal, sulfato de calcio, incorporadores de aire.

- ✓ **Cementos IP y IPM:** Son cementos con aditivo de puzolana que tienen usos similares al Tipo I y se recomienda para trabajos de gran envergadura o con ataques agresivos de agua. Tienen mesurado calor de hidratación y resistencia a los sulfatos.
- ✓ **Tipo MS:** Son cementos con adición de escorias se puede utilizar en cualquier estructura de concreto, resisten a los ataques químicos y son aptos para ser usados en estructuras y suelos húmedos-salitrosos, cimientos y pisos. Tienen una resistencia moderada a los sulfatos y moderado calor de hidratación.
- ✓ **Tipo ICo:** Es un cemento tipo I perfeccionado en cuanto a la plasticidad, se usan en todo tipo de obras de concreto, principalmente en tarrajeos y para asentado de unidades de albañilería.

2.2.4.1.2. Agregados

Pasquel (1992) define que son elementos inertes del concreto y al ser juntados con la pasta de cemento forman una estructura resistente. Así mismo la calidad de los agregados juega un papel primordial en el producto final, ya que suponen aproximadamente las $\frac{3}{4}$ partes del total del concreto.

Denominados también áridos, los cuales son materiales inertes obtenidos del ambiente natural o artificialmente como es la trituración de rocas. Su importancia radica en que cuenten con buena durabilidad y resistencia a los elementos.

Según Abanto (2009) refiere que se clasifican en 2 grupos:

a) Agregado fino

Dentro de esta clasificación se encuentran la arena fina y gruesa, obtenidos de la trituración fina de la piedra natural, cuyas dimensiones pasan el tamiz 9.5mm (3/8”).

b) Agregado grueso

Dentro de esta clasificación se encuentran la grava y la piedra chancada. Estos agregados son obtenidos de la desintegración de las rocas, ya sea natural (grava o canto rodado) o mecánica (piedra chancada); sus dimensiones son retenidos en el tamiz 4.75mm (N° 4).

2.2.4.1.3. Agua de mezcla

El agua de mezcla adecuada para la producción de mortero o concreto es aquella agua cuya composición química señala ser apta para ser consumida por las personas (agua potable), es un agua natural bebible que no tenga sabor u olor notable. Esta agua permite la hidratación del cemento y que la mezcla sea manejable (Rivera, 2015, pág. 77).

2.2.4.1.4. Aditivo

Habitualmente se emplean los aditivos para mejorar el comportamiento del concreto. Existen diversos aditivos cuyo fin es retrasar o acelerar el tiempo de fraguado y el endurecimiento, también mejorar la durabilidad, la manejabilidad, para aumentar la resistencia, para disminuir la permeabilidad y para dotar o afectar otras propiedades del concreto (Nilson, 2001, pág. 36)

2.2.4.2. Propiedades del concreto

En referencia a estas propiedades, Torre (2004) menciona que estas se encuentran en el concreto tanto en estado fresco y endurecido, como a continuación se detalla.

2.2.4.2.1. Propiedades en estado fresco

Este estado comprende desde el mezclado hasta el fraguado del cemento. En este estado el desempeño del concreto va a depender de: la relación agua-cemento, nivel de hidratación, la temperatura y las dimensiones de las partículas.

a) Trabajabilidad:

Es la capacidad del concreto para ser mezclado, ser manejable y puesto en obra con gran facilidad, con cualquier medio disponible de compactación. Esta propiedad va a depender de: las dimensiones del elemento, secciones armadas y las condiciones de la puesta en obra.

Se obtendrá mayor trabajabilidad:

- ✓ Cuando contenga más agua. (Influye a que la resistencia sea menor)
- ✓ Cuando hay más finos. (Influye a que la resistencia sea menor)
- ✓ Agregados redondeados. (Influye a que la resistencia sea menor)
- ✓ Más cemento.
- ✓ Fluidificantes/plastificantes.

b) Consistencia:

Es el grado de facilidad máximo o mínimo de deformación o adaptación a una forma en particular del concreto fresco. Esta propiedad depende: de la calidad del agua para la mezcla, de la dimensión máxima del agregado, de la granulometría y la forma de los agregados.

Se tiene 4 tipos:

- ✓ Seca (vibrado potente)
- ✓ Plástica (vibrado normal)
- ✓ Blanda (apisonado)
- ✓ Fluida (barra)

Tabla 1: Consistencia - asentamiento

| Consistencia | Asiento (cm) |
|--------------|--------------|
| seca | 0 - 2 |
| plástica | 3 - 5 |
| blanda | 6 - 9 |
| fluida | 10 - 15 |

Fuente: Curso básico de tecnología del concreto (Torre, 2004)

c) **Exudación:**

Se genera cuando una parte del agua sube a la superficie del concreto como consecuencia de su separación de la mezcla; la exudación es un hecho clásico de sedimentación donde los sólidos se asientan dentro de la masa plástica y se produce inevitablemente en el concreto.

Se ve afectado por la finura del agregado y la finura del cemento. Cuanto más fina sea la molienda y mayor sea el porcentaje de material con un tamaño inferior a la malla N° 100, será menor la exudación pues se retendrá el agua de la mezcla. (Pasquel, 1992, pág. 141)

d) **Contracción:**

Esta propiedad acarrea gran importancia en cuanto a los problemas de fisuración que se presentan con mayor ocurrencia. Tenemos el tipo de contracción intrínseca, el cual es un proceso irreversible, se da cuando la pasta de cemento se contrae producto de la disminución de la cantidad inicial de agua por combinación química. También tenemos la contracción por secado, relacionado a la pasta de cemento, el cual es el principal motivo de las fallas por fisuración, puesto que se presenta en el estado plástico y en el endurecido, esto se da si se consiente la pérdida de agua en la mezcla. Este proceso es reversible pudiéndose recuperar una mayor parte de la contracción acaecida reponiendo el agua perdida por la acción del secado (Pasquel, 1992).

2.2.4.2.2. *Propiedades en estado endurecido*

❖ **Características Físico-químicas:**

a) **Impermeabilidad:**

Se sabe que es la capacidad con la que cuenta un material para dejar pasar un fluido por medio de sus poros. Se entiende que el concreto no es impermeable en su totalidad, pues este es un sistema poroso. Esta propiedad va a depender: de la fineza del cemento, del volumen del agua y la compacidad. Para obtener mayor impermeabilidad se tiene que mantener la relación agua – cemento muy baja o utilizar aditivos impermeabilizantes.

b) **Durabilidad:**

Esta propiedad depende de factores agresivos mecánicos, químicos o físicos; y aquellos con más influencia negativa son: las sales, el calor, factores contaminantes y la humedad.

Tabla 2: Factores que influyen en la durabilidad

| | |
|------------------|---|
| Mecánico | Vibraciones, sobrecargas, impactos. |
| Físico | Oscilaciones térmicas, ciclos de hielo y deshielo, fuego, causas higrométricas. |
| Químico | Contaminación atmosférica, aguas filtradas, terrenos agresivos. |
| Biológico | Vegetación o microorganismos. |

Fuente: Curso básico de tecnología del concreto (Torre, 2004)

c) **Resistencia térmica:**

- Bajas temperaturas hielo/deshielo
- Altas temperaturas >300° C.

❖ **Características Mecánicas:**

a) Resistencia a compresión:

Es determinada a través de muestras cilíndricas estandarizadas (diámetro 15cm y altura 30 cm), las cuales son puestas hasta la rotura por medio de cargas que se incrementan relativamente de manera rápida. Generalmente esta resistencia se mide a los 28 días de haber sido vaciado el concreto.

b) Resistencia a flexión:

Esta propiedad tiene importancia para el diseño de estructuras que estarán cargadas. Por lo general su valor equivale al 10% de la resistencia en compresión del concreto,

2.2.4.3. Tipos de concreto

Abanto (2009) determina los tipos de concreto de la siguiente manera:

- ✓ **Concreto simple:** es el concreto cuya mezcla está conformada por agua, cemento Portland, agregado grueso y fino.
- ✓ **Concreto armado:** es el concreto simple con armaduras de acero, esta armadura admite los esfuerzos de tracción o aumenta la resistencia a la compresión.
- ✓ **Concreto estructural:** es el concreto simple, en tanto éste es dosificado, mezclado, transportado y colocado, según a especificaciones determinadas, los cuales tienen que garantizar una mínima resistencia pre-establecida en el diseño y una apropiada durabilidad.
- ✓ **Concreto ciclópeo:** es el concreto simple complementado con piedras desplazadoras de 10" (máximo tamaño), llenando como máximo hasta el 30% del total del volumen.
- ✓ **Concretos livianos:** son concretos elaborados con agregados ligeros cuyo peso unitario está comprendido entre 400 a 1700 kg/m³.
- ✓ **Concretos normales:** son concretos elaborados con agregados comunes cuyo peso unitario está comprendido desde 2300 a 2500 kg/m³.

- ✓ **Concretos pesados:** son concretos elaborados con agregados de gran peso (magnetita, limonita y hematita), cuyo peso unitario está comprendido desde 2800 a 6000 kg/m³. Estos concretos son utilizados principalmente para la defensa biológica contra los efectos de las radiaciones nucleares. Estos concretos se usan para paredes de bóvedas, para pisos industriales, para la elaboración de contenedores de residuos radiactivos.
- ✓ **Concreto premezclado:** es el concreto cuya dosificación y mezclado se realiza en la misma planta o en camiones mezcladores, para después ser transportado a obra.
- ✓ **Concreto prefabricado:** son elementos de concreto simple o armado que son elaborados en un lugar distinto al punto final en la estructura.
- ✓ **Concreto bombeado:** es aquel concreto que es enviado mediante bombeo por tuberías hacia su posición final.

2.3. Bases conceptuales

- a) **Resistencia a la compresión:** Esta resistencia en un espécimen se establece dividiendo la carga aplicada por su sección transversal. El ensayo para determinar la resistencia a la compresión radica en aplicación de una carga axial de compresión a cilindros de concreto, a una velocidad de carga prescrita, hasta que la rotura. Los resultados del ensayo obtenidos para controlar la dosificación, la calidad del mezclado y la colocación del concreto. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, pág. 790)

Es una propiedad del concreto en donde se cuantifica la capacidad mecánica del concreto a soportar una fuerza proveniente del exterior (Torre, 2004, pág. 13)

2.3.1. Definición de términos

- a) **Dosificación.** es el empleo de proporciones apropiadas de cada elemento de la mezcla del concreto, con la finalidad de adquirir un concreto de excelente calidad (Abanto, 2009, pág. 34).

- b) **Espécimen:** es una porción del concreto, tomada para presentar las cualidades de la mezcla.
- c) **Tamaño Máximo:** es el tamaño del agregado como muestra que pasa por el tamiz de menor tamaño (Torre, 2004, pág. 44).
- d) **Influencia:** es la consecuencia y/o efecto que produce una cosa u objeto en otra.
- e) **Ensayo de los materiales:** son los ensayos que se realizan para certificar la calidad de los materiales utilizados; el ensayo para el cemento y para los agregados se efectúa mediante las normas NTP o ASTM; el ensayo del agua de realiza según la norma NTP 339.088 (Torre, 2004).
- f) **Resistencia:** la resistencia del concreto no es determinada en estado fresco, por ende el procedimiento típico para la establecer la resistencia es tomar muestras de la mezcla que después de ser curadas sean sometidas a ensayos de compresión (Abanto, 2009).
- g) **Patrón:** es la referencia a un objeto o sustancia que es usado como muestra para cuantificar cualquier magnitud.
- h) **Granulometría:** Es la repartición de las partículas de agregado de acuerdo al tamaño de estos. Dicha distribución se realiza por separación a través de mallas normalizadas según norma. (Abanto, 2009, pág. 24).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El papel reciclado en forma redondeada influye en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- El 5% del papel reciclado en forma redondeada influye en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica.

- El 10% del papel reciclado en forma redondeada influye en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica.
- El 15% del papel reciclado en forma redondeada influye en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica.

2.5. Definición operativa de variables

a) Variable Independiente:

Papel reciclado en forma redondeada (VI)

Dimensiones:

- ✓ Porcentaje de papel reciclado en forma redondeada

b) Variable Dependiente:

Resistencia a la compresión del concreto (VD)

Dimensiones:

- ✓ Diseño de mezcla

2.5.1. Operacionalización de la variable

Tabla 3: Operacionalización de variables

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores |
|--|---|--|---|-----------------------------|
| Variable independiente | | | | 5% |
| Papel reciclado en forma redondeada | Es la selección previa de papeles usados o papeles destinados a la basura, para posteriormente ser reutilizado en algún bien común. | Cantidad de papel reciclado en forma redondeada introducido en la mezcla del concreto | Porcentaje de papel reciclado en forma redondeada | 10% |
| | | | | 15% |
| Variable dependiente | | | | |
| Resistencia a la compresión del concreto | Es la propiedad en la cual se cuantifica la capacidad mecánica del concreto para tolerar una fuerza proveniente del exterior. | Resistencia del concreto cilíndrico para ser deformado o roto debido a una fuerza externa. | Diseño de mezcla | $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ |

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito temporal y espacial

3.1.1. Ámbito temporal

La presente investigación corresponde al periodo del 2021 – 2022, en la cual todos los ensayos practicados a las muestras se trabajaron en el centro del laboratorio de tecnología del concreto de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Huancavelica.

3.1.2. Ámbito espacial

Este estudio de investigación se realizó en el Laboratorio de tecnología del concreto, ubicada en la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Huancavelica; dentro del distrito de Huancavelica, provincia de Huancavelica y departamento de Huancavelica.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación de la presente de tesis es APLICADA.

Según Hermanos Lozano et al (2007, pág. 29), una investigación es de tipo aplicada o también conocida como tecnológica, ya que busca crear un nuevo conocimiento en la que se apoyara en otras ya existentes, en la que se utilizara como fuente confiable artículos científicos, libros y tesis antes realizadas referentes al tema realizado para llegar al objetivo deseado.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación del proyecto de tesis es EXPLICATIVA.

Gonzales, Oseda, Ramírez y Gave (2011) en su libro ¿Cómo aprender y enseñar investigación científica? refieren que en este nivel se busca el porqué de los sucesos

mediante la conectividad causa-efecto. En la que refiere que existe un antes y un después de haber sido manipulada esta variable en su estado inicial. También este nivel a través de la prueba de hipótesis puede hacerse cargo tanto de lo establecido en cuanto se refiere a las causas y efectos.

3.4. Método de investigación

Se identificó que se tiene como método de investigación en el método general al método científico y en el método específico se tiene al método experimental:

- a) **Método general:** En él presente método se tomará como método, el método científico. Zorrilla y Torres (1992) mencionan que este método estratégico conlleva a identificar las características del objeto de investigación o estudio.
- b) **Método específico:** El método es de la experimentación ya que el objeto de estudio será observado, descrito y analizado para obtener conocimientos nuevos científicos (Lozano et al., 2007).

3.5. Diseño de investigación

Se reconoce al “Diseño experimental” como diseño de investigación general, mientras que en el diseño específico se identifica al “Diseño Cuasi-Experimental”, en la que se le trabaja estratégicamente a la variable independiente, en la que es una táctica que tiene a la graficación como una bibliografía especializada que nos muestra (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014, pág. 128).

Como manifiestan Hernandez et al. (2014) en su libro Metodología de la Investigación que: “El Diseño Experimental está ligado a términos provenientes desde la antigüedad, así estando ligado a la palabra experimento, quien refiere una manipulación con toda intención de cambiar alguna variable para posteriormente ver sus resultados debido a acción modificada” (pág. 129).

GE: O1 X O2

GC: O3 O4

Siendo:

GE=Grupo experimental

GE= Grupo control

O1, O2 = Variables observadas del grupo experimental

O3, O4 = Datos observados

X= Tratamiento u estimulo con papel reciclado en forma redondeada

3.6. Población, muestra y muestreo

3.6.1. Población

En el presente trabajo de investigación la población está conformado por:

- ✓ 24 probetas cilíndricas de concreto de dimensiones de 15cm de diámetro y 30 cm de alto.

3.6.2. Muestra

La muestra que se consideró de la población es no probabilística de carácter intencional, en la que enseguida se menciona:

- ✓ 24 probetas cilíndricas de concreto de dimensiones de 15cm de diámetro y 30 cm de alto.

3.6.3. Muestreo

Al escoger la muestra se utilizó el tipo de muestreo que es no probabilístico de carácter intencional.

3.7. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.7.1. Técnicas

Las técnicas más importantes utilizadas en la investigación son:

- ✓ Búsqueda y Selección de documentos: Recopilar todos los datos e instrumentos necesarios ya sea de libros, tesis o artículos científicos para posteriormente utilizarlas en nuestra investigación y sea de gran apoyo.

- ✓ La observación directa e indirecta: La observación directa e indirecta describe a todo lo percibido por la visión humana; para luego registrar todo lo captado en cuanto se refiere a los resultados de los esfuerzos a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto debido a esquemas ya establecidos.
- ✓ La técnica del análisis documental: Una vez recopilados toda la información necesaria de diversos medios; se estudia, analiza e interpreta la información de nuestro interés para así posteriormente utilizarlas al momento de elaborar nuestra tesis correspondiente.
- ✓ Elaboración y validación de instrumentos: La realización de instrumentos es una labor de mucha relevancia, ya que con estos instrumentos verídicos se asegura la veracidad del trabajo de investigación, caso contrario se podría realizar un trabajo de investigación defectuoso, si en caso se utilizará datos erróneos
- ✓ Se aplicó alguna de las normas, reglamentos y pautas ya establecidas en el ASTM American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Pruebas y materiales), así como NTP (Normas Técnicas Peruanas) y el método ACI (American Concrete Institute)

3.7.2. Instrumentos

Los instrumentos usados para la recolección de datos son los siguientes:

- Materiales de laboratorio: Se utilizaron para realizar los ensayos.
- Cuaderno de apuntes
- Fichas para ensayos
- Fichas bibliográficas
- Fichas técnicas de observación y control de ensayo

3.8. Técnicas de procesamiento de análisis de datos

El trabajo de investigación inició con la recopilación de artículos científicos investigaciones internacionales, nacionales y locales que involucran al tema de investigación, al igual que se reunió toda la información necesaria ya sea física o

virtual, así como se estudió la Normativa Técnica Peruana y el método ACI; también se dispuso un centro de investigación que cuente con un laboratorio implementado con los respectivos equipos adecuados y a acreditada por el SUNEDU, así mismo cuente con certificados de calibración y acreditación por INACAL. Posteriormente se llevó a cabo a la ejecución de la investigación; llevando a cabo los ensayos de caracterización del agregado fino y grueso. Se elaboró el diseño de mezcla del concreto para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la cual se sustituyó al agregado grueso por un 5%, 10% y 15% de papel reciclado en forma redondeada.

Se utilizó el análisis estadístico de varianza (ANOVA), para efectuar la prueba de hipótesis se usó el software estadístico en R, después de haber ordenado cada uno de los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión, posteriormente ejecutándolos con el programa R studio.

Se efectuó el análisis de varianza, haciendo uso de la distribución de Fisher, encontrando una diferencia crítica, para comparar cada par de los promedios y la prueba estadística de Tukey, en la cual genera intervalos de confiabilidad para las diferencias de parejas de las medias con un 5% de nivel de significancia.

Se consideró ocho (8) probetas para cada porcentaje de sustitución de papel reciclado en forma redondeada por el agregado grueso; para el análisis ANOVA, mostrando la cantidad de repeticiones (R) en cada ensayo a compresión del concreto. Llevando a cabo la utilización del programa los procesos metódicos del análisis de varianza, para luego establecer estadísticamente la aprobación de la hipótesis, con un grado de confiabilidad al 95% y nivel de significancia de 5%.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

En la presente investigación se expone los resultados en la que se emplea la metodología presentada en el capítulo antecedente, posteriormente se desarrolla el procedimiento adecuado en la que se plasmó en todo el proceso de investigación garantizando su confiabilidad del trabajo de investigación. En la cual como primera instancia se realizó la caracterización de las muestras de los agregados (Agregado fino y piedra chancada), y como segunda etapa se elaboró las probetas cilíndricas con una dosificación de resistencia para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para posteriormente reemplazarlos con una proporción de 5%, 10% y 15% de papel reciclado en forma redondeada por piedra chancada, y por último se tiene la tercera etapa que consiste en los ensayos de resistencia a la compresión del concretos cilíndricos.

4.1.1. Caracterización de Materiales

Para la preparación de las probetas cilíndricas con papel, en el trabajo de investigación se utilizaron materiales como piedra chancada, agregado fino, cemento, agua y además el elemento nuevo que es el papel reciclado en forma redondeada.

4.1.1.1. Cemento Portland tipo I (Andino)

El cemento con la que se trabajó en la investigación fue el cemento portland Tipo I de Cemento Andino, en donde se obtuvo en una ferretería del mercado en la ciudad Huancavelica.

Este cemento es usado para toda obra en general de concreto, siempre y cuando no se detalle el uso de otro tipo de cemento; esta deriva de la moledura del clinker y yeso, siendo el yeso el que controla la velocidad del fraguado. El cemento al mezclarse con agua u otros materiales como arena o piedra, tiene una reacción lenta hasta

formarse una masa endurecida. La presentación comercial del cemento es en una bolsa de papel con triple pliego con un peso de 42.5 kg. (Abanto, 2009, pág. 15)

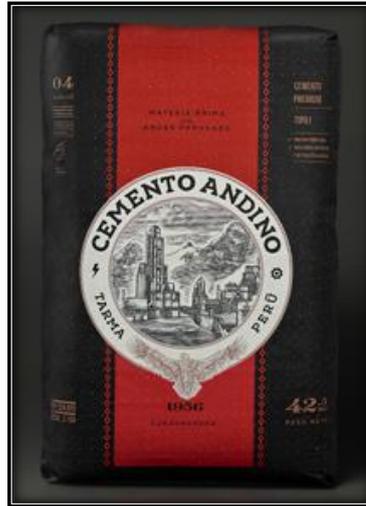


Figura 1. Cemento comercial Andino Tipo I

4.1.1.2. Agregado fino y grueso

Los agregados que se utilizaron provienen del río Mantaro (cantera Mantaro – Huancayo), por lo que fueron analizadas en las instalaciones del Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica, con la finalidad de determinar cada una de sus características que a continuación veremos:

a) Contenido de Humedad de los Agregados

Los agregados tienen humedad natural ya que se encuentran en la intemperie; los cuales son incorporados en la mezcla, e influenciará en la cantidad de agua que será utilizada en el diseño de mezcla. Se realizó el proceso de cada uno de los agregados según esta establecido en la NTP 339.185 (2013) y ASTM C566. Se trabajó con una cantidad determinada de muestra de arena gruesa y piedra chancada en la que se explicará pasó a pasó en el proceso de ensayo.

Materiales y Equipos:

- ✓ Piedra Chancada.
- ✓ Arena gruesa.
- ✓ Recipientes

- ✓ Espátulas
- ✓ Balanza electrónica.
- ✓ Horno.

Proceso de Ensayo:

- ❖ Se cogió una cantidad determinada de agregado en la que se cuarteo la muestra y se coge las partes opuestas.



Figura 2. Cuarteo de la arena gruesa



Figura 3. Cuarteo de la piedra chancada



Figura 4. Pesado del recipiente

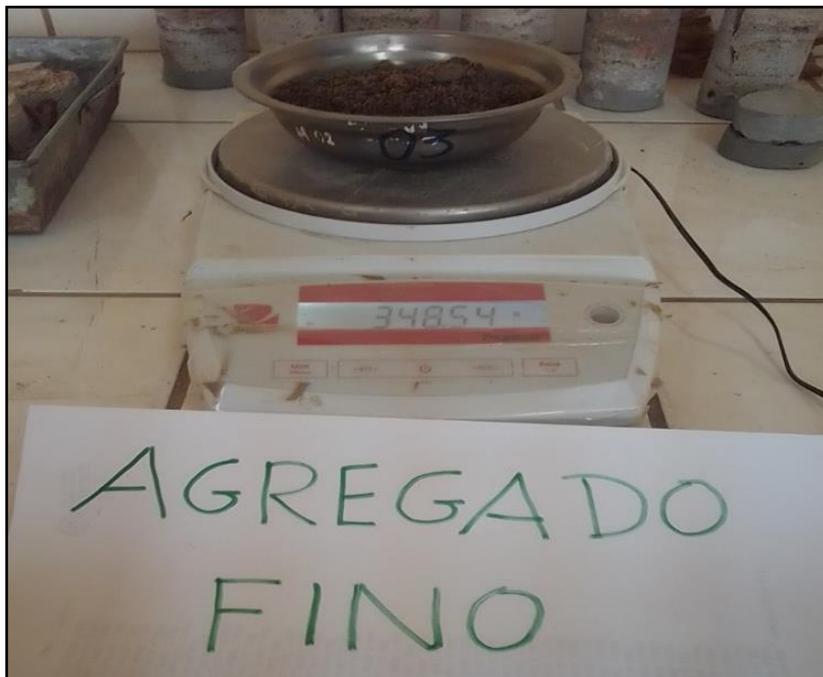


Figura 5. Pesado del recipiente más muestra de la arena gruesa.



Figura 6. Pesado del recipiente con la muestra de la piedra chancada

- ❖ Metemos ambas muestras al horno por un periodo de $110 \pm 5^\circ\text{C}$



Figura 7. Muestras de la arena gruesa y de la piedra chancada dentro el horno



Figura 8. Pesado de la arena gruesa seca

Resultados del ensayo:

Se obtuvo los resultados que se muestran:

✓ **Del Agregado Fino**

Tabla 4: Datos del Contenido de Humedad (arena gruesa)

| N° | NOMBRE | UND. | NÚMERO DE ENSAYOS | | |
|----|--------------------------------------|------|-------------------|--------|--------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | PESO DEL RECIPIENTE | gr | 30.48 | 30.12 | 37.91 |
| 2 | PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA | gr | 152.80 | 153.47 | 247.60 |
| 3 | PESO DE MUESTRA HUMEDA | gr | 122.32 | 123.35 | 209.69 |
| 4 | PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA | gr | 136.56 | 137.11 | 219.72 |
| 5 | PESO DE LA MUESTRA SECA | gr | 106.08 | 106.99 | 181.81 |
| 6 | CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 15.31% | 15.29% | 15.33% |
| 7 | CONTENIDO DE HUMEDAD (FINAL) | % | | 15.31% | |

Fuente: Elaboración propia

✓ Del Agregado Grueso

Tabla 5: Datos del Contenido de Humedad (piedra chancada)

| N° | NOMBRE | UND. | NÚMERO DE ENSAYOS | | |
|----|---|------|-------------------|---------|---------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | PESO DEL RECIPIENTE | gr | 272.99 | 268.04 | 114.28 |
| 2 | PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA | gr | 1513.84 | 1610.77 | 1202.67 |
| 3 | PESO DE MUESTRA HUMEDA | gr | 1240.85 | 1342.73 | 1088.39 |
| 4 | PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA | gr | 1460.00 | 1550.00 | 1150.00 |
| 5 | PESO DE LA MUESTRA SECA | gr | 1187.01 | 1281.96 | 1035.72 |
| 6 | CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 4.54% | 4.74% | 5.09% |
| 7 | CONTENIDO DE HUMEDAD (FINAL) | % | | 4.79% | |

Fuente: Elaboración propia

b) Estudio de la Granulometría por Tamizado

Las partículas del agregado grueso y fino están conformadas por distintos tamaños y diversas formas geométricas; en la cual es necesario seleccionarlas por tamaños con las mallas normalizadas; llamando a este procedimiento granulometría de los agregados. Obteniendo de este procedimiento el tamaño máximo del agregado y los porcentajes acumulados obtenidos en cada malla; siendo estos datos importantes por su influencia en la trabajabilidad, economía, porosidad, contracción y dosificación del concreto.

La selección de los agregados se realiza a través del tamizado por una serie de mallas normalizadas; según la Norma Técnica Peruana NTP 400.012 (2001) refiere que se seleccionaran las partículas según los tamaños en cada malla con la vibración de la tamizadora, para así obtener datos utilizados en el momento del proceso de dosificación.

Se trabajó con agregados obtenidos de la cantera Mantaro.

Materiales y Equipos:

- ✓ Arena Gruesa.
- ✓ Agregado Grueso.
- ✓ Mallas normalizadas.
- ✓ Balanza.
- ✓ Recipientes
- ✓ Horno.
- ✓ Espátula.

Proceso del Ensayo:

- ❖ En primera instancia se lavaron los agregados tanto fino como grueso para eliminar sustancias como elementos orgánicos, limos o arcillas.



Figura 9. Lavado de las muestras

- ❖ Llevamos las muestras al horno del agregado fino y grueso, por un periodo de 24 horas a una temperatura constante de $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$, para así secarlos.



Figura 10. Muestras de los agregados llevadas al horno

- ❖ Retiramos las muestras del horno para proceder a pesarlos, obteniendo un peso de 3,265.00 gr de arena gruesa y 3,125.00 gr de piedra chancada.



Figura 11. Peso de la arena gruesa seca.



Figura 12. Peso de la piedra chancada seco

- ❖ Ordenamos las mallas normalizadas guiándonos con la NTP 400.012, para después meter la muestra al tamiz y encender el vibrador por 5 min aprox. para el arena gruesa y 10 minutos aprox. para el agregado grueso.



Figura 13. Mallas ordenadas para el tamizado de la arena gruesa y piedra chancada



Figura 14. Vibrado ambos agregados en la tamizadora

- ❖ Después de la vibración de ambos agregados, pasamos a pesarlos.



Figura 15. Selección del agregado de acuerdo al tamaño



Figura 16. Peso retenido de los agregados en cada malla

Resultados del Ensayo:

✓ **Del Agregado Fino**

Tabla 6: Resultado del Análisis granulométrico de Agregado Fino

| GRANULOMETRIA DE AGREGADO FINO | | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------------|-------------|--------|
| MASA INICIAL DE 3265.00 gr. | | | | | | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | W RETENIDO + W DE RECIPIENTE (gr) | W RETENIDO (gr) | % PARCIAL RETENIDO | % ACUMULADO | |
| | | | | | % RETENIDO | % PASA |
| 3/8 " | 9.52 | 109.41 | 20.95 | 0.6417 | 0.6417 | 99.358 |
| N°4 | 4.75 | 235.11 | 146.65 | 4.492 | 5.133 | 94.867 |
| N°8 | 2.38 | 321.78 | 233.32 | 7.146 | 12.279 | 87.721 |
| N°16 | 1.18 | 583.45 | 494.99 | 15.160 | 27.440 | 72.560 |
| N°30 | 0.59 | 896.89 | 808.43 | 24.760 | 52.200 | 47.800 |
| N°50 | 0.31 | 1096.64 | 972.18 | 29.776 | 81.976 | 18.024 |
| N°100 | 0.15 | 509.53 | 421.07 | 12.896 | 94.873 | 5.127 |
| N°200 | 0.075 | 192.29 | 103.83 | 3.180 | 98.053 | 1.947 |
| Fondo | | 152.04 | 63.58 | 1.947 | 100.000 | 0.000 |
| W FINAL | | | 3265.00gr | | | |

Fuente: Elaboración propia

- **Módulo de fineza:**

Es el valor indicativo cercano de la dimensión media de los agregados, en la que no será menor de 2.3 ni mayor 3.1. Según la NTP 400.037 (2002)

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{ Ret. Acum. en tamices (N}^\circ 4, \text{N}^\circ 8, \text{N}^\circ 16, \text{N}^\circ 30, \text{N}^\circ 50, \text{N}^\circ 100)}{100}$$

Figura 17. Módulo de Fineza

$$MF = \frac{5.133 + 12.279 + 27.440 + 52.200 + 81.976 + 94.873}{100}$$

MF = 2.74

Según la NTP 400.037 (2002) y ASTM C136 se muestra el estudio de la granulometría para la arena gruesa.

Tabla 7. Límites granulométricos de Agregado Fino

| Malla | | Porcentaje que Pasa (Acumulativo) | |
|-------|---------|-----------------------------------|-----|
| 3/8" | 9.5 mm | 100 | 100 |
| N°4 | 4.75 mm | 85 | 100 |
| N°8 | 2.38 mm | 65 | 100 |
| N°16 | 1.18 mm | 45 | 100 |
| N°30 | 600 mm | 25 | 80 |
| N°50 | 300 mm | 5 | 48 |
| N°100 | 150 mm | 0 | 12 |

Fuente: NTP 400.037 y ASTM C136

Los límites de la granulometría son mostrados en la tabla nos muestran que la granulometría óptima de los agregados finos deben de hallarse dentro de los mismos.

Curva granulométrica del agregado fino:

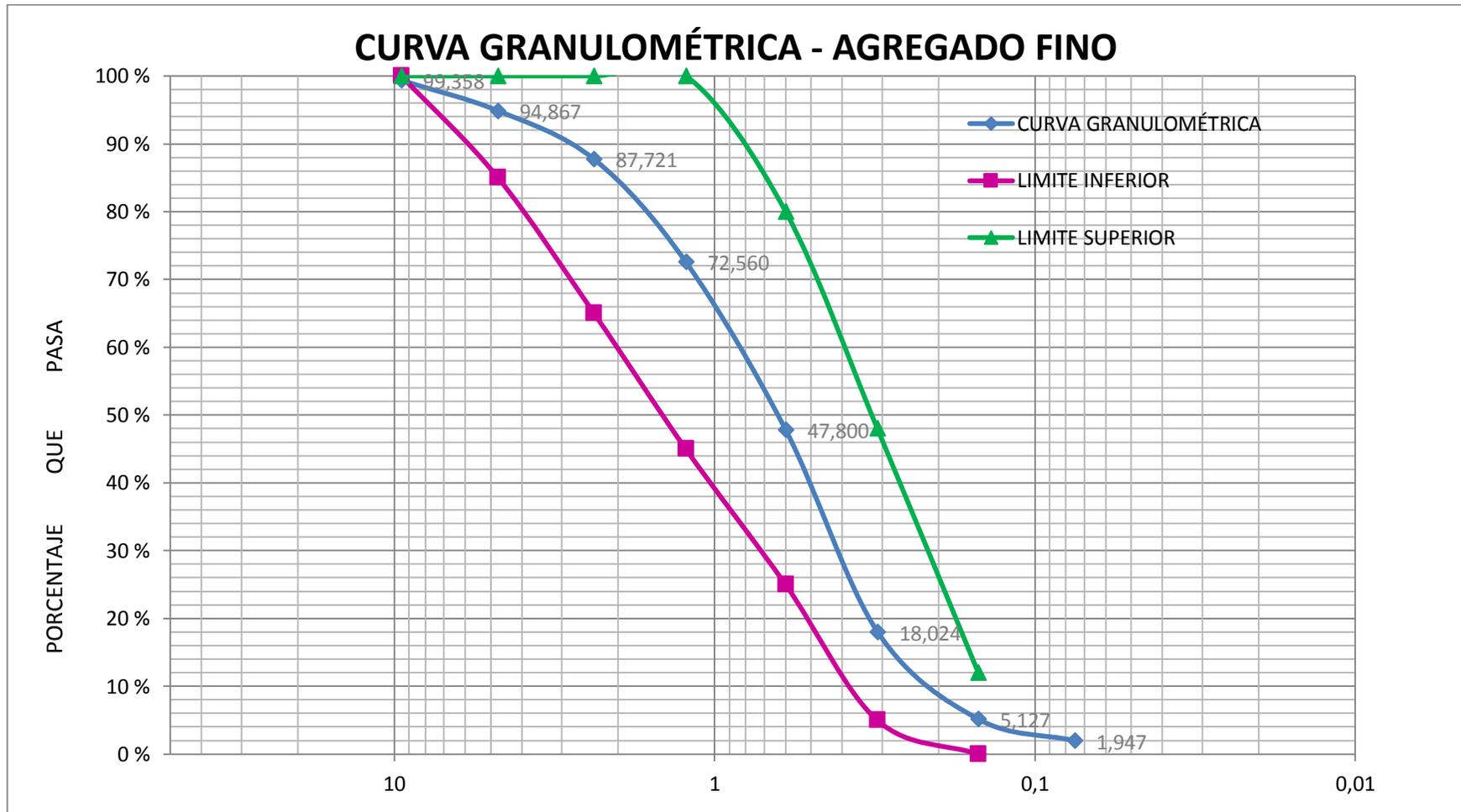


Figura 18. Curva granulométrica del agregado fino.

✓ **Del Agregado Grueso**

Tabla 8: Análisis granulométrico del Agregado Grueso

| GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO | | | | | | |
|---|--------------------------|--|----------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------|
| MASA INICIAL DE 3125.00 gr. | | | | | | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | W RETENIDO + W DE RECIPIENTE (gr) | W RETENIDO (gr) | % PARCIAL RETENIDO | % ACUMULADO | |
| | | | | | % RETENIDO | % PASA |
| 1 | 25 | 88.46 | 0 | 0 | 0 | 100.000 |
| 3/4" | 19 | 100.30 | 11.84 | 0.379 | 0.379 | 99.621 |
| 1/2 " | 12.5 | 1191.76 | 1103.30 | 35.306 | 35.684 | 64.316 |
| 3/8 " | 9.5 | 1118.03 | 1029.57 | 32.946 | 68.631 | 31.369 |
| N°4 | 4.75 | 978.63 | 890.17 | 28.485 | 97.116 | 2.884 |
| N°8 | 2.36 | 138.80 | 50.34 | 1.611 | 98.727 | 1.273 |
| Fondo | | 128.24 | 39.78 | 1.273 | 100.000 | 0.000 |
| W FINAL | | | 3125.00 gr | | | |

| | |
|------------|------|
| TM | 3/4" |
| TMN | 1/2" |

Fuente: Elaboración propia

El tamaño máximo de los agregados está determinado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% o más; por lo que, según la tabla 8 la malla que retiene más del 15% es la N° 1/2", por lo tanto, el Tamaño Máximo del agregado es la abertura de la malla superior a esta, la cual es 3/4".

| | |
|-----------|-------|
| TM | 3/4 " |
|-----------|-------|

Según el ASTM C33 - 07, nos muestra al análisis granulométrico para un agregado de 3/4" a N°8".

Tabla 9: Límites granulométricos para el Agregado Grueso de 3/4" a N° 8

| Malla | | Porcentaje que Pasa (Acumulativo) | |
|--------------|---------|--|-----|
| 1" | 25 mm | 100 | 100 |
| 3/4" | 19 mm | 90 | 100 |
| 1/2" | 12.5 mm | - | - |
| 3/8" | 9.5 mm | 20 | 55 |
| N°4 | 4.75 mm | 0 | 10 |
| N°8 | 2.36 mm | 0 | 5 |

Fuente: Según ASTM C33.

Los límites de la granulometría son mostrados en la tabla 9, nos señalan que la granulometría óptima de la piedra chancada (3/4") debe de hallarse dentro de dichos límites.

Curva granulométrica del agregado grueso:

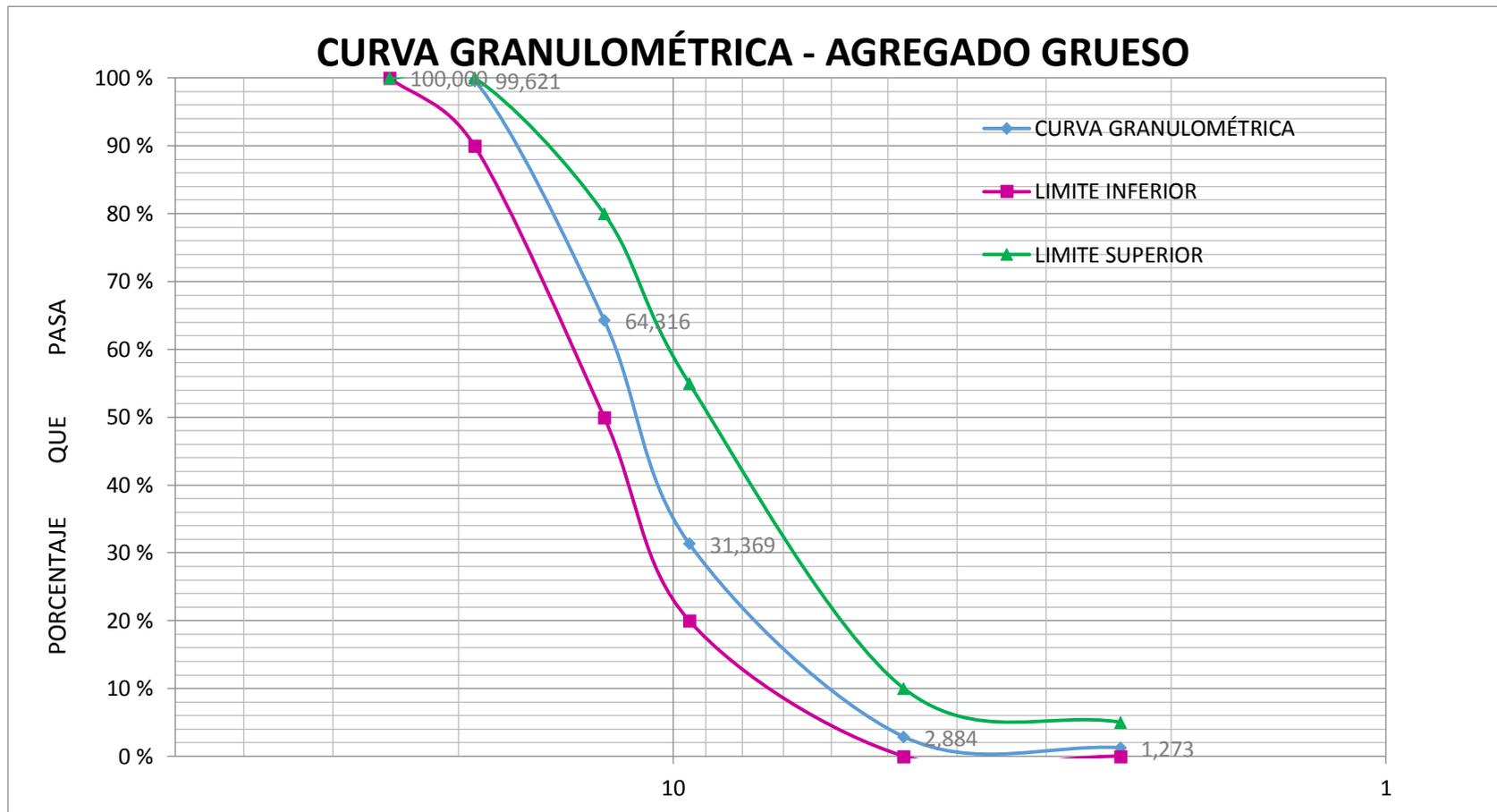


Figura 19. Curva granulométrica del Agregado Grueso.

c) Peso unitario de los agregados

Según el ASTM C29 lo determina como aquella relación entre el peso de una muestra de agregado y el volumen que ocupan dentro de un envase de volumen conocido.

El proceso a seguir para hallar del peso unitario está establecido en el ASTM C29 y NTP 400.017 (1999); por ende se siguieron las pautas correspondientes.

Materiales y Equipos:

- ✓ Agregado grueso (3/4").
- ✓ Agregado fino.
- ✓ Balanza.
- ✓ Espátulas.
- ✓ Recipientes cilíndricos.
- ✓ Varilla de acero (de Φ 5/8" x 60 cm de largo).

Procedimiento del Ensayo:

Para el Agregado Fino:

- ❖ En primera instancia pesamos el recipiente sin contenido, para posteriormente introducir la muestra.



Figura 20. Peso del cilindro vacío

- ❖ Para determinar el peso unitario suelto; se procedió a realizar tres veces el mismo ensayo para resultados más exactos. Se introdujo la muestra (agregado fino) en el recipiente realizando un movimiento helicoidal a una altura aprox. de 5cm del cilindro hasta llenarlo por completo.



Figura 21. Metemos la muestra dentro del recipiente en forma helicoidal.

- ❖ Una vez llenado el recipiente, se procede a enrasar ayudándonos con la varilla y pasamos a pesarlo con contenido de arena.



Figura 22. Enrasando la muestra de la arena gruesa

- ❖ Para el peso unitario compactado, se procedió a realizar el mismo ensayo 3 veces para resultados más exactos; se introdujo la muestra dentro del recipiente hasta llenar $1/3$ de su volumen, para luego golpear la muestra con una varilla de acero 25 veces en movimiento helicoidal, repitiendo el proceso al llenar hasta $2/3$ de su volumen y por último se realiza el mismo proceso al llenar el recipiente.



Figura 23. Compactado de la muestra (agregado fino)

- ❖ Enrasamos la muestra en recipiente cilíndrico con la varilla, para posteriormente pesar el recipiente con todo y muestra.



Figura 24. Peso del cilindro más la muestra compactada del agregado fino

Para el Agregado Grueso:

- ❖ Se pesó el recipiente cilíndrico sin contenido en la que posteriormente se introdujo la muestra.
- ❖ Para el peso unitario suelto se realizó tres veces el mismo ensayo para resultados más precisos, introducimos la muestra de la piedra chancada en el interior del recipiente cilíndrico realizando un movimiento helicoidal a una altura aprox. de 5cm del recipiente cilíndrico hasta llenarlo por completo.



Figura 25. Introduciendo en forma helicoidal la muestra del agregado grueso

- ❖ Enrasamos la muestra en el recipiente cilíndrico con la varilla, para posteriormente pesar el recipiente con todo y muestra.



Figura 26. Enrasando la muestra del agregado grueso

- ❖ Para el peso unitario compactado se procedió a realizar el mismo ensayo 3 veces para resultados más exactos; se introdujo la muestra dentro del recipiente hasta llenar $1/3$ de su volumen, para luego golpear la muestra con una varilla de acero 25 veces en movimiento helicoidal, se repitió el proceso al llenar hasta $2/3$ de su volumen y por último se realizó el mismo proceso al llenar el recipiente por completo.



Figura 27. Compactado de la muestra (agregado grueso)

- ❖ Enrasamos la muestra en el recipiente cilíndrico con la varilla, para posteriormente pesar el recipiente con todo y muestra.



Figura 28. Peso del cilindro más la muestra compactada del agregado grueso

Resultados del Ensayo:

✓ Del Agregado Fino

Tabla 10: Resultados del Peso Unitario Suelto del Agregado Fino

| PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.) DEL AGREGADO FINO | | | |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|
| Descripción | Ensayo N° 1 | Ensayo N° 2 | Ensayo N° 3 |
| W DE LA MUESTRA + RECIPIENTE (gr) | 17235 | 17430 | 17560 |
| W DEL RECIPIENTE (gr) | 10160 | 10160 | 10160 |
| W DE LA MUESTRA (gr) | 7075 | 7270 | 7400 |
| VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m ³) | 0.00556 | 0.00556 | 0.00556 |
| PESO UNITARIO (kg/m ³) | 1272.48 | 1307.55 | 1330.94 |
| PROMEDIO DE P.U.S. (kg/m³) | 1303.66 | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Resultados del Peso Unitario Compactado del Agregado Fino

| PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.) DEL AGREGADO FINO | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| Descripción | Ensayo N° 1 | Ensayo N° 2 | Ensayo N° 3 |
| W DE LA MUESTRA + RECIPIENTE (gr) | 18260 | 18400 | 18480 |
| W DEL RECIPIENTE (gr) | 10160 | 10160 | 10160 |
| W DE LA MUESTRA (gr) | 8100 | 8240 | 8320 |
| VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m ³) | 0.00556 | 0.00556 | 0.00556 |
| W UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³) | 1456.83 | 1482.01 | 1496.40 |
| PROMEDIO DE P.U.C. (kg/m³) | 1478.42 | | |

Fuente: Elaboración propia

✓ **Del Agregado Grueso**

Tabla 12. Resultados del Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso

| PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.) DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA DE 3/4") | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| Descripción | Ensayo N° 1 | Ensayo N° 2 | Ensayo N° 3 |
| W DE LA MUESTRA + RECIPIENTE (gr) | 17375 | 17205 | 17175 |
| W DEL RECIPIENTE (gr) | 10160 | 10160 | 10160 |
| W DE LA MUESTRA (gr) | 7215 | 7045 | 7015 |
| VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m ³) | 0.00556 | 0.00556 | 0.00556 |
| W UNITARIO SUELTO (kg/m ³) | 1297.66 | 1267.09 | 1261.69 |
| PROMEDIO DE P.U.S. (kg/m³) | 1275.48 | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resultados del Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso

| PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.) DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA DE 3/4") | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| Descripción | Ensayo N° 1 | Ensayo N° 2 | Ensayo N° 3 |
| W DE LA MUESTRA + RECIPIENTE (gr) | 17595 | 17625 | 17640 |
| PESO DEL RECIPIENTE (gr) | 10160 | 10160 | 10160 |
| PESO DE LA MUESTRA (gr) | 7435 | 7465 | 7480 |
| VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m ³) | 0.00556 | 0.00556 | 0.00556 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³) | 1337.23 | 1342.63 | 1345.32 |
| PROMEDIO DE P.U.C. (kg/m³) | 1341.73 | | |

Fuente: Elaboración propia

d) Peso específico y Absorción de los Agregados

El peso específico de los agregados se define como la relación existente entre la masa o peso medidas en unidad de volumen de la muestra y la masa o peso medidos en unidad de volumen pero de agua.

En cambio la absorción es el aumento de masa o peso a causa de la penetración de agua en la materia porosa.

Los ensayos realizados fueron seguidos de acuerdo a la NTP 400.022 (2001).

Materiales y Equipos:

- ✓ Agregado fino.
- ✓ Agregado grueso (3/4")
- ✓ Recipientes y bandejas.
- ✓ Balanza.
- ✓ Espátulas.

- ✓ Tamiz N°04
- ✓ Horno.
- ✓ Agua
- ✓ Molde cónico.
- ✓ Varilla para apisonado.

Proceso del Ensayo:

Para el Agregado Fino:

- ❖ Se seleccionó una parte de la muestra de la arena gruesa, para después tamizarlo por la malla N° 04; seleccionando 1 kg de muestra tamizada y se dejó introducir en el recipiente con agua por un periodo de 24 horas para saturarlo completamente.



Figura 29. Muestra de la arena gruesa sumergido en agua

- ❖ Después de las 24 horas eliminamos el agua impidiendo la pérdida de los finos de la arena gruesa.

- ❖ Una vez decantado el agua de la muestra, vaciamos sobre una bandeja la muestra estirándolo sobre toda la superficie de la bandeja, para comenzar el proceso de desecar la superficie de las partículas.



Figura 30. Proceso de secado de la muestra (Agregado fino)

- ❖ Después se pasó a la prueba del cono llenándolo de a poco, para después darle 25 golpes con la varilla del cono. Se realizó este proceso hasta lograr el desmoronamiento superficial, llegando así a que la muestra logre la condición superficialmente seca.



Figura 31. Prueba de cono del agregado fino hasta llegar superficialmente seca



Figura 32. Desintegración de la muestra una vez retirada el cono.

- ❖ Pesamos 500 gr del material de la arena gruesa seleccionado por la Malla N°4 y lo introducimos en el picnómetro y llenamos hasta 500 cm³ marcados en el picnómetro.



Figura 33. Introduciendo agua al picnómetro con la muestra de ensayo ya introducida

- ❖ Eliminamos el aire atrapado, para lo cual hicimos movimientos giratorios con la fiola, para luego dejarlo reposar por un periodo de 3 horas.



Figura 34. Extracción del aire de la fiola

- ❖ Se procedió a pesar la muestra más el agua y la fiola.



Figura 35. Peso de la muestra más agua y la fiola

- ❖ Se saca la muestra del picnómetro en una bandeja, para luego llevarlo al horno por un tiempo de 24 hrs a una temperatura de 105 °C.



Figura 36. Extracción de la muestra del picnómetro a una bandeja para ser llevado al horno

- ❖ A continuación, se procedió a pesar la fiola vacío con contenido de agua hasta los 500 cm³.



Figura 37. Peso de la fiola más el agua hasta los 500 cm³

- ❖ Por último, pasada las 24 horas, se pesó la muestra sacada del horno.

Para el Agregado Grueso:

- ❖ Para el agregado grueso se selecciona todo el material que queda en el tamiz N° 04.
- ❖ Se pesa el recipiente vacío para después pesar el material del agregado grueso.



Figura 38. Peso del recipiente vacío.

- ❖ La cantidad mínima a trabajar es de 3 kg, en la que utilizamos 3770.00 gr considerando el peso de la vasija que es de 670.00 gr.



Figura 39. Peso del recipiente más peso de la muestra

- ❖ Se lavó la muestra del agregado grueso hasta eliminar el polvo, para después introducirlo al horno por un tiempo de 24 hrs a una temperatura de 105 °C.
- ❖ Una vez retirada la muestra del agregado grueso del horno, se introdujo en agua por completo por un tiempo de 24 hrs.



Figura 40. Agregado grueso sumergido en agua en su totalidad

- ❖ Después de dejarlo remojando y desechar el agua, pasamos la muestra del balde a una bandeja, secándolo con una franela hasta obtener la muestra superficialmente seca.



Figura 41. Secado superficial del agregado grueso

- ❖ Después de secar superficialmente la muestra, pasamos a pesarla y así obtener el peso parcialmente seco.



Figura 42. Peso del recipiente más peso del agregado grueso parcialmente seca

- ❖ Se pesa la canastilla en la balanza electrónica.



Figura 43. Peso de la canastilla sumergida

- ❖ Ponemos la muestra del agregado grueso dentro de la canastilla para luego pesarlo sumergido en el agua.



Figura 44. Peso del agregado más la canastilla sumergido en agua

- ❖ Las muestras se llevan al horno por 24 hrs a una temperatura de 105 ° C.



Figura 45. Muestra llevada al horno

- ❖ Pasado las 24 hrs, sacamos la muestra del horno, una vez fría se procede a pesar para obtener el peso de la muestra seca.



Figura 46. Peso de la muestra de la piedra chancada seco

Resultados del Ensayo:

✓ Del Agregado Fino

Tabla 14. Resultado del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

| Descripción | Peso |
|--|--------------------------------|
| w del recipiente 1 | 288.94 gr |
| Peso de recipiente+ muestra parcialmente seca | 788.94 gr |
| Muestra Parcialmente seca | 500 gr |
| w de fióla + muestra parcialmente seca | 696.37 gr |
| w de fióla + muestra parcialmente seca + agua | 998.37 gr |
| w de fióla | 196.32 gr |
| w de fióla+ Agua | 694.86 cm ³ |
| w de recipiente 2 | 83.91 gr |
| w de recipiente + w de muestra seca | 566.19 gr |
| w de muestra seca | 482.28 gr |
| W ESPECÍFICO APARENTE | 2.454 gr/cm³ |
| W ESPECÍFICO SATURADA CON SUPERFICIE SECA (SSS) | 2.545 gr/cm³ |
| W ESPECÍFICO NOMINAL | 2.698 gr/cm³ |
| ABSORCIÓN (%) | 3.674 % |

Fuente: Elaboración propia

✓ Del Agregado Grueso

Tabla 15. Resultado del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

| Descripción | Peso |
|--|--------------------------------|
| w de recipiente 1 | 670.00 gr |
| w de recipiente + muestra parcialmente seca | 3770.00 gr |
| w de la muestra saturada con superficie seca | 3100.00 gr |
| w de canastilla sumergida en agua | 821.80 gr |
| w de canastilla sumergida en agua + peso de muestra saturada | 2735.80 gr |
| w de muestra sumergida en agua | 1914.00 cm ³ |
| w de la bandeja | 670.00 gr |
| w de la muestra seca + peso de bandeja | 3690.00 gr |
| w de la muestra Seca | 3020.00 gr |
| W ESPECÍFICO APARENTE | 2.546 gr/cm³ |
| W ESPECÍFICO SATURADA CON SUPERFICIE SECA (SSS) | 2.614 gr/cm³ |
| W ESPECÍFICO NOMINAL | 2.731 gr/cm³ |
| ABSORCIÓN (%) | 2.649 % |

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3. Agua

El agua con la que se trabajó todos los ensayos proviene de la red urbana de Paturpampa, en la ciudad de Huancavelica.

4.1.1.4. Papel reciclado en forma redondeada

La obtención del papel reciclado bond para la presente investigación fue producto de la recolección de papel bond impreso de los hogares de las tesis, en la ciudad de Huancavelica. Una vez reciclado el papel bond lo llevamos al Laboratorio de materiales y concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica, para su proceso de elaboración de dicho papel en forma redondeada.



Figura 47. Papel bond reciclado, en el laboratorio para su proceso.

Posteriormente se procedió a retasear manualmente en trozos medianos, para luego remojarlo por 24 horas en un recipiente con agua. Transcurridas las 24 horas se pasó a verter el agua para después proceder a machacarlo con la piedra de un mortero. Después de obtener el papel triturado pasamos a realizar las bolas de papel manualmente, teniendo como referencia el tamaño máximo nominal del agregado grueso. A continuación detallamos el proceso de elaboración del papel reciclado en forma redondeada.

Materiales y Equipos:

- ✓ Papel.
- ✓ Bandeja grande o recipiente grande.
- ✓ Tijera.
- ✓ Piedra de un mortero de piedra.
- ✓ Balanza electrónica

Proceso del Ensayo:

- ❖ Se pesó el papel bond reciclado en la balanza electrónica, de manera referencial.



Figura 48. Peso del papel bond reciclado.

- ❖ Se retaceó el papel reciclado manualmente en trozos medianos, dejándolo remojar por 24 horas.



Figura 49. Remojado del papel por 24 horas

- ❖ Transcurridas las 24 horas se procedió a verter el agua y obtener solo el papel remojado, para después comenzar con la tritución del papel ya remojado con apoyo de una piedra de mortero, con la finalidad de obtener una masa de papel.



Figura 50. Escurrimiento del papel reciclado.



Figura 51. Trituración del papel reciclado, para formar una masa.

- ❖ Se elaboró de manera manual las bolitas con el papel triturado y machacado, del tamaño referencial al tamaño nominal del agregado grueso, para posteriormente dejarlo secar.



Figura 52. Elaboración manual de las bolitas con el papel triturado.



Figura 53. Secado del papel reciclado en forma redondeada.

4.1.2. Elaboración de las probetas de Concreto con proporciones de papel

4.1.2.1. Diseño de mezcla de concreto

Se precisa al diseño de mezcla del concreto al procedimiento de elección de las cantidades óptimas de cada uno de los materiales que integran el concreto ya sea el cemento, arena fina, piedra chancada y agua, con el objetivo de adquirir una mezcla que en el estado fresco adquiriera trabajabilidad, consistencia apropiada y en el estado endurecido alcance la resistencia a la compresión a los 28 días de curado, deseada.

También refiere Rivva (1992) que el diseño de mezcla de concreto es la selección adecuada de cada uno de los elementos por metro cúbico de concreto, siendo definida como el proceso en la que se selecciona los ingredientes ideales; para que la combinación de estos sea el que más convenga en cuanto se refiere a trabajabilidad y consistencia en su estado fresco y en su estado endurecido cumpla con los requisitos determinados en las normas o cumplan lo ideado por el diseñador.

Encontramos diversos métodos de diseño de mezcla de concreto, cada uno en particular con sus propias especificaciones de diseño, estos métodos que se presentan

podrían ser empíricos, racionales o prácticos. Teniendo un estudio previo del uso de los diversos métodos utilizados en diversos estudios de investigación para la dosificación; se optó utilizar el método ACI (American Concrete Institute) del comité 211.1 utilizado para un concreto normal.

Método ACI comité 211.1

El comité ACI 211.1. (2002) nos muestra un proceso de cálculos sencillos y factibles, basándose en una serie de tablas realizadas mediante ensayos de agregados, que nos brindan valores de los materiales que conforman el m³ del concreto, para hacer más fácil nuestro proceso de diseño de mezcla.

Según Pasquel (1992) menciona que las tablas de comité ACI 211.1 a pesar de no ser aplicables para todos los casos, nos brinda una partida conservadora y científicamente respaldada; para después perfeccionar los parámetros en referencia a los resultados prácticos. (pág. 173)

El proceso de diseño de mezcla se realiza ya sea combinando los materiales por volumen absoluto y posteriormente hallar los pesos de cada uno de los materiales, o ya sea hallando directamente el peso del concreto, para después deducir el peso de cada uno de los materiales, siempre obteniendo un metro cubico de concreto.

Según el método ACI del comité 211.1 los pautas a seguir para el diseño de mezcla se describen a continuación:

- ✓ Elegir el "Slump" del concreto en su estado fresco para la buena trabajabilidad y consistencia. Donde la prueba de consistencia desarrollada por Duft Abrams y adoptada por ASTM C143 y recogida por NTP 339.035, consiste en consolidar en un molde troncónico una muestra de concreto en estado fresco, para después desmoldarlo y consecuentemente medir el asentamiento de la mezcla.

La clase de mezcla de concreto según su asentamiento se presenta en la siguiente Tabla 16:

Tabla 16. Clase de mezclas según su asentamiento.

| Consistencia | Slump | Trabajabilidad | Método de Compactación |
|--------------|---------|-----------------|------------------------------|
| Seca | 0" - 2" | Poco trabajable | Vibración normal |
| Plástica | 3" - 4" | Trabajable | Vibración ligera Chuseado |
| Fluida | > 5" | Muy trabajable | Chuseado |

Fuente: Libro de Tecnología del concreto. Abanto (2009)

- ✓ Elegir la resistencia media de dosificación (f'_{cr}) que se halla conociendo la resistencia a la compresión del concreto a utilizar (f'_c); en la cual existen tres formas para calcular la resistencia media de dosificación (f'_{cr}) según el ACI, para calcular la resistencia media de dosificación, escogemos la segunda forma, en la que no tenemos datos registrados de resistencias de concretos cilíndricos correspondientes a obras anteriores. Para dar garantía que el concreto producido cumpla con los requisitos de resistencia, la dosificación debe ser para una resistencia mayor a la requerida (f'_{cr}). Se determina el f'_{cr} según la siguiente tabla 17:

Tabla 17. Resistencia media de dosificación

| f'_c | f'_{cr} |
|---|---------------------------------------|
| $f'_c \leq 210 \text{ kg/cm}^2$ | $f'_{cr} = f_c + 70 \text{ kg/cm}^2$ |
| $210 \text{ kg/cm}^2 < f'_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$ | $f'_{cr} = f_c + 84 \text{ kg/cm}^2$ |
| $f'_c > 350 \text{ kg/cm}^2$ | $f'_{cr} = f_c + 100 \text{ kg/cm}^2$ |

Fuente: Libro de diseño de mezcla. Giraldo (1987)

- ✓ Elegir del volumen unitario de agua de diseño y la cantidad aproximada de aire atrapado. Estos se determinan según la siguiente tabla 18:

Tabla 18. Requerimientos de agua de mezclado y contenido de aire

| Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados | | | | | | | | | |
|---|--|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|--|
| Asentamiento o Slump | Agua en lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados | | | | | | | | |
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" | |
| Concretos sin aire incorporado | | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 205 | 200 | 185 | 180 | 160 | 155 | 145 | 125 | |
| 3" a 4" | 225 | 215 | 200 | 195 | 175 | 170 | 160 | 140 | |
| 6" a 7" | 240 | 230 | 210 | 205 | 185 | 180 | 170 | --- | |
| Cantidad aproximada de aire atrapado, en porcentaje | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 | 1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | |
| Concretos con aire incorporado | | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 180 | 175 | 165 | 160 | 145 | 140 | 135 | 120 | |
| 3" a 4" | 200 | 190 | 180 | 175 | 160 | 155 | 150 | 135 | |
| 6" a 7" | 215 | 205 | 190 | 185 | 170 | 165 | 160 | --- | |
| Promedio recomendado para el contenido total de aire, en porcentaje | 8 | 7 | 6 | 5 | 4.5 | 4 | 3.5 | 3 | |

Fuente: Libro de Tecnología del concreto. Abanto (2009)

- ✓ Elegir la relación agua – cemento. Donde esta relación es determinada mediante la resistencia media de dosificación y a su condición de exposición. Se determina a través de la siguiente Tabla 19:

Tabla 19. Relación Agua - Cemento

| Relación Agua - Cemento y Resistencia a la Compresión del Concreto | | |
|--|---|-------------------------------|
| Resistencia a la Compresión a los 28 días ($f'c$) (kg/cm ²)* | Relación Agua - Cemento de Diseño en Peso | |
| | Concreto sin aire incorporado | Concreto con aire incorporado |
| 450 | 0.38 | --- |
| 400 | 0.43 | --- |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 200 | 0.70 | 0.61 |
| 150 | 0.80 | 0.71 |

Fuente: Libro de Tecnología del concreto. Abanto (2009)

- ✓ Elegir el número del agregado grueso por unidad de volumen de concreto. La elección se determina a través de la siguiente Tabla 20:

Tabla 20. Volumen de agregado grueso

| Tamaño Máximo del Agregado Grueso | Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino. | | | |
|-----------------------------------|--|------|------|------|
| | Módulo de Fineza del Agregado Fino | | | |
| | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3/8" | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2" | 0.59 | 0.51 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4" | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1" | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2" | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.70 |
| 2" | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3" | 0.81 | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6" | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Fuente: Libro de Tecnología del concreto. Abanto (2009)

4.1.2.2. Diseño de mezcla para un concreto de $f'c=210$ kg/cm²

Datos para el diseño de mezcla de concreto:

En la siguiente tabla se muestran los datos del cemento Andino tipo I, los resultados obtenidos en el laboratorio del agregado fino y grueso y las características

del concreto para el diseño; los cuales utilizaremos para la realización del diseño de mezcla.

Tabla 21. Datos del cemento

| Descripción | Característica del Cemento |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Tipo de cemento | Cemento Portland Andino tipo I |
| Peso específico del cemento | 3.150 kg/cm ³ |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Datos del agregado fino y agregado grueso

| Descripción | Agregado Fino | Agregado Grueso |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| W Unitario Suelto Seco | 1,303.66 kg/m ³ | 1,275.48 kg/m ³ |
| W Unitario Compacto Seco | 1,478.42 kg/m ³ | 1,341.73 kg/m ³ |
| W Específico de Masa | 2.545 gr/cm ³ | 2.614 gr/cm ³ |
| Contenido de humedad | 15.31% | 4.79% |
| Porcenta de absorción | 3.674% | 2.649% |
| Módulo de Fineza (MF) | 2.74 | 6.65 |
| Tamaño Máximo de Agregado | --- | 3/4" |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Características del concreto a diseñar

| DATOS DEL CONCRETO | |
|---|-----------------------------|
| Descripción | Característica del concreto |
| Resistencia específica a la compresión f'_c | 210 kg/cm ² |
| Condiciones de ambiente | Condiciones normales |
| Condición de exposición | Sin aire incorporado |
| Consistencia | Plástica |
| Asentamiento o revenimiento (Slump) | 3" |

Fuente: Elaboración propia

Las tablas que se muestran a continuación son el resultado del diseño de mezcla, que fueron elaborados según el método ACI del comité 211.1.

Tabla 24. Dosificación de mezcla en peso por volumen de concreto

| Proporciones en peso por metro cúbico de concreto | |
|--|----------------------------|
| Cemento: | 358.17 kg/m ³ |
| Agregado fino : | 1,012.39 kg/m ³ |
| Agregado grueso: | 880.16 kg/m ³ |
| Agua efectiva: | 79.86 lt/m ³ |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Dosificación de mezcla en peso por kilogramo de cemento

| Dosificación en peso por kilogramo de cemento | | |
|--|------|------------------|
| Cemento = | 1.00 | kg/kilo cemento |
| Agregado fino = | 2.83 | kg /kilo cemento |
| Agregado grueso = | 2.46 | kg/kilo cemento |
| Agua efectiva = | 0.22 | lt/kilo cemento |

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. Tratamientos analizados a probetas de concreto con papel reciclado en forma redondeada

Para determinar el volumen por probeta, se utilizó el molde de especímenes cilíndricos de 6" x 12" (150mm x 300 mm), especificada en la norma ASTM C31/C31M.

Se trabajó con tratamientos en 3 muestras con proporciones de: 5%, 10% y 15% de papel en forma redondeada como sustituto al agregado grueso, respectivamente.

Se obtuvo la siguiente dosificación patrón (0% de papel en forma redondeada): 1: 2.83: 2.46 / 0.22, que refleja las cantidades en kg de los materiales del concreto por (kilogramo de cemento) y unidad de probeta para cada muestra con adición de papel (M), mostradas a continuación:

Tabla 26. P: Dosificación de mezcla patrón con proporción de 0% de papel reciclado.

| Dosificación para un kilogramo de cemento | | | | |
|---|---------------|-----------------|------|-----------------|
| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Papel reciclado |
| 1.000 | 2.83 | 2.46 | 0.22 | - |

| Dosificación para una probeta cilíndrica | | | | |
|--|---------------|-----------------|----------|-----------------|
| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Papel reciclado |
| 1.991 kg | 5.629 kg | 4.894 kg | 0.444 lt | - |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. M1: Dosificación de mezcla con proporción de 5% de papel reciclado

| Dosificación para un kilogramo de cemento | | | | |
|---|---------------|-----------------|------|-----------------|
| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Papel reciclado |
| 1.000 | 2.83 | 2.337 | 0.22 | 0.123 |

| Dosificación para una probeta cilíndrica | | | | |
|--|---------------|-----------------|----------|-----------------|
| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Papel reciclado |
| 1.991 kg | 5.629 kg | 4.649 kg | 0.444 lt | 0.245 kg |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. M2: Dosificación de mezcla con proporción de 10% de papel reciclado

| Dosificación para un kilogramo de cemento | | | | |
|---|---------------|-----------------|------|-----------------|
| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Papel reciclado |
| 1.000 | 2.83 | 2.214 | 0.22 | 0.246 |

| Dosificación para una probeta cilíndrica | | | | |
|--|---------------|-----------------|----------|-----------------|
| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Papel reciclado |
| 1.991 kg | 5.629 kg | 4.404 kg | 0.444 lt | 0.489 kg |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. M3: Dosificación de mezcla con proporción de 15% de papel reciclado

| Dosificación para un kilogramo de cemento | | | | |
|---|---------------|-----------------|------|-----------------|
| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Papel reciclado |
| 1.000 | 2.83 | 2.091 | 0.22 | 0.369 |

| Dosificación para una probeta cilíndrica | | | | |
|--|---------------|-----------------|----------|-----------------|
| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Papel reciclado |
| 1.991 kg | 5.629 kg | 4.160 kg | 0.444 lt | 0.734 kg |

Fuente: Elaboración propia

Número de especímenes por cada muestra con adición de papel (M):

Se determinó la cantidad de material que se utilizará en el diseño de mezcla siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 31, donde indica que, para avalar la confiabilidad de los resultados de los ensayos realizados a los concretos cilíndricos, se promedian de dos a seis datos obtenidos como resultados de la resistencia de probetas a compresión. En la que en este trabajo de investigación se realizó ocho probetas cilíndricas de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, por muestra, para el ensayo de la resistencia a la compresión de las probetas de concreto; esto con la finalidad de recabar resultados mas certeros.

Tabla 30. Número de probetas por cada muestra para ensayo a la resistencia a compresión

| Muestras | % Papel reciclado en forma redondeada (PR) | N° de probetas |
|--------------------------|--|----------------|
| M1 | 5% | 8 |
| M2 | 10% | 8 |
| M3 | 15% | 8 |
| Total de probetas | | 24 |

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4. Elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto con Papel reciclado:

Tomando las indicaciones de acuerdo a la norma NTP 339.033 (2009) se utilizó una mezcladora eléctrica (de eje horizontal tipo trompo de 3 p³ de capacidad), para la elaboración de una tanda para 8 probetas cilíndricas, considerando un incremento por desperdicio de 25% para cada muestra con adición de papel.

Tabla 31. Proporciones por tanda con porcentaje de desperdicio de 25%

| Material | Unidad | MUESTRAS | | |
|-----------------|--------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | M1: 5% Papel reciclado | M2: 10% Papel reciclado | M3: 15% Papel reciclado |
| Cemento | Kg | 19.914 | 19.914 | 19.914 |
| Agregado grueso | Kg | 56.289 | 56.289 | 56.289 |
| Agregado fino | Kg | 46.490 | 44.043 | 41.596 |
| Papel reciclado | Kg | 2.447 | 4.894 | 7.341 |
| Agua | Kg | 4.440 | 4.440 | 4.440 |

Fuente: Elaboración propia

a) Proceso de mezclado:

- ✓ Se procede a pesar cada uno de los materiales a utilizar según la dosificación calculada para cada muestra. Incluyendo las sustituciones del papel en forma redondeada por el agregado grueso.



Figura 54. Peso del cemento portland tipo I



Figura 55. Peso de la arena gruesa



Figura 56. Peso del agregado grueso (piedra chancada de 3/4") – mezcla patrón



Figura 57. Peso del agregado grueso para muestra M1: 5% de papel reciclado.



Figura 58. Peso del papel reciclado en forma redondeada para muestra M1: 5% de papel reciclado



Figura 59. Peso del papel reciclado en forma redondeada para muestra M2: 10% de papel reciclado



Figura 60. Peso del papel reciclado en forma redondeada para muestra M3: 15% de papel reciclado



Figura 61. Peso del agua para mezcla

- ✓ Se realizó el mezclado del cemento, piedra partida, arena gruesa y papel en forma redondeada; utilizando la mezcladora hasta obtener una mezcla homogénea de todos los integrantes mencionados, después le añadimos agua y continuamos mezclando hasta adquirir una mezcla homogénea.



Figura 62. Proceso de mezclado del cemento, piedra partida, arena gruesa y agua



Figura 63. Incorporación del 5% de papel en forma redondeada a la mezcladora



Figura 64. Incorporación del 15% de papel en forma redondeada a la mezcladora



Figura 65. Mezcla del cemento, piedra partida, arena gruesa y papel en forma redondeada.

- ✓ Se añadió agua progresivamente, para así adquirir una mezcla homogénea y trabajable, inspeccionando la consistencia del concreto respectivamente.



Figura 66. Inspección del mezclado hasta obtener una mezcla homogénea y trabajable

- ✓ Se inspeccionó la consistencia del concreto fresco de según la norma NTP 339.035 (2015) y ASTM C143, para lo cual se realizó el ensayo de asentamiento de concreto fresco con el cono de Abrams.



Figura 67. Ensayo del cono de Abrams



Figura 68. Verificación del slump de 3"

- ✓ Luego de haber realizado el ensayo del cono de Abrams para cada muestra con adición de papel respectivamente, se pudo ver que la cantidad de agua incrementó para un asentamiento slump de 3", debido a 2 factores:
 - Con la introducción del papel reciclado en forma redondeada, se ha modificado el contenido de humedad de diseño.
 - Debido al constante cambio del clima, el contenido de humedad de los agregados fue variando también constantemente, ya que estos se encontraban en intemperie.

La dosificación final con respecto al agua para cada muestra se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 32. Dosificación de mezcla para slump de 3" para la muestra patrón: 0% papel reciclado

| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Papel reciclado |
|---------|---------------|-----------------|------|-----------------|
| 1.000 | 2.83 | 2.46 | 0.22 | - |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Dosificación de mezcla para slump de 3" para la muestra M1: 5% papel reciclado

| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Papel reciclado |
|---------|---------------|-----------------|------|-----------------|
| 1.000 | 2.83 | 2.46 | 0.44 | 0.121 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Dosificación de mezcla para slump de 3" para la muestra M2: 10% papel reciclado

| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Papel reciclado |
|---------|---------------|-----------------|-------|-----------------|
| 1.000 | 2.83 | 2.46 | 0.615 | 0.242 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Dosificación de mezcla para slump de 3" para la muestra M3: 15% papel reciclado

| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Papel reciclado |
|---------|---------------|-----------------|-------|-----------------|
| 1.000 | 2.83 | 2.46 | 0.738 | 0.363 |

Fuente: Elaboración propia

b) Proceso de colocado:

- ✓ Se utilizó las normas NTP 339.033 y ASTM C 31, para la producción de las probetas cilíndricas. Los moldes cilíndricos de acero, se limpiaron, se ajustaron y se untaron con petróleo el interior, para desmoldarlos adecuadamente y no se adhieran a las paredes del molde; luego pasamos a colocarlos en un suelo nivelado, ausente de vibraciones.



Figura 69. Preparación de los moldes cilíndricos



Figura 70. Apisonamiento en el molde en tres capas, hasta llenarlo por completo



Figura 71. Mezcla introducida dentro de los 8 moldes, M1: 5%



Figura 72. Mezcla introducida dentro de los 8 moldes, M3: 15%

c) Proceso de curado:

El proceso de curado de las probetas nos permite tener hidratadas a las probetas, en la cual se genera una membrana en el plano superficial del concreto; en la cual a una adecuada humedad y temperatura el concreto llega a desarrollar sus características deseadas por su diseñador, alcanzando la resistencia de diseño. El proceso de curado de probetas cilíndricas se alaboró siguiendo las normas NTP 339.033 y ASTM C 31.

- ✓ Después de colocar la mezcla en los moldes, lo dejaremos en sus respectivos moldes a temperatura del medio ambiente (de 10°C a 12°C) por un tiempo de 24 hrs, para posteriormente sacarlo de los moldes y llevarlos al pozo de curado.



Figura 73. Rotulado de probetas de la muestra M1: 5% de papel reciclado



Figura 74. Desmoldado de las probetas de concreto para su curado



Figura 75. Peso de probetas antes de ser sumergidas



Figura 76. Probetas llevadas al pozo de curado



Figura 77. Curado de las probetas cilíndricas en el pozo de curado

Temperatura del agua de curado:

Se monitoreo constantemente la temperatura del agua en la que las probetas se curaron a una temperatura que variaba de 21°C entre 25°C, durante 28 días para cada muestra (M1, M2 y M3).

Cabe indicar que se uso un termómetro (PH metro marca Dell), para controlar la temperatura del agua del curado de probetas, registrando los siguientes resultados:

Tabla 36. Control de temperatura del curado de probetas, por semana

| Curado de probetas de las muestras | |
|------------------------------------|---|
| Fecha de inicio | : 26/03/2022 |
| Fecha de culminación | : 23/04/2022 |
| Semana | Temperatura del agua en grados centígrados (°C) |
| 1era. semana | 22.7 °C |
| 2da. semana | 24.8 °C |
| 3era. semana | 23.5 °C |
| 4ta. semana | 25.0 °C |
| 5ta. semana | 22.6 °C |

Fuente: Elaboración propia



Figura 78. Monitoreo de temperatura del agua para el curado de las probetas

4.1.3. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto con proporciones de papel

El ensayo de compresión del concreto se realiza con el objetivo de determinar la calidad del concreto, el cual se realizó conforme a lo estipulado a la norma NTP 339.034 (1999) y ASTM C39/C39M (métodos de prueba estándar para la resistencia a compresión en probetas cilíndricas), en la que se menciona los materiales y equipos utilizados para realizar el ensayo:

4.1.3.1. Probetas para ensayo de resistencia a la compresión

Los resultados de la resistencia a la compresión corresponden al promedio de ocho probetas cilíndricas ensayadas a los 28 días de curado, realizados a 3 tipos de muestras (M1, M2 y M3), las cuales están identificadas con su respectiva nomenclatura.



Figura 79. Nomenclatura de las probetas

Tabla 37. Número de probetas para ensayo a la resistencia a compresión

| Resistencia específica a la compresión | (M) | % Papel reciclado | Nomenclatura | Nº de probetas |
|--|-----|-------------------|--------------|----------------|
| f'c= 210 kg/cm2 | M1 | 5% | 5% Papel | 8 und. |
| | M2 | 10% | 10% Papel | 8 und. |
| | M3 | 15% | 15% Papel | 8 und. |
| Total de número de probetas | | | | 24 und. |

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.2. Equipos para ensayo de resistencia a la compresión

- ✓ **Prensa hidráulica para ensayo de compresión:** Para realizar el ensayo de resistencia a compresión se utilizó la prensa hidráulica motorizada – digital; con una capacidad de 120 Toneladas, del LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS.



Figura 80. Prensa hidráulica para ensayo de resistencia a la compresión

- ✓ **Almohadillas elastoméricas y anillos de retención:** Las almohadillas se pueden usar en una o ambas acras, también es necesario tener un registro del número de veces puesta en servicio ya que es importante el número de veces usados. Las almohadillas que se usaron son de neopreno, de marca es QTKF, de espesor de 1.5 cm, con 6 pulgadas de diámetro, con un 70D según al durómetro. También se usó anillos de retención de un diámetro no menor al 102% del diámetro de la probeta.



Figura 81. Almohadillas y anillos de la prensa hidráulica, para retención.

4.1.3.3. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión

- ✓ Los ensayos se realizaron a 8 probetas por cada muestra con la que se trabajó; las cuales son: M1: 5% papel, M2: 10% papel y M3: 15% papel, a los 28 días de curado.
- ✓ Antes de realizar las pruebas de ensayo a las muestras de concreto al ensayo de resistencia a la compresión, se registraron los datos de altura, diámetro y peso de cada probeta para posteriormente analizarlos.



Figura 82. Probetas de concreto para el ensayo de compresión



Figura 83. Medición del diámetro de las probetas antes de la rotura.



Figura 84. Medición de alturas de las probetas antes de la rotura



Figura 85. Pesado de probetas antes de la rotura



Figura 86. Colocación de la probeta para su rotura

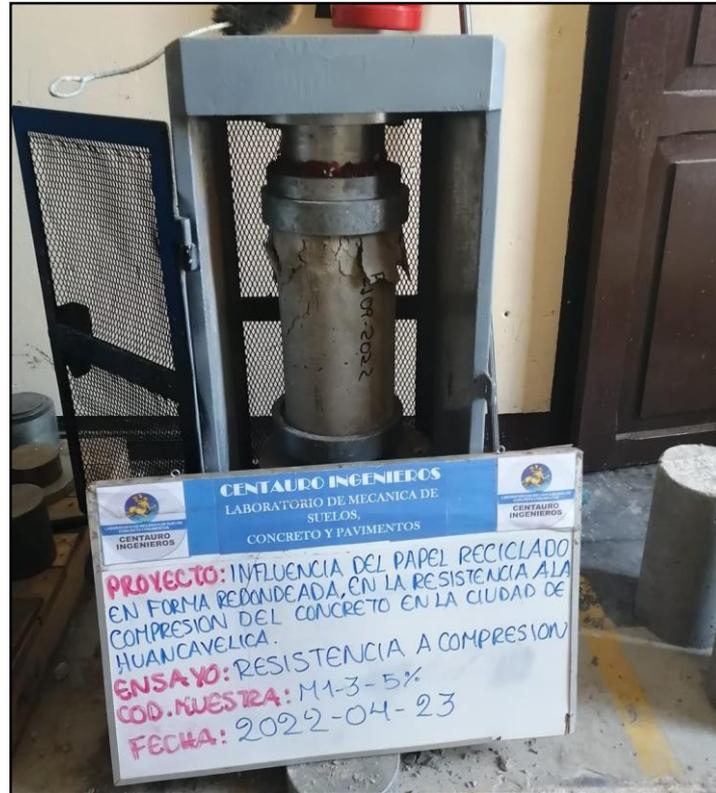


Figura 87. Ensayo de resistencia a la compresión de la muestra M1: 5% de papel



Figura 88. Ensayo de resistencia a la compresión de la muestra M2: 10% de papel



Figura 89. Falla de probeta sometida al ensayo de resistencia a compresión

- ✓ Según la norma NTP 339.034, los tipos de fallas producidas debido al ensayo de resistencia a la compresión de las probetas, son la siguientes:

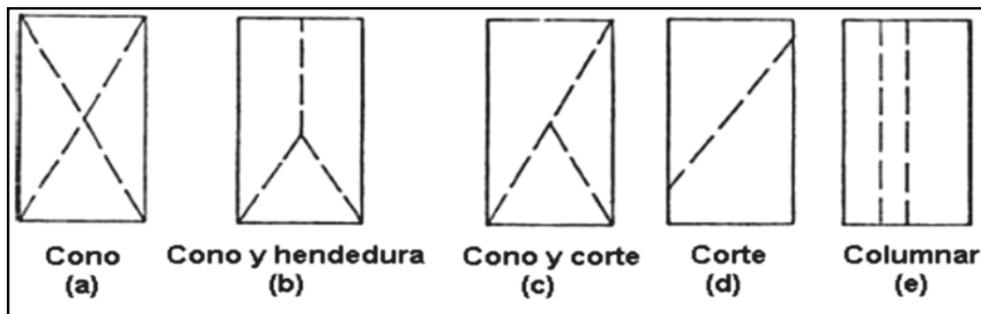


Figura 90. Tipos de fallas, NTP 339.034

- ✓ Y según la norma (ASTM C39/C39M)-21 , los tipos de fallas producidas debido al ensayo de resistencia a la compresión de las probetas, son la siguientes:

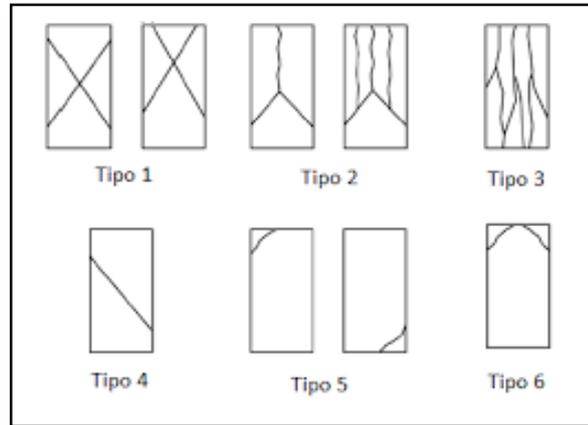


Figura 91. Tipos de fallas, ASTM C39/C39M-21

- ✓ Los ensayos de resistencia a la compresión realizados a las muestras patrón y las muestras con adición de papel de resistencia, registraron fallas del tipo 5: Fracturas de lados en las bases (superior o inferior).



Figura 92. Falla tipo 5: fractura de lados en las bases



Figura 93. Probetas sujetas al ensayo de resistencia a compresión

- ✓ Se registró todas las lecturas arrojadas del ensayo a la resistencia a compresión, para cada muestra (M1, M2 y M3).



Figura 94. Lecturas registradas para cada probeta sometida al ensayo a la resistencia a compresión

- ✓ Seguidamente, se muestra los resultados de las probetas sometidas al ensayo de resistencia a la compresión (f_c) para cada muestra en los diferentes porcentajes, en las siguiente tablas:

Tabla 38. Registro de pesos de probetas antes de ser sometidas al ensayo a la resistencia a la compresión

| Edad (días) | N° de probetas | M1: | M2: | M3: |
|-----------------------------------|-------------------|-------------|--------------|--------------|
| | | 5% Papel | 10% Papel | 15% Papel |
| 28 | N°1 | 11.198 | 10.095 | 09.884 |
| | N°2 | 11.236 | 10.243 | 09.908 |
| | N°3 | 11.581 | 10.150 | 09.645 |
| | N°4 | 11.432 | 10.202 | 09.864 |
| | N°5 | 11.075 | 10.268 | 09.379 |
| | N°6 | 11.116 | 10.285 | 09.891 |
| | N°7 | 11.213 | 10.238 | 09.761 |
| | N°8 | 11.181 | 10.280 | 09.788 |
| Promedio de pesos (Kg) | | 11.254 | 10.220 | 9.765 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Cuadro de resistencia a compresión de la muestra patrón P: 0% papel reciclado

| Edad (días) | Muestra | Fuerza de Compresión (KN) | Dimensión de probeta | | f_c (kg/cm ²) | Identificación |
|--|---------|---------------------------------|-------------------------|-----------|--------------------------------|----------------|
| | | | H (cm) | D (cm) | | |
| 28 | P-1 | 388.57 | 30 | 15 | 214.10 | 0% papel |
| Resistencia a la compresión - Patrón (kg/cm ²) | | | | | 214.10 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Cuadro de resistencia a compresión de probetas para M1: 5% papel reciclado.

| Edad (días) | Muestra | Fuerza de Compresión (KN) | Dimensión de probeta | | f'c (kg/cm ²) | Identificación |
|---------------------------------------|---------|---------------------------------|-------------------------|------|------------------------------|----------------|
| | | | H | D | | |
| | | | (cm) | (cm) | | |
| 28 | M1-1 | 135.06 | 30 | 15 | 74.3 | 5% papel |
| | M1-2 | 140.10 | 30 | 15 | 77.1 | 5% papel |
| | M1-3 | 139.46 | 30 | 15 | 76.6 | 5% papel |
| | M1-4 | 141.45 | 30 | 15 | 77.9 | 5% papel |
| | M1-5 | 139.52 | 30 | 15 | 76.8 | 5% papel |
| | M1-6 | 133.58 | 30 | 15 | 73.5 | 5% papel |
| | M1-7 | 134.08 | 30 | 15 | 73.8 | 5% papel |
| | M1-8 | 156.79 | 30 | 15 | 86.2 | 5% papel |
| Promedio de f'c (kg/cm ²) | | | | | 77.03 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Cuadro de resistencia a compresión de probetas para M2: 10% papel reciclado

| Edad (días) | Muestra | Fuerza de Compresión (KN) | Dimensión de probeta | | f'c (kg/cm ²) | Identificación |
|---------------------------------------|---------|---------------------------------|-------------------------|------|------------------------------|----------------|
| | | | H | D | | |
| | | | (cm) | (cm) | | |
| 28 | M2-1 | 79.46 | 30 | 15 | 43.8 | 10% papel |
| | M2-2 | 81.48 | 30 | 15 | 44.8 | 10% papel |
| | M2-3 | 79.17 | 30 | 15 | 43.5 | 10% papel |
| | M2-4 | 79.65 | 30 | 15 | 43.8 | 10% papel |
| | M2-5 | 79.17 | 30 | 15 | 43.4 | 10% papel |
| | M2-6 | 81.80 | 30 | 15 | 45.0 | 10% papel |
| | M2-7 | 81.83 | 30 | 15 | 45.0 | 10% papel |
| | M2-8 | 84.64 | 30 | 15 | 46.6 | 10% papel |
| Promedio de f'c (kg/cm ²) | | | | | 44.49 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Cuadro de resistencia a compresión de probetas para M3: 15% papel reciclado

| Edad (días) | Muestra | Fuerza de Compresión (KN) | Dimensión de probeta | | f'c (kg/cm2) | Identificación |
|--------------------------|---------|---------------------------------|-------------------------|-----------|-----------------|----------------|
| | | | H (cm) | D (cm) | | |
| 28 | M3-1 | 41.03 | 30 | 15 | 22.5 | 15% papel |
| | M3-2 | 40.11 | 30 | 15 | 22.0 | 15% papel |
| | M3-3 | 43.90 | 30 | 15 | 24.1 | 15% papel |
| | M3-4 | 43.26 | 30 | 15 | 23.7 | 15% papel |
| | M3-5 | 39.77 | 30 | 15 | 21.8 | 15% papel |
| | M3-6 | 41.35 | 30 | 15 | 22.7 | 15% papel |
| | M3-7 | 41.82 | 30 | 15 | 23.0 | 15% papel |
| | M3-8 | 38.56 | 30 | 15 | 21.1 | 15% papel |
| Promedio de f'c (kg/cm2) | | | | | 22.61 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Resumen de resistencia a la compresión de probetas (f'c) para cada muestra

| N° de Muestra | M1: 5% Papel | M2: 10% Papel | M3: 15% Papel |
|---|-----------------|------------------|------------------|
| N° 1 | 74.3 | 43.8 | 22.5 |
| N° 2 | 77.1 | 44.8 | 22.0 |
| N° 3 | 76.6 | 43.5 | 24.1 |
| N° 4 | 77.9 | 43.8 | 23.7 |
| N° 5 | 76.8 | 43.4 | 21.8 |
| N° 6 | 73.5 | 45.0 | 22.7 |
| N° 7 | 73.8 | 45.0 | 23.0 |
| N° 8 | 86.2 | 46.6 | 21.1 |
| Resistencia a la compresión (kg/cm2) | 77.03 | 44.49 | 22.61 |

Fuente: Elaboración propia

Se trabajó con 8 muestras cilíndricas de concreto con tres porcentajes diferentes de 5%, 10% y 15% de papel reciclado en forma redondeada, para lograr resultados de la resistencia a la compresión y compararlos entre sí, teniendo como referencia el concreto convencional patrón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Se tiene conocimiento que los resultados de las probetas a los 28 días de curado, llega a 99.9% de la resistencia a compresión, para el presente trabajo de investigación se tomó como concreto patrón un concreto con diseño de 210 kg/cm^2 por lo que el $f'c$ mínimo del patrón es :

$$F'c \text{ mínimo del patrón} = 0.999 \times 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 209.79 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Teniendo como dato referencial el $f'c$ mínimo patrón, se muestra los resultados obtenidos en la muestra patrón en la siguiente tabla:

Tabla 44. Resistencia a la compresión alcanzada C/P según al $f'c$ mínimo de diseño en probetas S/P.

| MUESTRA | Resistencia a la compresión de probeta con papel ($f'c$) | $f'c$ mínimo del patrón sin papel | Resistencia alcanzada con papel (%) |
|------------------------------------|--|---|--|
| M1: 5 % papel reciclado | 77.03 kg/cm^2 | | 36.63% |
| M2: 10% papel reciclado | 44.49 kg/cm^2 | 209.79 kg/cm^2 | 21.13% |
| M3: 15% papel reciclado | 22.61 kg/cm^2 | | 10.63% |

Fuente: Elaboración propia

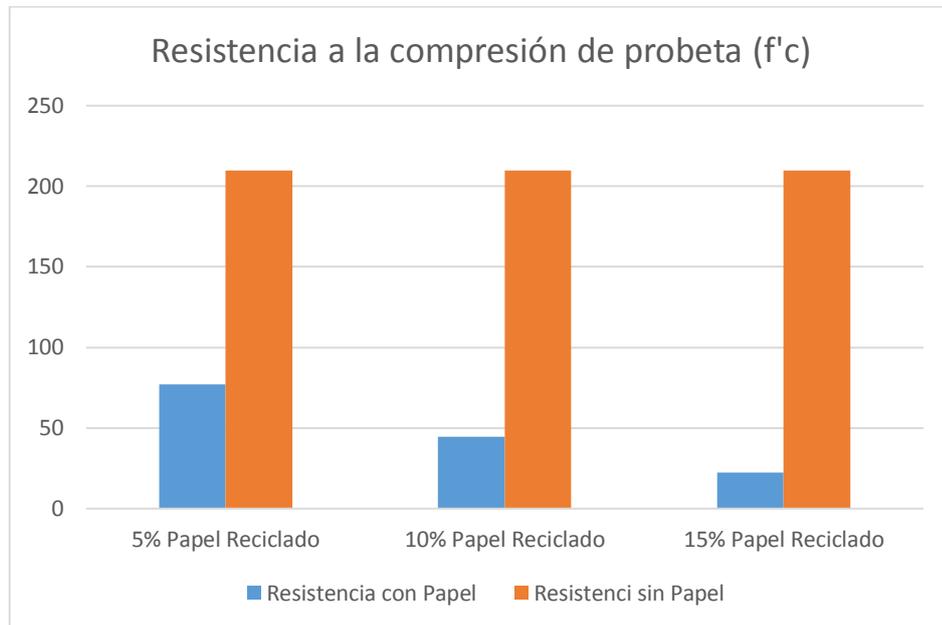


Figura 95. Gráfico comparativo de los resultados de resistencia a la compresión promedio de probeta con adición de papel reciclado en forma redondeada con referencia a la resistencia de diseño sin adición de papel reciclado en forma redondeada.

Se puede presenciar los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión promedio (kg/cm²) obtenida en cada muestra (M), variando los resultados debido a la incorporación de papel reciclado en forma redondeada (PR) como sustituto del agregado grueso en porcentajes de 5%, 10% y 15% de papel reciclado en forma redondeada; siendo el primer grupo, en la que se utilizó 5% de papel reciclado en forma redondeada la que mostró mejores resultados.

4.2. Discusión

4.2.1. Análisis estadístico

Resistencia a la compresión en probetas cilíndricas (F'c):

Los resultados de las probetas de concreto sometidas a compresión, son representadas por la resistencia a compresión (f'c); por lo que, realizando el análisis estadístico resulta que, los valores de resistencia a compresión son significativamente influenciados por la proporción de 5%, 10% y 15% de papel reciclado en forma redondeada incorporadas en cada uno de los tres grupos.

El procedimiento estadístico se efectuó haciendo uso del diseño completamente al azar, en la cual se realizó el análisis estadístico, que nos permitió verificar la afirmación anterior; si existen diferencias entre cada uno de los grupos trabajados estadísticamente significativas, en la que mostraremos la variabilidad del conjunto de datos en el siguiente cuadro de ANOVA y prueba F con 5 por ciento de significancia o también 95 por ciento de nivel de confianza, en la que también se utilizó la estadística descriptiva para representar los valores de posición y dispersión:

Datos de la resistencia a la compresión plasmados en el análisis de varianza.

Tabla 45. Datos de resistencia a compresión en probetas

| REPETICIONES | Tratamientos | | |
|--------------|--------------|--------|--------|
| | f'c(kg/cm) | | |
| | 5% PR | 10% PR | 15% PR |
| R1 | 74.3 | 43.8 | 22.5 |
| R2 | 77.1 | 44.8 | 22.0 |
| R3 | 76.6 | 43.5 | 24.1 |
| R4 | 77.9 | 43.8 | 23.7 |
| R5 | 76.8 | 43.4 | 21.8 |
| R6 | 73.5 | 45.0 | 22.7 |
| R7 | 73.8 | 45.0 | 23.0 |
| R8 | 86.2 | 46.6 | 21.1 |

Fuente: Elaboración propia

Donde: PR: Papel reciclado.

Tabla 46. Resumen de varianza de un factor (Compresión)

| Grupos | N | Suma | Media | Varianza | Mínimo | Máximo |
|--------|---|-------|---------|------------|--------|--------|
| 0.05 | 8 | 616.2 | 77.025 | 16.4907143 | 73.5 | 86.2 |
| 0.10 | 8 | 355.9 | 44.4875 | 1.16982143 | 43.4 | 46.6 |
| 0.15 | 8 | 180.9 | 22.6125 | 0.98410714 | 21.1 | 24.1 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Análisis de varianza (ANOVA - Compresión)

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Prob. | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------|------------|----------------------|
| Tratamiento | 11994.4658 | 2 | 5997.23292 | 964.979533 | 2.1662E-21 | 3.46680011 |
| Error | 130.5125 | 21 | 6.21488095 | | | |
| Total | 12124.9783 | 23 | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Utilizamos la F de Fisher para comprobar si existe 2 muestras provenientes de poblaciones que tienen varianzas iguales. La cual se determinó que siendo la “F” calculada mayor que “F” crítico, se determinó que si hay diferencias entre los tratamientos y contrastando que el papel reciclado en forma redondeada influye en la resistencia a la compresión del concreto.

Posteriormente se procede a efectuar una comparación de medias haciendo el uso del Test de Tukey con 5 por ciento de significancia, para exponer la diferencia existente entre los promedios de las resistencias a compresión halladas para cada tratamiento.

Tabla 48. Comparación de media. Según Test de Tukey (Compresión)

| COMPARACIÓN DE MEDIAS. TRATAMIENTOS | Diferencia de medias | Valor mínimo | Valor máximo | Sign. (95% nivel confianza) |
|-------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|-----------------------------|
| 10% PR - 5% PR | -32.5375 | -35.67935 | -29.39565 | 0.000 |
| 15% PR - 5% PR | -54.4125 | -57.55435 | -51.27065 | 0.000 |
| 15% PR - 10% PR | -21.875 | -25.01685 | -18.73315 | 0.000 |

Fuente: Elaboración propia

En el test de Tukey, se visualiza que hay diferencia significativa al comparar las medias de los tratamientos.

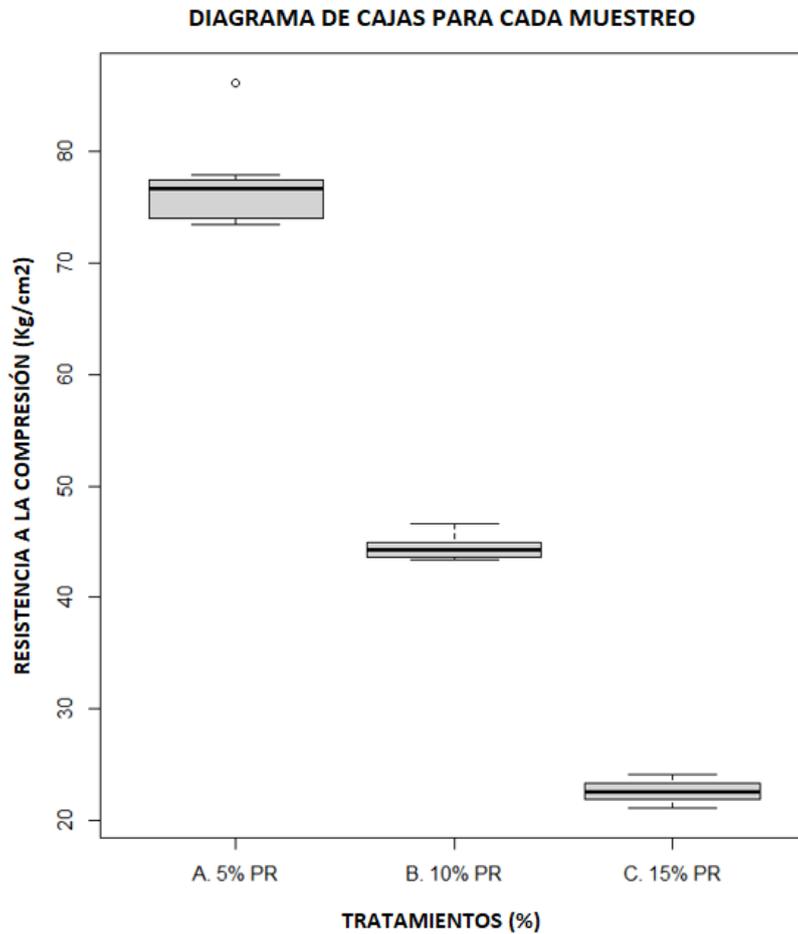


Figura 96. Distribución del diagrama de cajas para cada muestreo

Entonces, de acuerdo a la comparación de medias se establece que el grupo en la que se empleó 5 por ciento de papel reciclado obtuvo mayor resistencia a la compresión en comparación a la resistencia con proporciones de 10% y 15%, debido a que éste es el grupo que tiene mayor diferencia significativa a comparación de los otros grupos; es por eso que se optó en elegir la dosificación con las proporciones fijadas con tratamiento del 5 por ciento de adición de papel reciclado para la elaboración de concreto ligero no estructural.

4.2.2. Discusión de resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio, se menciona que:

Los resultados obtenidos en la resistencia a la compresión (kg/cm^2) de cada muestra, elaborados con porcentajes de 5%, 10% y 15% de papel reciclado en forma

redondeada, como sustituto del agregado grueso; nos brindaron datos con diferencias notables para cada muestra respectivamente, obteniendo como resultados resistencias menores con respecto a los resultados del concreto patrón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$; siendo así que el grupo con 5% de papel reciclado en forma redondeada mostró mejores resultados ($f'c= 77.03 \text{ kg/cm}^2$) que los grupos trabajados con 10% ($f'c= 44.49 \text{ kg/cm}^2$) y 15% ($f'c= 22.61 \text{ kg/cm}^2$) de papel reciclado en forma redondeada.

Los resultados que fueron obtenidos por Amores (2013) son similares y concuerdan con nuestro estudio, esto debido a que elaboró muestras de concreto con adición de papel en porcentajes de 25%, 50% y 75%, cuyos resultados obtenidos en la resistencia a la compresión a los 28 días fueron de $f'c= 60.00 \text{ kg/cm}^2$, $f'c= 20.00 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 17.50 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente; respecto a su diseño de mezcla patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$. Obteniendo resistencias menores con respecto a su diseño patrón; siendo así que el diseño trabajado con 25% de papel obtuvo mejores resultados respecto a los diseños de 50% y 75% de papel. Nuestra investigación al igual que Amores (2013), presenta una disminución progresiva a medida del incremento de la proporción del papel al concreto. Sin embargo el resultado mas optimo en nuestra investigación es con el 5% de papel ($f'c= 77.03 \text{ kg/cm}^2$) y para Amores fue de 25% de papel ($f'c= 60.00 \text{ kg/cm}^2$); variando ambos resultados significativamente.

Los resultados que fueron obtenidos por Reyna (2016) concuerdan con nuestro estudio, en donde trabajó muestras de concreto con porcentajes de 0%, 5%, 10% y 20% , obteniendo resistencias a la compresión a los 28 días de $f'c= 353.55 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=235.74 \text{ kg/cm}^2$, $f'c= 169.39 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 83.00 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente; donde los resultados de la resistencia a la compresión al igual que nuestra investigación desciente conforme se aumenta el porcentaje de papel. Nuestra investigación a diferencia de Reyna fue a base de una dosificación para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y el de Reyna para un $f'c= 353.55 \text{ kg/cm}^2$, siendo su resultado mas optimo el de 5% con un $f'c=235.74 \text{ kg/cm}^2$.

Conclusiones

- ✓ La adición de papel reciclado en forma redondeada como sustituto del agregado grueso (piedra chancada de $\frac{3}{4}$ "") influye de manera significativa en la resistencia del concreto a la compresión.
- ✓ Al emplear un porcentaje del 5 % de papel reciclado en forma redondeada como sustituto del agregado grueso en la dosificación del concreto (M1) influye en los resultados de la resistencia a la compresión del concreto, pues se obtuvo como resultado promedio un $f'c = 77.03 \text{ kg/cm}^2$, donde hubo una disminución del valor de la resistencia frente al $f'c$ del concreto patron, pero a la vez indicando mejores resultados en comparación a lo trabajado con las demás proporciones (M2: 10% de papel reciclado y M3: 15% de papel reciclado).
- ✓ Al emplear un porcentaje del 10% de papel reciclado en forma redondeada como sustituto del agregado grueso en la dosificación del concreto (M2) influye en los resultados de la resistencia a la compresión del concreto obteniendo como resultado promedio $f'c = 44.49 \text{ kg/cm}^2$, que en comparación a lo trabajado con la M1 (porcentaje del 5% de papel reciclado) los resultados son menores y en comparación con la M3 (15% de papel reciclado) es mucho mayor; además que hubo mayor demanda de agua a utilizar en el proceso de mesclado, debido al incremento del porcentaje de papel que se sustituyo.
- ✓ Al emplear un porcentaje del 15 % de papel reciclado en forma redondeada como sustituto del agregado grueso en la dosificación del concreto (M3) influye en los resultados de la resistencia a la compresión del concreto obteniendo como resultado promedio un $f'c = 22.61 \text{ kg/cm}^2$, que en comparación a lo trabajado con las muestras anteriores M1 (porcentaje del 5% de papel reciclado) y M2 (porcentaje del 10% de papel reciclado), los resultados obtenidos son menores. La adición del papel reciclado en forma redondeada como sustituto del agregado grueso (piedra chancada de $\frac{3}{4}$ "") en la mezcla del concreto incrementó la demanda de agua a utilizar, probablemente se debe a la gran absorción de agua que el papel

tiene como una de sus características, por lo que se concluye que a mayor incorporación de papel reciclado en forma redondeada, mayor es el agua a utilizar.

Recomendaciones

Se plantean las siguientes recomendaciones en referencia a lo concluido en la investigación, con la finalidad de dar mayor alcance a futuras investigaciones que trabajen con concreto con adición de papel:

- ✓ Realizar más estudios de investigación en donde se analicen el comportamiento del concreto en estado fresco y estado endurecido con adición de papel, y ver cómo influye la adición del papel en ambos estados, debido a la gran absorción de agua del papel.
- ✓ Realizar más estudios con adición de papel en el concreto en diferentes formas y diferentes proporciones para ver cuales son los resultados de estos ensayos.
- ✓ Debido a los resultados obtenidos al someterlos al ensayo de resistencia a la compresión del concreto cilíndrico, se pudo observar que los resultados serían óptimos para utilizarlos en elementos no estructurales para muros no portantes y tabiquería.
- ✓ Se recomienda realizar futuras investigaciones de concreto con adición de papel y realizar el ensayo de la resistencia a la compresión en días posteriores, después del curado del concreto a los 28 días, esto debido a que el papel aun contiene bastante humedad al retirarlos del agua, realizar el ensayo de resistencia a la compresión del concreto cuando el concreto cilíndrico haya disminuido su humedad parcial o totalmente.
- ✓ Se recomienda la utilización del papel reciclado en el concreto para ayudar a mitigar el peso del concreto, ya que en la investigación se obtuvo como resultados pesos menores que el concreto convencional patrón (una probeta cilíndrica patrón: 12.23kg) , obteniendo así para la sustitución de un 5% de papel reciclado un peso promedio de 11.254 kg, para para la sustitución de un 10% de papel reciclado un peso promedio de 10.220 kg y para la sustitución de un 15% de papel reciclado un peso promedio de 9.765 kg por probeta cilíndrica de concreto.

- ✓ Una de las características del concreto con sustitución de papel en un 5% en el agregado grueso, es la facilidad de su elaboración, debido a que no se utilizaron aditivos, ni agregados difíciles de adquirir, y el papel bond reciclado que se usó es de fácil acceso a su recolección, puesto que, estos se hallan en casi la mayoría de los hogares y en las instituciones públicas de la ciudad de Huancavelica.
- ✓ Se puede realizar bloques de concreto a base de papel reciclado, en la que se clasifican como unidades de albañilería no estructural según el RNE E.070, en la que se podrían utilizar en la construcción de muros no portantes de albañilería en interiores.
- ✓ Llevar a cabo investigaciones de bloques de concreto con adición de papel reciclado y evaluar su resistencia para utilizarlos como bloque de concreto para muros no portante con una resistencia mínima de 20 kg/cm².
- ✓ Los concretos elaborados con papel reciclado en forma redondeada como sustituto del agregado grueso, estarían ayudando a la contribución del medio ambiente, y de esa manera ayudando a mitigar los desechos de papel, ya que hoy en día es un problemática que compete a todos.

Referencias bibliográficas

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima, Perú: San Marcos.
- Aguilar, N. (2004). *El reciclaje de papel y cartón*. México: Elementos: Ciencia y cultura.
- Almengor, A., Gutierrez, N., Moreno, J., & Caballero, K. (2017). Reciclaje de materiales para la elaboración de bloques bioamigables. *Revista de Iniciación Científica*.
- Alva, L., Araujo, D., Guerra, M., Narciso, D., & Narciso, L. (2017). Resistencia a la flexión de paneles elaborados con papel reciclado, cemento y yeso. *Universidad Católica de Trujillo "Benedicto XVI"*.
- American Concrete Institute 211.1. (2002). *Práctica Estandar para seleccionar el proporcionamiento de concreto de peso normal, pesado y masivo*. ACI.
- Amores, M. P. (2013). *El papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato provincia de Tungurahua y su incidencia en la resistencia del hormigón*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Arrieta, J., & Peñaherrera, E. (2001). *Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora*. Lima-Perú: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitogación de Desastres.
- ASTM C136. (s.f.). *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. American Society for Testing and Materials.
- ASTM C143. (s.f.). *Método de ensayo normalizado para asentamiento de concreto de cemento hidráulico*. American Society of Testing Materials.
- ASTM C29/C29M. (s.f.). *Historical Standard: Método de ensayo estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados*. American Society for Testing and Materials.

- ASTM C31/C31M. (s.f.). *Práctica normalizada para preparación y curado de especímenes de ensayo de concreto en la obra*. American Society of Testing Materials.
- ASTM C33 - 07. (s.f.). *Historical Standard: Especificación Normalizada de Aregados para Concreto*. American Society for Testing and Materials.
- ASTM C39/C39M. (s.f.). *Historical Standard: Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto*. American Society of Testing Materials.
- ASTM C566. (2004). *Historical Standard: Método de ensayo normalizado para medir el contenido total de humedad evaporable en agregados mediante secado*. American Society for Testing and Materials.
- Barriga, E., & Bernardo, J. A. (2016). *Aplicación y estudio de las propiedades de las celulosas recicladas obtenidas de papel periódico como una adición para el concreto*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Beltrán, L. (1986). *Hormigón reforzado con fibras de polipropileno*. Quito: Tesis de grado de la Escuela Politécnica Nacional.
- Campodónico, J. (2002). *Análisis del reciclaje de papel y cartón en la ciudad de Chiclayo*. Piura, Perú: Universidad de Piura.
- Cervantes, L. A., Valdez, E., & Gonzales, R. (2010). Una construcción elaborada con muros de papel y cartón comprimidos más otros residuos valorizables. *Acta Universitaria, Universidad de Guanajuato, Mexico*.
- Defensoría del Pueblo. (2019). *Informe defensorial N° 181 ¿Donde va nuestra basura?* Lima: Biblioteca Nacional del Perú.
- Elizalde, L. (2005). *Caracterización de mezclas de mortero a base de celulosa/papel reciclado para fabricación de elementos constructivos*. Monterrey, México: Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterrey.

- Flores, G. J., & Gonzales, E. (2019). Proyecto para la mitigación en la generación de residuos solidos en el Cerro del Murciélago, Zinacantepec. *Revista legado de arquitectura y diseño*, 15.
- Fundación EROSKI. (2015). La importancia de reciclar. *Escuelas Idea Sana EROSKI*.
- Gonzales, A., Oseda, D., Ramírez, F., & Gave, J. (2011). *¿Cómo aprender y enseñar investigación científica?* Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima, Perú: Fondo Editorial.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-WHILL/Interamericana.
- Herrera, A. M., & Madrid, G. G. (2001). *Manual de Construcción de Mamposteria de Concreto*. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. A.C.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (setiembre de 2020). Acceso a los servicios básicos en el Perú, 2013 - 2019. Lima, Lima, Perú.
- León, C., & Fuentes, M. (2012). *Diseño de un proceso para la fabricación de papel reciclado ecológico a escala laboratorio usando peróxido de hidrógeno*. Cartagena: Universidad de Cartagena.
- Lopez, J. (2014). *Estudio de materiales compuestos obtenidos a partir de lodos celulósicos de la industria papelera, cemento y arcilla*. Lima, Perú: Universidad Católica del Perú.
- Lozano, C., Lozano, P. D., Mercado, A. L., Lozano, Z. D., & Lozano, H. R. (2007). *Como elaborar el proyecto de investigación científica en contabilidad, administración, economía y educación*. PERU.
- Luna, Y., & Pinedo, R. (2011). *Estudio de la factibilidad técnica del diseño de bloques de concreto sustituyendo el agregado fino por aliven*. Caracas, Venezuela.

- MINAMBIENTE. (2018). *Gestión integral de residuos sólidos*. Colombia: Gobierno de Colombia.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Perú: MTC.
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Informe anual de residuos municipales y no municipales en el Perú, gestión 2009*. Perú: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio. Modulo 2: Residuos y áreas verdes*. Lima, Perú: MINAM, Dirección general de educación, cultura y ciudadanía ambiental.
- Ministerio del Ambiente. (2021). *Alrededor de 93 mil toneladas de residuos sólidos fueron valorizados en el 2020 a nivel nacional*. Obtenido de Plataforma digital única del estado peruano: <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/487809-alrededor-de-93-mil-toneladas-de-residuos-solidos-fueron-valorizados-en-el-2020-a-nivel-nacional>
- Moreno, L. A., & Ponce, K. D. (2017). *Características físicas y mecánicas de la unidad de albañilería ecológica a base de papel reciclado en la ciudad de Trujillo*. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Nilson, A. (2001). *Diseño de estructuras de concreto*. Bogotá, Colombia: McGraw - Hill Interamericana, S.A.
- NTP 339.033. (2009). *HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 339.034. (1999). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 339.035. (2015). *CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland*. Lima, Perú: INDECOPI.

- NTP 339.185. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.012. (2001). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.017. (1999). *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.022. (2001). *AGREGADOS. Métodos de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.037. (2002). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)*. Lima, Perú: INDECOPI.
- Omega, A. (s.f.). *Block Armo*.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. (2014). *La fiscalización ambiental en residuos sólidos*. Lima, Perú: OEFA.
- Pasquel, E. (1992). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. Lima, Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Ravindra Singh, L., Akhtar Saleem, & Batham Geeta. (2015). Application of Paper Waste in Cement Concrete. *Journal of Engineering Research and Applications*.
- Reyna, C. A. (2016). *Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo*. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- Rivera, G. (2015). *Tecnología del concreto y mortero*. Cali, Valle del Cauca: Universidad del Cauca.
- Rivva, E. (1992). *Diseño de Mezclas*. Lima, Perú: Hozlo S.CR.L.
- RNE. (2012). *Norma Técnica E.070 Albañilería*. Lima, Perú.

- Saldaña, J., Rosales, J., & Muñoz, A. (2016). Reutilización de papel reciclado en la producción de material de construcción aislante térmico y acústico. *Revista de Investigación y Desarrollo*.
- Torre, A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Zorrilla, S., & Torres, M. (1992). *Guía para Elaborar la Tesis*. Iztapalapa: Editorial MC Graw Hill. Segunda Edición.

Apéndice

APÉNDICE N° 01: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| “INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA” | | | | | | |
|---|--|---|---|--|---|---|
| PROBLEMAS | OBJETIVOS | MARCO TEÓRICO | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES E INDICADORES | METODOLOGÍA |
| <p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo influye el papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo influye el 5% de papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la | <p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la influencia del papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la influencia del 5% de papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en | <p>1. ANTECEDENTES</p> <p>A NIVEL INTERNACIONAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Universidad de Guanajuato, México. Cervantes, Valdez & Gonzales (2010) “Una construcción elaborada con muros de papel y cartón comprimidos más otros residuos valorizables”. • Universidad técnica de Ambato, Ecuador, Amores (2013) “El papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato provincial de Tungurahua y su incidencia en la Resistencia del hormigón” <p>A NIVEL NACIONAL:</p> | <p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El papel reciclado en forma redondeada influye en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • El 5% del papel reciclado en forma redondeada influye en la resistencia a la compresión del concreto en la | <p>VARIABLE INDEPENDIENTE (VI)</p> <p>X1= Papel reciclado en forma redondeada.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE (VD)</p> <p>X2= Resistencia a la compresión del concreto.</p> | <p>DIMENSIONES:</p> <p>-Porcentaje de papel reciclado en forma redondeada</p> <p>INDICADORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5% - 10% - 15% <p>DIMENSIONES:</p> <p>- Diseño de mezcla</p> <p>INDICADORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $F'c=210$ kg/cm² | <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Investigación Aplicada o Tecnológico.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Explicativo.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Experimental.</p> <p style="text-align: center;">GE: 0₁ X 0₂</p> <p style="text-align: center;">.....</p> <p style="text-align: center;">GC: 0₃ 0₄</p> <p>GE: Grupo experimental GC: Grupo control O₁, O₂: Variables observadas O₃, O₄: Datos observados X: tratamiento u estímulo con papel reciclado</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA:</p> <p>POBLACIÓN:</p> |

| | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|
| <p>ciudad de Huancavelica?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo influye el 10% de papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica? • ¿Cómo influye el 15% de papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica? | <p>la ciudad de Huancavelica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la influencia del 10% de papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica. • Determinar la influencia del 15% de papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica. | <ul style="list-style-type: none"> • Universidad peruana de ciencias Aplicadas. Barriga & Cáceres (2016): “Aplicación y estudio de las propiedades de la celulosa reciclada obtenidas del pale periódico como una adición para el concreto”. • Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM. Reyna (2016): “Reutilización de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo” • Universidad privada Antenor Orrego. Moreno & Ponce (2017) “Características físicas y mecánicas de la unidad de albañilería ecológica a base de papel reciclado en la ciudad de Trujillo” <p>2.BASES TEORICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos | <p>ciudad de Huancavelica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El 10% del papel reciclado en forma redondeada influye en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica. • El 15% del papel reciclado en forma redondeada influye en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica. | | <p>La población es la siguiente:</p> <p>24 probetas cilíndricas de dimensiones de 15cm de diámetro y 30 cm de alto.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>La muestra es la siguiente:</p> <p>24 probetas cilíndricas de dimensiones de 15cm de diámetro y 30 cm de alto.</p> <p>MUESTREO:</p> <p>Al seleccionar la muestra se usó el tipo de muestreo no probabilístico de carácter intencional.</p> <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</p> <p>TÉCNICAS PARA LA RECOLECCION DE DATOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - observación directa e indirecta - técnica de análisis documental. - Análisis documental en base a Normas Técnicas. <p>TÉCNICAS EN LABORATORIO:</p> <p>Se realizarán ensayos al agregado y concreto.</p> |
|---|--|--|---|--|--|

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Reciclaje de residuos solidos • Papel reciclado. • Concreto. | | | <p>INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuaderno de datos. - Fichas técnicas de observación. - Equipos para extracción de muestras. <p>INSTRUMENTOS EN LABORATORIO:</p> <p>Los instrumentos que se usara son de acuerdo a los siguientes ensayos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis Granulométrico. - Contenido de humedad. - Peso unitario, específico y absorción. - Resistencia a la compresión. <p>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS</p> <p>Para el procesamiento de datos se hará uso de la estadística descriptiva o cuantitativa empleando: porcentajes, medias aritméticas, mediana, coeficiente de variación.</p> <p>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS</p> <p>Para el análisis e interpretación de datos se desarrollará a través de: estadísticas, frecuencias y porcentajes.</p> <p>Se utilizará tablas, histogramas de frecuencias, etc. que permitan visualizar los resultados del proyecto.</p> |
|--|--|--|--|--|---|

APÉNDICE N° 02: Panel fotográfico de la ejecución de tesis

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 97. Puesta de los agregados en las instalaciones del Laboratorio.



Figura 98. Recolección y almacenamiento del papel reciclado.



Figura 99. Proceso de obtención del papel reciclado en forma redondeada.



Figura 100. Proceso del ensayo de contenido de humedad de los agregados.



Figura 101. Proceso del ensayo de peso unitario suelto y compactado de los agregados.



Figura 102. Proceso del ensayo de granulometría de los agregados.



Figura 103. Proceso del ensayo de peso específico y absorción de los agregados.



Figura 104. Proceso de mezclado del concreto patrón y muestras M1(5% papel), M2(10% papel) y M3(15% papel).



Figura 105. Proceso de curado de las probetas cilíndricas de concreto y control de temperatura.



Figura 106. Ensayo de rotura de probetas cilíndricas de concreto.

APÉNDICE N° 03: Hojas de cálculo de los ensayos realizados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
(Creada por Ley N°25265)
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD PARA AGREGADOS
(ASTM C-566 / NTP 339.185)

TESIS: "INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA"

TESISTAS:

Bach. CHAHUAYO QUISPE, Gaddy Milagros

Bach. JORGE CHAHUAYO, Ninfa Claribel

PROCEDENCIA:

Cantera Mantaro -Huancayo

FECHA DE ENSAYO:

14/02/2022

I. AGREGADO FINO

| N° | NOMBRE | UND. | CANTIDAD DE ENSAYOS | | |
|----|--------------------------------------|------|---------------------|--------|--------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | PESO DEL RECIPIENTE | gr | 30.48 | 30.12 | 37.91 |
| 2 | PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA | gr | 152.80 | 153.47 | 247.60 |
| 3 | PESO DE MUESTRA HUMEDA | gr | 122.32 | 123.35 | 209.69 |
| 4 | PESO DEL RECIPIENTE + MATERIAL SECA | gr | 136.56 | 137.11 | 219.72 |
| 5 | PESO DE LA MUESTRA SECA | gr | 106.08 | 106.99 | 181.81 |
| 6 | CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 15.31% | 15.29% | 15.33% |
| 7 | CONTENIDO DE HUMEDAD (FINAL) | % | 15.31% | | |

II. AGREGADO GRUESO

| N° | NOMBRE | UND. | CANTIDAD DE ENSAYOS | | |
|----|--------------------------------------|------|---------------------|---------|---------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | PESO DEL RECIPIENTE | gr | 272.99 | 268.04 | 114.28 |
| 2 | PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA | gr | 1513.84 | 1610.77 | 1202.67 |
| 3 | PESO DE MUESTRA HUMEDA | gr | 1240.85 | 1342.73 | 1088.39 |
| 4 | PESO DEL RECIPIENTE + MATERIAL SECA | gr | 1460.00 | 1550.00 | 1150.00 |
| 5 | PESO DE LA MUESTRA SECA | gr | 1187.01 | 1281.96 | 1035.72 |
| 6 | CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 4.54% | 4.74% | 5.09% |
| 7 | CONTENIDO DE HUMEDAD (FINAL) | % | 4.79% | | |



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO
(ASTM C-136 / NTP 400.012)
TESIS: "INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA"

TESISTAS:

Bach. CHAHUAYO QUISPE, Gaddy Milagros
Bach. JORGE CHAHUAYO, Ninfa Claribel

PROCEDENCIA:

Cantera Mantaro-Huancayo

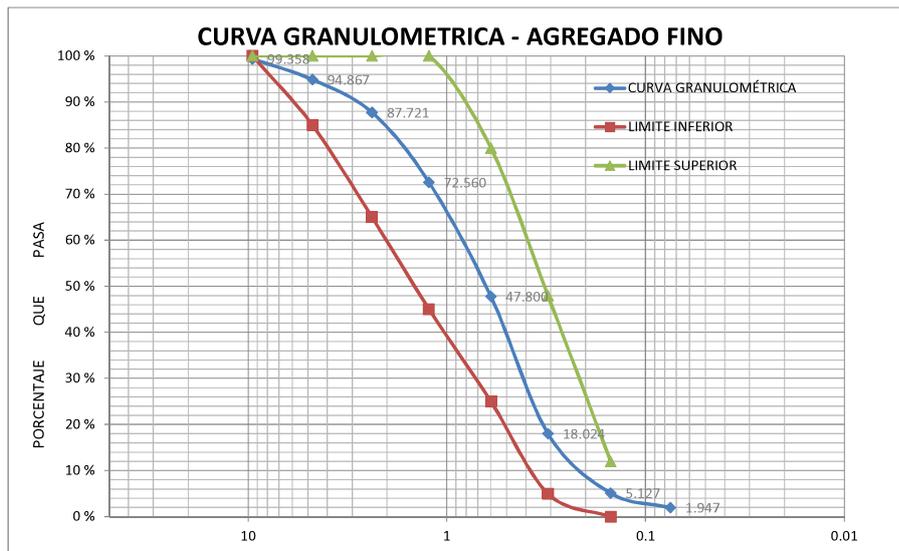
I. DATOS GENERALES

| | |
|---|------------|
| Peso del recipiente 1 : | 685.00 gr |
| Peso seco de la muestra a tamizar + recipiente: | 3950.00 gr |
| Peso seco de la muestra a tamizar: | 3265.00 gr |
| Peso del Recipiente 2: | 88.46 gr |

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO + PESO DE RECIPIENTE | PESO RETENIDO | % PARCIAL RETENIDO | % ACUMULADO | | REQUISITOS MINIMOS | |
|-------------------|---------------|------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|--------|--------------------|-----------------|
| | | | | | % RETENIDO | % PASA | LIMITE INFERIOR | LIMITE SUPERIOR |
| 3/8 " | 9.52 | 109.41 | 20.95 | 0.6417 | 0.6417 | 99.358 | 100 | 100 |
| N°4 | 4.75 | 235.11 | 146.65 | 4.492 | 5.133 | 94.867 | 85 | 100 |
| N°8 | 2.38 | 321.78 | 233.32 | 7.146 | 12.279 | 87.721 | 65 | 100 |
| N°16 | 1.23 | 583.45 | 494.99 | 15.160 | 27.440 | 72.560 | 45 | 100 |
| N°30 | 0.6 | 896.89 | 808.43 | 24.760 | 52.200 | 47.800 | 25 | 80 |
| N°50 | 0.31 | 1060.64 | 972.18 | 29.776 | 81.976 | 18.024 | 5 | 48 |
| N°100 | 0.15 | 509.53 | 421.07 | 12.896 | 94.873 | 5.127 | 0 | 12 |
| N°200 | 0.075 | 192.29 | 103.83 | 3.180 | 98.053 | 1.947 | | |
| Fondo | | 152.04 | 63.58 | 1.947 | 100.000 | 0.000 | | |
| PESO FINAL | | | 3265.00 gr | | | | | |

| | |
|-----------------------------|-------------|
| MODULO DE FINEZA AF: | 2.74 |
|-----------------------------|-------------|

Se estima que las arenas comprendidas entre los modulos 2.2 - 2.8 producen concreto de buena trabajabilidad y reducen segregación, y que las que se encuentran entre 2.8 - 3.1 son las mas favorables para los concretos de alta resistencia.





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO
(ASTM C-136 / NTP 400.012)
TESIS: "INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA"

TESISTAS:

Bach. CHAHUAYO QUISPE, Gaddy Milagros
Bach. JORGE CHAHUAYO, Ninfa Claribel

PROCEDENCIA:

Cantera Mantaro-Huancayo

I. DATOS GENERALES

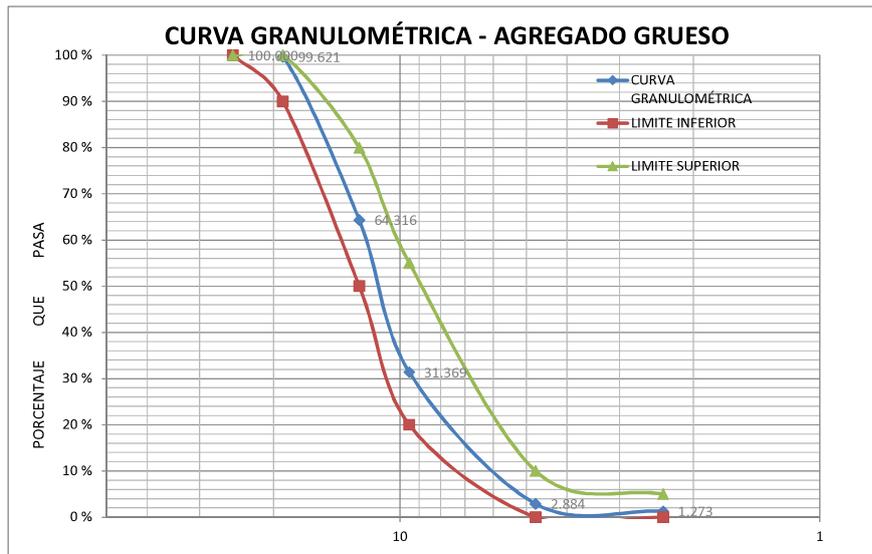
| | |
|---|------------|
| Peso del recipiente 1: | 685.00 gr |
| peso seco de la muestra a tamizar + recipiente: | 3810.00 gr |
| Peso seco de la muestra a tamizar: | 3125.00 gr |
| Peso del Recipiente 2: | 88.46 gr |

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO + PESO DE RECIPIENTE | PESO RETENIDO | % PARCIAL RETENIDO | % ACUMULADO | | REQUISITOS MINIMOS | |
|-------------------|---------------|------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|---------|--------------------|-----------------|
| | | | | | % RETENIDO | % PASA | LIMITE INFERIOR | LIMITE SUPERIOR |
| 1 | 25 | 88.46 | 0 | 0.000 | 0 | 100.000 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4 | 19 | 100.30 | 11.84 | 0.379 | 0.379 | 99.621 | 90.00 | 100.00 |
| 1/2 | 12.5 | 1191.76 | 1103.3 | 35.306 | 35.684 | 64.316 | - | - |
| 3/8 | 9.5 | 1118.03 | 1029.57 | 32.946 | 68.631 | 31.369 | 20.00 | 55.00 |
| N°4 | 4.75 | 978.63 | 890.17 | 28.485 | 97.116 | 2.884 | 0.00 | 10.00 |
| N°8 | 2.36 | 138.80 | 50.34 | 1.611 | 98.727 | 1.273 | 0.00 | 5.00 |
| fondo | | 128.24 | 39.78 | 1.273 | 100.000 | 0.000 | | |
| PESO FINAL | | | 3125.00 gr | | | | | |

| | |
|----------------------|------|
| MODULO DE FINEZA AG: | 6.65 |
|----------------------|------|

| | | | | |
|---------------------|-----|---------------------|-----|-----|
| El % que retiene el | 15% | está entre la malla | 3/4 | 1/2 |
|---------------------|-----|---------------------|-----|-----|

Por lo tanto el tamaño máximo es: TM 3/4





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
(Creada por Ley N°25265)
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO
(ASTM C-29 / NTP 400.017)
TESIS: "INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA"

TESISTAS:

Bach. CHAHUAYO QUISPE, Gaddy Milagros
Bach. JORGE CHAHUAYO, Ninfa Claribel

PROCEDENCIA: Cantera Mantaro - Huancayo

FECHA DE ENSAYO: 16/02/2022

I. PESO UNITARIO SUELTO

| | UNIDAD | ENSAYO | | |
|---------------------------------|-------------------------|----------------|-------------|-------------|
| | | Ensayo N° 1 | Ensayo N° 2 | Ensayo N° 3 |
| Peso de la Muestra + Recipiente | gr | 17235 | 17430 | 17560 |
| Peso del Recipiente | gr | 10160 | 10160 | 10160 |
| Peso de la Muestra | gr | 7075 | 7270 | 7400 |
| Volumen del Recipiente | m ³ | 0.00556 | 0.00556 | 0.00556 |
| P.U.S.Seco | kg/m ³ | 1272.48 | 1307.55 | 1330.94 |
| Promedio P.U.Suelto | kg/m³ | 1303.66 | | |

II. PESO UNITARIO COMPACTO

| | UNIDAD | ENSAYO | | |
|---------------------------------|-------------------------|----------------|-------------|-------------|
| | | Ensayo N° 1 | Ensayo N° 2 | Ensayo N° 3 |
| Peso de la Muestra + Recipiente | gr | 18260 | 18400 | 18480 |
| Peso del Recipiente | gr | 10160 | 10160 | 10160 |
| Peso de la Muestra | gr | 8100 | 8240 | 8320 |
| volumen del Recipiente | m ³ | 0.00556 | 0.00556 | 0.00556 |
| P.U.S.Seco | kg/m ³ | 1456.83 | 1482.01 | 1496.40 |
| Promedio P.U.Compactado | kg/m³ | 1478.42 | | |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
(Creada por Ley N°25265)
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO
(ASTM C-29 / NTP 400.017)
TESIS: "INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA"

TESISTAS:

Bach. CHAHUAYO QUISPE, Gaddy Milagros
Bach. JORGE CHAHUAYO, Ninfa Claribel

PROCEDENCIA: Cantera Mantaro - Huancayo

FECHA DE ENSAYO: 16/02/2022

I. PESO UNITARIO SUELTO

| | UNIDAD | ENSAYO | | |
|---------------------------------|-------------------------|----------------|-------------|-------------|
| | | Ensayo N° 1 | Ensayo N° 2 | Ensayo N° 3 |
| Peso de la Muestra + Recipiente | gr | 17375 | 17205 | 17175 |
| Peso del Recipiente | gr | 10160 | 10160 | 10160 |
| Peso de la Muestra | gr | 7215 | 7045 | 7015 |
| volumen del Recipiente | m ³ | 0.00556 | 0.00556 | 0.00556 |
| P.U.S.Seco | kg/m ³ | 1297.66 | 1267.09 | 1261.69 |
| Promedio P.U.Suelto | kg/m³ | 1275.48 | | |

II. PESO UNITARIO COMPACTO

| | UNIDAD | ENSAYO | | |
|---------------------------------|-------------------------|----------------|-------------|-------------|
| | | Ensayo N° 1 | Ensayo N° 2 | Ensayo N° 3 |
| Peso de la Muestra + Recipiente | gr | 17595 | 17625 | 17640 |
| Peso del Recipiente | gr | 10160 | 10160 | 10160 |
| Peso de la Muestra | gr | 7435 | 7465 | 7480 |
| volumen del Recipiente | m ³ | 0.00556 | 0.00556 | 0.00556 |
| P.U.S.Seco | kg/m ³ | 1337.23 | 1342.63 | 1345.32 |
| Promedio P.U.Compactado | kg/m³ | 1341.73 | | |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
(Creada por Ley N°25265)
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADO

(ASTM C-127, C-128 / NTP 400.021 - 400.022)

TESIS: "INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA"

TESISTAS:

Bach. CHAHUAYO QUISPE, Gaddy Milagros
Bach. JORGE CHAHUAYO, Ninfa Claribel

PROCEDENCIA: Cantera Mantaro - Huancayo

FECHA DE ENSAYO: 17/02/2022

I. AGREGADO GRUESO

I.I. DATOS

| | |
|---|------------|
| Peso de recipiente 1 | 670.00 gr |
| Peso de recipiente + Muestra parcialmente seca | 3770.00 gr |
| Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) | 3100.00 gr |
| Peso de canastilla sumergido en agua | 821.80 gr |
| Peso de canastilla sumergido en agua + Peso de muestra saturada | 2735.80 gr |
| Peso de la muestra sumergida en el agua (C) | 1914.00 gr |
| Peso de la bandeja | 670.00 gr |
| Peso de la muestra seca + Peso de bandeja | 3690.00 gr |
| Peso de la muestra seca (A) | 3020.00 gr |

I.II. RESULTADOS

| | |
|---|--------------------------|
| Peso específico aparente | 2.546 gr/cm ³ |
| Peso específico aparente saturada superficialmente seca | 2.614 gr/cm ³ |
| Peso específico nominal | 2.731 gr/cm ³ |
| Absorción (%) | 2.649 % |

II. AGREGADO FINO

II.I. DATOS

| | |
|--|-----------|
| Peso de recipiente 1 | 288.94 gr |
| Peso de recipiente + Muestra parcialmente seca | 788.94 gr |
| Muestra parcialmente seca (D) | 500.00 gr |
| Peso de fiola + Peso de muestra parcialmente seca | 696.37 gr |
| Peso de fiola + Peso de muestra parcialmente seca + agua (C) | 998.37 gr |
| Peso de fiola | 196.32 gr |
| Peso de fiola + Agua (B) | 694.86 gr |
| Peso de recipiente 2 | 83.91 gr |
| Peso de recipiente + Peso de muestra seca | 566.19 gr |
| Peso de muestra seca (A) | 482.28 gr |

II.II. RESULTADOS

| | |
|---|--------------------------|
| Peso específico aparente | 2.454 gr/cm ³ |
| Peso específico aparente saturada superficialmente seca | 2.545 gr/cm ³ |
| Peso específico nominal | 2.698 |
| Absorción (%) | 3.674 % |

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CONVENCIONAL PARA
UNA RESISTENCIA DE $f'c=210\text{kg/cm}^2$
(A.C.I. comité 211.1)**

1. Resistencia media de Dosificación ($f'cr$):

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2. Volumen Unitario de agua de diseño y Cantidad aproximada de aire atrapado:

$$\text{Agua} = 200.00 \text{ Lt/m}^3 \text{ Aire} = 2 \%$$

3. Relación Agua - Cemento (A/C):

$$A/C = 0.558$$

4. Cantidad de Cemento:

$$\text{Cemento} = 358.166 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Factor Cemento} = 8.427 \text{ Bolsas/m}^3$$

5. Volumen seco y Compactado de Agregado grueso por Unidad de Volumen (V_g):

$$V_g = 0.321$$

6. Peso del Agregado grueso seco:

$$\text{Agregado Grueso Seco} = 839.92 \text{ kg/m}^3$$

7. Volumen Absoluto de los Materiales por metro Cúbico (m^3):

$$\text{Cemento} = 0.114 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.200 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 0.020 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 0.321 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Fino} = 0.345 \text{ m}^3$$

8. **Peso del Agregado Fino Seco:**

Agregado Fino Seco = 877.97 kg/m³

9. **Peso Seco de Material por m³ de Concreto:**

Cemento = 358.17 kg/m³

Agregado Fino = 877.97 kg/m³

Agregado Grueso = 839.92 kg/m³

Agua = 200.00 kg/m³

10. **Corrección Por Humedad:**

Cemento = 358.17 kg/m³

Agregado Fino = 1,012.39 kg/m³

Agregado Grueso = 880.16 kg/m³

Agua Efectiva = 79.86 kg/m³

11. **Proporciones en Peso por Kilógramo de Cemento:**

Cemento = 1.00 kg/kilo cemento

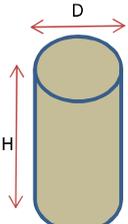
Agregado Fino = 2.83 kg/kilo cemento

Agregado Grueso = 2.46 kg/kilo cemento

Agua Efectiva = 0.22 lt/kilo cemento

12. **Dosificación de Mezcla:**

1:2.83:2.46 / 0.22

| MEZCLA DE CONCRETO SEGÚN DOSIFICACION | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|--|----------|----------|---------------------|----------|------------------------|---|---------|----------------|--------|---|---|--------|---|
| INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO EN PROBETAS CILINDRICAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">dimensione de brigüeta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D</td> <td>0.1524</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>0.3048</td> <td>m</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | dimensione de brigüeta | | | D | 0.1524 | m | H | 0.3048 | m |
| | | dimensione de brigüeta | | | | | | | | | | | | | |
| D | 0.1524 | m | | | | | | | | | | | | | |
| H | 0.3048 | m | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">volumen de brigüeta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V</td> <td>0.00556</td> <td>m³</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | volumen de brigüeta | | | V | 0.00556 | m ³ | | | | | |
| volumen de brigüeta | | | | | | | | | | | | | | | |
| V | 0.00556 | m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| DOSIFICACION DE CONCRETO EN KG/M3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATERIAL | UND. | DOSIFICACION | ENSAYO1 | ENSAYO2 | ENSAYO3 | total | | | | | | | | | |
| | | 0% | 5% | 10% | 15% | | | | | | | | | | |
| CEMENTO | Kg/m ³ | 358.170 | 358.170 | 358.170 | 358.170 | 1074.510 | | | | | | | | | |
| ARENA GRUESA | Kg/m ³ | 1012.390 | 1012.390 | 1012.390 | 1012.390 | 4049.560 | | | | | | | | | |
| PIEDRA | Kg/m ³ | 880.160 | 836.152 | 792.144 | 748.136 | 3256.592 | | | | | | | | | |
| PAPEL | Kg/m ³ | 0.000 | 44.008 | 88.016 | 132.024 | 264.048 | | | | | | | | | |
| AGUA | lt/m ³ | 79.860 | 79.860 | 79.860 | 79.860 | 319.440 | | | | | | | | | |
| PARA CADA TANDA | | | | | | | | | | | | | | | |
| CANTIDAD DE BRIGUETA | | 8 | 8 | 8 | 8 | total | | | | | | | | | |
| VOLUMEN EN M3 PARA CADA ENSA | | 0.044479999 | 0.04448 | 0.04448 | 0.04448 | | | | | | | | | | |
| MATERIAL | UND. | PATRON | ENSAYO1 | ENSAYO2 | ENSAYO3 | total | | | | | | | | | |
| | | 0% | 5% | 10% | 15% | | | | | | | | | | |
| CEMENTO | Kg | 15.931 | 15.931 | 15.931 | 15.931 | 47.794 | | | | | | | | | |
| ARENA GRUESA | Kg | 45.031 | 45.031 | 45.031 | 45.031 | 135.093 | | | | | | | | | |
| PIEDRA | Kg | 39.150 | 37.192 | 35.235 | 33.277 | 105.704 | | | | | | | | | |
| PAPEL | Kg | 0.000 | 1.957 | 3.915 | 5.872 | 11.745 | | | | | | | | | |
| AGUA | lt | 3.552 | 3.552 | 3.552 | 3.552 | 10.657 | | | | | | | | | |
| TANDA MAS DESPERDICIO | | | | | | | | | | | | | | | |
| porcentaje de desperdicio | | | | | | 25 | | | | | | | | | |
| MATERIAL | UND. | PATRON | ENSAYO1 | ENSAYO2 | ENSAYO3 | total | | | | | | | | | |
| | | 0% | 5% | 10% | 15% | | | | | | | | | | |
| CEMENTO | Kg | 19.914 | 19.914 | 19.914 | 19.914 | 59.7428 | | | | | | | | | |
| ARENA GRUESA | Kg | 56.289 | 56.289 | 56.289 | 56.289 | 168.8666 | | | | | | | | | |
| PIEDRA | Kg | 48.937 | 46.490 | 44.043 | 41.596 | 132.1296 | | | | | | | | | |
| PAPEL | Kg | 0.000 | 2.447 | 4.894 | 7.341 | 14.6811 | | | | | | | | | |
| AGUA | lt | 4.440 | 4.440 | 4.440 | 4.440 | 13.3206 | | | | | | | | | |

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 1475-2022-AC
PETICIONARIO : Bach. CHAHUAYO QUISPE, GADDY MILAGROS Bach. JORGE CHAHUAYO, NINFA CLARIBEL
ATENCIÓN : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
CONTACTO DEL PETICIONARIO : claribelninfa@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA
UBICACIÓN : AV. AGRICULTURA 319 - PATURPAMPA, DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION DE HUANCAMELICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 23 DE ABRIL DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 27 DE ABRIL DEL 2022

(PÁG..01 DE 01)

MÉTODO:
 ASTM C39/C39M-21: Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón.

| MUESTRA | CÓDIGO DE TRABAJO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | TIPO DE MUESTRA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIÁMETRO ESPÉCIMEN PROMEDIO (mm) | ALTURA DE ESPÉCIMEN (mm) | ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MÁXIMA (kN) | RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (MPa) | RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIS. | TIPO DE FRACTURA | DEFECTOS |
|---------|-------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|--------------------------------|--|---|----------|------------------|----------|
| P-1 | P-109-2022 | 0% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,00 | 302,33 | 18145,84 | 388,57 | 21,4 | 214,1 | 210 | 102% | TIPO 5 | NO |

TIPO 1 : Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas en capas.
 TIPO 2 : Cono bien formado sobre otra base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
 TIPO 3 : Grietas verticales columnares en ambas bases.
 TIPO 4 : Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
 TIPO 5 : Fracturas de lados en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
 TIPO 6 : Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.
 CT : Cortado
 CP : Cepillado
 CAP : Capeado
 AN : Almohadillas de neopreno



NOTA ILUSTRATIVA: UNA MUESTRA DE CONCRETO DE ACUERDO AL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN LA CONSTITUYEN DOS PROBETAS, PARA CADA EDAD Y CALIDAD DE CONCRETO. ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 23/04/2022
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 23/04/2022
 MUESTRA PROPORCIONADA POR : PETICIONARIO

CONDICIONES AMBIENTALES:
 TEMPERATURA AMBIENTE : 15,5 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 51%
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : ÁREA DE ENSAYOS ESPECIALES
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, RESISTENCIA DE DISEÑO, ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA, FECHA DE MOLDEO, FECHA DE ROTURA. EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA ESTA EN REFERENCIA A LA RESISTENCIA DE DISEÑO QUE INDICÓ EL CLIENTE.

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ, LAS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE.

HC-AC-017 REV.03 FECHA: 2022/02/17

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS



Fin de Página

Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

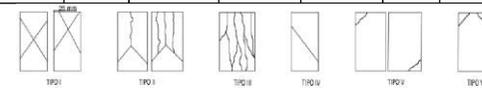
EXPEDIENTE N° : 1473-2022-AC
PETICIONARIO : Bach. CHAHUAYO QUISPE, GADY MILAGROS Bach. JORGE CHAHUAYO, NINFA CLARIBEL
ATENCIÓN : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
CONTACTO DEL PETICIONARIO : claribelnina@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA
UBICACIÓN : AV. AGRICULTURA 319 - PATURPAMPA, DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION DE HUANCAMELICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 23 DE ABRIL DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 27 DE ABRIL DEL 2022

(PÁG.01 DE 01)

MÉTODO:
 ASTM C39/C39M-21: Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón.

| MUESTRA | CÓDIGO DE TRABAJO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | TIPO DE MUESTRA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIÁMETRO ESPÉCIMEN PROMEDIO (mm) | ALTURA DE ESPÉCIMEN (mm) | ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MÁXIMA (kN) | RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (MPa) | RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIS. | TIPO DE FRACTURA | DEFECTOS |
|---------|-------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|--------------------------------|--|---|----------|------------------|----------|
| M1-1 | P-109-2022 | 5% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,10 | 302,36 | 18169,72 | 135,06 | 7,4 | 74,3 | 210 | 35% | TIPO 5 | NO |
| M1-2 | P-109-2022 | 5% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,10 | 302,37 | 18169,72 | 140,10 | 7,7 | 77,1 | 210 | 37% | TIPO 5 | NO |
| M1-3 | P-109-2022 | 5% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,30 | 302,39 | 18217,54 | 139,46 | 7,7 | 76,6 | 210 | 36% | TIPO 5 | NO |
| M1-4 | P-109-2022 | 5% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,05 | 302,37 | 18157,78 | 141,45 | 7,8 | 77,9 | 210 | 37% | TIPO 5 | NO |
| M1-5 | P-109-2022 | 5% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,05 | 302,36 | 18157,78 | 139,52 | 7,7 | 76,8 | 210 | 37% | TIPO 5 | NO |
| M1-6 | P-109-2022 | 5% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,15 | 302,37 | 18181,67 | 133,58 | 7,3 | 73,5 | 210 | 35% | TIPO 5 | NO |

TIPO 1 : Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas en capas.
 TIPO 2 : Cono bien formado sobre otra base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
 TIPO 3 : Grietas verticales columnares en ambas bases.
 TIPO 4 : Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
 TIPO 5 : Fracturas de lados en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
 TIPO 6 : Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.
 CT : Cortado
 CP : Cepillado
 CAP : Capeado
 AN : Almohadillas de neopreno



NOTA ILUSTRATIVA: UNA MUESTRA DE CONCRETO DE ACUERDO AL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN LA CONSTITUYEN DOS PROBETAS, PARA CADA EDAD Y CALIDAD DE CONCRETO. ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 23/04/2022
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 23/04/2022
 MUESTRA PROPORCIONADA POR : PETICIONARIO

CONDICIONES AMBIENTALES:
 TEMPERATURA AMBIENTE : 15,5 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 51%
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : ÁREA DE ENSAYOS ESPECIALES
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, RESISTENCIA DE DISEÑO, ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA, FECHA DE MOLDEO, FECHA DE ROTURA.

EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA ESTA EN REFERENCIA A LA RESISTENCIA DE DISEÑO QUE INDICÓ EL CLIENTE.
 LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ, LAS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE.
 HC-AC-017 REV.03 FECHA: 2022/02/17
 INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de Página

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

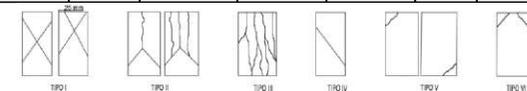
EXPEDIENTE N° : 1541-2022-AC
PETICIONARIO : Bach. CHAHUAYO QUISPE, GADDY MILAGROS Bach. JORGE CHAHUAYO, NINFA CLARIBEL
ATENCIÓN : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
CONTACTO DEL PETICIONARIO : claribelnina@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA
UBICACIÓN : AV. AGRICULTURA 319 - PATURPAMPA, DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA, REGION DE HUANCVELICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 23 DE ABRIL DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 03 DE MAYO DEL 2022

(PÁG.01 DE 01)

MÉTODO:
 ASTM C39/C39M-21: Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón.

| MUESTRA | CÓDIGO DE TRABAJO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | TIPO DE MUESTRA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIÁMETRO ESPÉCIMEN PROMEDIO (mm) | ALTURA DE ESPÉCIMEN (mm) | ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MÁXIMA (kN) | RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (MPa) | RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIS. | TIPO DE FRACTURA | DEFECTOS |
|---------|-------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|--------------------------------|--|---|----------|------------------|----------|
| M1-7 | P-109-2022 | 5% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,10 | 302,37 | 18169,72 | 134,08 | 7,4 | 73,8 | 210 | 35% | TIPO 5 | NO |
| M1-8 | P-109-2022 | 5% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,15 | 302,37 | 18181,67 | 156,79 | 8,6 | 86,2 | 210 | 41% | TIPO 5 | NO |

TIPO 1 : Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas en capas.
 TIPO 2 : Cono bien formado sobre otra base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
 TIPO 3 : Grietas verticales columnares en ambas bases.
 TIPO 4 : Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
 TIPO 5 : Fracturas de lados en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
 TIPO 6 : Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.
 CT : Cortado
 CP : Cepillado
 CAP : Capeado
 AN : Almohadillas de neopreno



NOTA ILUSTRATIVA: UNA MUESTRA DE CONCRETO DE ACUERDO AL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN LA CONSTITUYEN DOS PROBETAS, PARA CADA EDAD Y CALIDAD DE CONCRETO.
 ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 23/04/2022
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 23/04/2022
 MUESTRA PROPORCIONADA POR : PETICIONARIO

CONDICIONES AMBIENTALES:
 TEMPERATURA AMBIENTE : 15,5 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 51%
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : ÁREA DE ENSAYOS ESPECIALES
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO.
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, RESISTENCIA DE DISEÑO, ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA, FECHA DE MOLDEO, FECHA DE ROTURA.

EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA ESTA EN REFERENCIA A LA RESISTENCIA DE DISEÑO QUE INDICÓ EL CLIENTE.
 LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ, LAS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE.
 HC-AC-017 REV.03 FECHA: 2022/02/17
 INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de Página



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO LE-14

Informe de ensayo con valor oficial



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 1474-2022-AC
PETICIONARIO : Bach. CHAHUAYO QUISPE, GADY MILAGROS Bach. JORGE CHAHUAYO, NINFA CLARIBEL
ATENCIÓN : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
CONTACTO DEL PETICIONARIO : claribelnina@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA
UBICACIÓN : AV. AGRICULTURA 319 - PATURPAMPA, DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA, REGION DE HUANCVELICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 23 DE ABRIL DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 27 DE ABRIL DEL 2022

(PÁG..01 DE 01)

MÉTODO:
 ASTM C39/C39M-21: Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón.

| MUESTRA | CÓDIGO DE TRABAJO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | TIPO DE MUESTRA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIÁMETRO ESPÉCIMEN PROMEDIO (mm) | ALTURA DE ESPÉCIMEN (mm) | ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MÁXIMA (kN) | RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (MPa) | RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIS. | TIPO DE FRACTURA | DEFECTOS |
|---------|-------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|--------------------------------|--|---|----------|------------------|----------|
| M2-1 | P-109-2022 | 10% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 151,95 | 302,36 | 18133,90 | 79,46 | 4,4 | 43,8 | 210 | 21% | TIPO 5 | NO |
| M2-2 | P-109-2022 | 10% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,25 | 302,32 | 18205,58 | 81,48 | 4,5 | 44,8 | 210 | 21% | TIPO 5 | NO |
| M2-3 | P-109-2022 | 10% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,20 | 302,26 | 18193,62 | 79,17 | 4,4 | 43,5 | 210 | 21% | TIPO 5 | NO |
| M2-4 | P-109-2022 | 10% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,20 | 302,31 | 18193,62 | 79,65 | 4,4 | 43,8 | 210 | 21% | TIPO 5 | NO |
| M2-5 | P-109-2022 | 10% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,45 | 302,35 | 18253,44 | 79,17 | 4,3 | 43,4 | 210 | 21% | TIPO 5 | NO |
| M2-6 | P-109-2022 | 10% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 26/03/2022 | 23/04/2022 | 28 | 152,15 | 302,32 | 18181,67 | 81,80 | 4,5 | 45,0 | 210 | 21% | TIPO 5 | NO |

TIPO 1 : Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas en capas.
 TIPO 2 : Cono bien formado sobre otra base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
 TIPO 3 : Grietas verticales columnares en ambas bases.
 TIPO 4 : Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
 TIPO 5 : Fracturas de lados en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
 TIPO 6 : Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.
 CT : Cortado
 CP : Cepillado
 CAP : Capeado
 AN : Almohadillas de neopreno



NOTA ILUSTRATIVA: UNA MUESTRA DE CONCRETO DE ACUERDO AL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN LA CONSTITUYEN DOS PROBETAS, PARA CADA EDAD Y CALIDAD DE CONCRETO. ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 23/04/2022
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 23/04/2022
 MUESTRA PROPORCIONADA POR : PETICIONARIO

CONDICIONES AMBIENTALES:
 TEMPERATURA AMBIENTE : 15,5 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 51%
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : ÁREA DE ENSAYOS ESPECIALES
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, RESISTENCIA DE DISEÑO, ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA, FECHA DE MOLDEO, FECHA DE ROTURA. EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA ESTA EN REFERENCIA A LA RESISTENCIA DE DISEÑO QUE INDICÓ EL CLIENTE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ, LAS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD. LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. HC-AC-017 REV.03 FECHA: 2022/02/17 INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

INGENIEROS OFICIALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
SEDE DE LABORATORIO
 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70489

Fin de Página



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 1542-2022-AC
PETICIONARIO : Bach. CHAHUAYO QUISPE, GADY MILAGROS Bach. JORGE CHAHUAYO, NINFA CLARIBEL
ATENCIÓN : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
CONTACTO DEL PETICIONARIO : claribelninfa@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA
UBICACIÓN : AV. AGRICULTURA 319 - PATURPAMPA, DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION DE HUANCAMELICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 23 DE ABRIL DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 03 DE MAYO DEL 2022

(PÁG..01 DE 01)

MÉTODO: ASTM C39/C39M-21: Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón.

Table with 16 columns: MUESTRA, CÓDIGO DE TRABAJO, ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA, TIPO DE MUESTRA, FECHA DE MOLDEO, FECHA DE ROTURA, EDAD, DIÁMETRO ESPÉCIMEN PROMEDIO (mm), ALTURA DE ESPÉCIMEN (mm), ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (mm²), CARGA MÁXIMA (kN), RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (MPa), RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (kg/cm²), RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²), % RESIS., TIPO DE FRACTURA, DEFECTOS. Rows include M2-7 and M2-8.

- TIPO 1 : Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas en capas.
TIPO 2 : Cono bien formado sobre otra base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
TIPO 3 : Grietas verticales columnares en ambas bases.
TIPO 4 : Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
TIPO 5 : Fracturas de lados en las bases (superior o inferior) ocurren comunmente con las capas de embonado.
TIPO 6 : Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.
CT : Cortado
CP : Capillado
CAP : Capeado
AN : Almohadillas de neopreno



NOTA ILUSTRATIVA: UNA MUESTRA DE CONCRETO DE ACUERDO AL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN LA CONSTITUYEN DOS PROBETAS, PARA CADA EDAD Y CALIDAD DE CONCRETO. ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 23/04/2022
FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 23/04/2022
MUESTRA PROPORCIONADA POR : PETICIONARIO

CONDICIONES AMBIENTALES:
TEMPERATURA AMBIENTE : 15,5 °C
HUMEDAD RELATIVA : 51%
ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : ÁREA DE ENSAYOS ESPECIALES
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO.
LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, RESISTENCIA DE DISEÑO, ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA, FECHA DE MOLDEO, FECHA DE ROTURA.
EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA ESTA EN REFERENCIA A LA RESISTENCIA DE DISEÑO QUE INDICÓ EL CLIENTE.
LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ, LAS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE.
HC-AC-017 REV.03 FECHA: 2022/02/17
INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS



Fin de Página



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO LE-141

Informe de ensayo con valor oficial



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 1593-2022-AC
PETICIONARIO : Bach. CHAHUAYO QUISPE, GADY MILAGROS Bach. JORGE CHAHUAYO, NINFA CLARIBEL
ATENCIÓN : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
CONTACTO DEL PETICIONARIO : claribelnina@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA
UBICACIÓN : AV. AGRICULTURA 319 - PATURPAMPA, DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION DE HUANCAMELICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 23 DE ABRIL DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 05 DE MAYO DEL 2022

(PÁG. 01 DE 01)

MÉTODO:

ASTM C39/C39M-21: Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón.

| MUESTRA | CÓDIGO DE TRABAJO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | TIPO DE MUESTRA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIÁMETRO ESPÉCIMEN PROMEDIO (mm) | ALTURA DE ESPÉCIMEN (mm) | ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MÁXIMA (kN) | RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (MPa) | RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIS. | TIPO DE FRACTURA | DEFECTOS |
|---------|-------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|--------------------------------|--|---|----------|------------------|----------|
| M3-1 | P-109-2022 | 15% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 31/03/2022 | 28/04/2022 | 28 | 152,50 | 302,39 | 18265,42 | 41,03 | 2,2 | 22,5 | 210 | 11% | TIPO 5 | NO |
| M3-2 | P-110-2022 | 15% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 31/03/2022 | 28/04/2022 | 28 | 152,30 | 302,40 | 18217,54 | 40,11 | 2,2 | 22,0 | 210 | 10% | TIPO 5 | NO |
| M3-3 | P-109-2022 | 15% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 31/03/2022 | 28/04/2022 | 28 | 152,35 | 302,26 | 18229,50 | 43,90 | 2,4 | 24,1 | 210 | 11% | TIPO 5 | NO |
| M3-4 | P-110-2022 | 15% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 31/03/2022 | 28/04/2022 | 28 | 152,45 | 302,23 | 18253,44 | 43,26 | 2,4 | 23,7 | 210 | 11% | TIPO 5 | NO |

TIPO DE FRACTURA:

TIPO 1 : Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas en capas.
 TIPO 2 : Como bien formado sobre otra base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
 TIPO 3 : Grietas verticales columnares en ambas bases.
 TIPO 4 : Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
 TIPO 5 : Fracturas de lados en las bases (superior o inferior) ocurren comunmente con las capas de embonado.
 TIPO 6 : Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

CT : Cortado
 CP : Cepillado
 CAP : Capeado
 AN : Almohadillas de neopreno

| | |
|-----|---|
| CT | |
| CP | |
| CAP | |
| AN | X |



NOTA ILUSTRATIVA: UNA MUESTRA DE CONCRETO DE ACUERDO AL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN LA CONSTITUYEN DOS PROBETAS, PARA CADA EDAD Y CALIDAD DE CONCRETO. ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 28/04/2022
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 28/04/2022
 MUESTRA PROPORCIONADA POR : PETICIONARIO

CONDICIONES AMBIENTALES:

TEMPERATURA AMBIENTE : 14,8 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 59%
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : ÁREA DE ENSAYOS ESPECIALES
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARRISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, RESISTENCIA DE DISEÑO, ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA, FECHA DE MOLDEO, FECHA DE ROTURA.

EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA ESTA EN REFERENCIA A LA RESISTENCIA DE DISEÑO QUE INDICÓ EL CLIENTE.

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIbió, LAS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE.

HC-AC-017 REV.03 FECHA: 2022/02/17

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
 Ing. VICTOR FERRER DUEÑAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70489

Fin de Página



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO LE-141

Informe de ensayo con valor oficial



Registro N°LE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 1594-2022-AC
PETICIONARIO : Bach. CHAHUAYO QUISPE, GADY MILAGROS Bach. JORGE CHAHUAYO, NINFA CLARIBEL
ATENCIÓN : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
CONTACTO DEL PETICIONARIO : claribelninfa@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA
UBICACIÓN : AV. AGRICULTURA 319 - PATURPAMPA, DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA, REGION DE HUANCAMELICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 23 DE ABRIL DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 05 DE MAYO DEL 2022

(PÁG..01 DE 01)

MÉTODO:
ASTM C39/C39M-21: Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón.

| MUESTRA | CÓDIGO DE TRABAJO | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | TIPO DE MUESTRA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIÁMETRO ESPÉCIMEN PROMEDIO (mm) | ALTURA DE ESPÉCIMEN (mm) | ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²) | CARGA MÁXIMA (kN) | RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (MPa) | RESISTENCIA DE ESPÉCIMEN (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²) | % RESIS. | TIPO DE FRACTURA | DEFECTOS |
|---------|-------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------|--------------------------------|--|---|----------|------------------|----------|
| M3-5 | P-109-2022 | 15% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 31/03/2022 | 28/04/2022 | 28 | 152,35 | 302,24 | 18229,50 | 39,77 | 2,2 | 21,8 | 210 | 10% | TIPO 5 | NO |
| M3-6 | P-110-2022 | 15% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 31/03/2022 | 28/04/2022 | 28 | 152,25 | 302,47 | 18205,58 | 41,35 | 2,3 | 22,7 | 210 | 11% | TIPO 5 | NO |
| M3-7 | P-109-2022 | 15% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 31/03/2022 | 28/04/2022 | 28 | 152,30 | 302,47 | 18217,54 | 41,82 | 2,3 | 23,0 | 210 | 11% | TIPO 5 | NO |
| M3-8 | P-110-2022 | 15% PAPEL | PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS | 31/03/2022 | 28/04/2022 | 28 | 152,40 | 302,35 | 18241,47 | 38,56 | 2,1 | 21,1 | 210 | 10% | TIPO 5 | NO |

TIPO DE FRACTURA:

TIPO 1 : Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas en capas.
 TIPO 2 : Cono bien formado sobre otra base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
 TIPO 3 : Grietas verticales columnares en ambas bases.
 TIPO 4 : Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
 TIPO 5 : Fracturas de lados en las bases (superior o inferior) ocurren comunmente con las capas de embonado.
 TIPO 6 : Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.
 CT : Cortado
 CP : Cepillado
 CAP : Capeado
 AN : Almohadillas de neopreno

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



NOTA ILUSTRATIVA: UNA MUESTRA DE CONCRETO DE ACUERDO AL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN LA CONSTITUYEN DOS PROBETAS, PARA CADA EDAD Y CALIDAD DE CONCRETO. ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 28/04/2022
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 28/04/2022
 MUESTRA PROPORCIONADA POR : PETICIONARIO

CONDICIONES AMBIENTALES:
 TEMPERATURA AMBIENTE : 14,8 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 59%
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : ÁREA DE ENSAYOS ESPECIALES
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, RESISTENCIA DE DISEÑO, ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA, FECHA DE MOLDEO, FECHA DE ROTURA.

EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA ESTA EN REFERENCIA A LA RESISTENCIA DE DISEÑO QUE INDICÓ EL CLIENTE.

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ, LAS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE.

HC-AC-017 REV.03 FECHA: 2022/02/17

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70469

Fin de Página

APÉNDICE N° 04: Constancia de laboratorio de Tecnología del Concreto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAVELICA
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EPICH



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

EL JEFE DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL HUANCAVELICA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA, otorga la presente:

CONSTANCIA

A: **CHAHUAYO QUISPE, Gaddy Milagros Y JORGE CHAHUAYO, Ninfa Claribel** bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Huancavelica, quienes han concluido con el desarrollo de los siguientes ensayos en el laboratorio de **TECNOLOGÍA DEL CONCRETO** de la EPICH:

| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|------|---|----------|
| 1 | CONTENIDO DE HUMEDAD (AGREGADO FINO). | 01 |
| 2 | CONTENIDO DE HUMEDAD (AGREGADO GRUESO). | 01 |
| 3 | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO | 01 |
| 4 | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO FINO | 01 |
| 5 | PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE (AGREGADO GRUESO). | 01 |
| 6 | PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE (AGREGADO FINO). | 01 |
| 7 | PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE (AGREGADO FINO) | 01 |
| 8 | PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE (AGREGADO GRUESO) | 01 |
| 9 | MUESTRA Y CURADO DE TESTIGOS DE CONCRETO | 32 |
| 10 | USO DE MEZCLADORA | 04 |
| 11 | ENSAYO DE ASENTAMIENTO SLUMP | 04 |

Durante el periodo de ejecución comprendido del 04 de octubre del 2021 al 22 de abril del 2022, del proyecto de tesis titulado: **"INFLUENCIA DE PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA"**.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para fines que estimen por conveniente.

Huancavelica, 04 de julio de 2022

Nº 007-2022

C. c.
Archivo
AP

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EPICH

M.Sc. **ARTURO AYALA BIZARRO**
JEFE



APÉNDICE N° 05: Certificado de originalidad

UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO



CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Por medio del presente y de acuerdo al siguiente detalle:

- Trabajo de investigación titulado:
"INFLUENCIA DEL PAPEL RECICLADO EN FORMA REDONDEADA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA".
- Presentado por las autoras:
CHAHUAYO QUISPE, Gaddy Milagros.
JORGE CHAHUAYO, Ninfa Claribel.
- Docente asesor:
M.Sc. LUJAN JERI, Hugo Rubén.
- Para obtener:
El Título Profesional de: **INGENIERO CIVIL.**

La Unidad de Promoción, Difusión y Repositorio, **certifica que es un trabajo de investigación original** y que no ha sido presentado ni publicado en revistas científicas nacionales e internacionales, ni en sitio o portal electrónico.

Por tanto, en cumplimiento del Art.4° del Reglamento del Software Anti plagio de la Universidad Nacional de Huancavelica, se dictamina que el trabajo de investigación fue analizado por el software anti plagio TURNITIN (realizado por el docente Asesor), y al estar dentro de los parámetros establecidos, la investigación es **aceptado como original.**

| ORIGINALIDAD | SIMILITUD |
|--------------|-----------|
| 75.0 % | 25.0 % |

El Certificado se expide el 27 de junio del año 2022.

N° 200-2022



DR. ESPINOZA QUISPE CARLOS ENRIQUE
JEFE DE LA UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO