

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO $F'c=210$ KG/CM² Y $F'c=280$ KG/CM² EN EL COSTO DE PRODUCCIÓN EMPLEANDO LOS MÉTODOS ACI 211, MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS, WALKER Y FULLER, CON AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE VICHO Y AGREGADO FINO DE LAS CANTERAS DE VICHO Y PISAC EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023

PRESENTADO POR:

Br. BREYNER SOTO LLALLA

Br. EDWIN SOTO LLALLA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

M.Sc. Ing. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO FC=210 KG/CM² Y FC=250 KG/CM² EN EL COSTO DE PRODUCCIÓN EMPLEANDO LOS MÉTODOS ACI-211, MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS, WALKER Y FULLER, CON AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE NICHU Y AGREGADO FINO DE LAS CANTERAS DE NICHU Y PISAC EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023 presentado por: BREYNER SOTO LLALLA con DNI Nro.: 76823428 presentado por: EDWIN SOTO LLALLA con DNI Nro.: 72866752 para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO CIVIL

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 07%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

| Porcentaje | Evaluación y Acciones | Marque con una (X) |
|----------------|---|--------------------|
| Del 1 al 10% | No se considera plagio. | X |
| Del 11 al 30 % | Devolver al usuario para las correcciones. | |
| Mayor a 31% | El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley. | |

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 29 de NOVIEMBRE de 2024

Firma
Post firma JOSE RONALD AGUILAR HUERTA

Nro. de DNI 42419267

ORCID del Asesor 0000-0002-5215-5253

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:410422459

BREYNER SOTO LLALLA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO $F'_{C}=210$ Y $F'_{C}=280$ KG_{CM2} EN COSTO DE PROD...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:410422459

Fecha de entrega

28 nov 2024, 11:59 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

29 nov 2024, 12:06 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

Tesis 2023_Breyner-Edwin Rev. 02.pdf

Tamaño de archivo

15.5 MB

240 Páginas

49,953 Palabras

226,661 Caracteres




7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
467 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedicatoria

A nuestros padres, Dorotea y Dionicio, por sus enseñanzas.

Agradecimiento

Con gratitud a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto.

A nuestro asesor M.Sc. Ing. José Ronald Aguilar Huerta por encaminarnos durante esta etapa.

A todo el personal del laboratorio de mecánica de suelos y materiales de la facultad de ingeniería civil – UNSAAC y a todos nuestros amigos y familiares por brindarnos su apoyo incondicional.

INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| CAPÍTULO I GENERALIDADES | 4 |
| 1.1 Justificación de la Investigación | 4 |
| 1.1.1 Justificación teórica y práctica..... | 4 |
| 1.2 Situación problemática | 4 |
| 1.3 Formulación del problema | 5 |
| 1.3.1 Problema general..... | 5 |
| 1.3.2 Problemas específicos | 5 |
| 1.4 Objetivos de la Investigación | 6 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 6 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 6 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO..... | 8 |
| 2.1 Antecedentes | 8 |
| 2.2 Concreto | 10 |
| 2.3 Componentes del concreto..... | 10 |
| 2.3.1 Cemento | 10 |
| 2.3.2 Agua | 11 |
| 2.3.3 Agregados | 11 |
| 2.4 Propiedades del Concreto | 15 |
| 2.4.1 Resistencia en compresión | 15 |
| 2.4.2 Trabajabilidad | 15 |
| 2.4.3 Curado del Concreto..... | 15 |
| 2.5 Diseños de mezclas | 16 |
| 2.5.1 Métodos de diseños de mezclas de concretos..... | 16 |
| 2.6 Costo de producción | 18 |
| CAPÍTULO III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 20 |
| 3.1 Hipótesis y variables | 20 |
| 3.1.1 Hipótesis general | 20 |
| 3.1.2 Hipótesis específica | 20 |
| 3.2 Identificación de las variables..... | 21 |
| 3.2.1 Variables Independientes..... | 21 |
| 3.2.2 Variables Dependientes | 21 |
| 3.2.3 Operacionalización de variables | 21 |
| 3.2.4 Indicadores | 22 |
| 3.2.5 Matriz de consistencia..... | 22 |
| 3.2.6 Delimitación e importancia | 22 |
| 3.3 Metodología | 23 |
| 3.3.1 Tipo y Diseño de Investigación | 23 |
| 3.3.2 Unidad de análisis..... | 23 |
| 3.3.3 Población de estudio..... | 23 |
| 3.3.4 Selección de muestras..... | 24 |
| 3.3.5 Tamaño de muestra | 24 |
| 3.3.6 Técnica de recolección de Datos e información | 25 |
| 3.3.7 Análisis e interpretación de la información | 25 |
| CAPÍTULO IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 26 |
| 4.1 Canteras | 26 |
| 4.1.1 Cantera del agregado grueso (Vicho) | 26 |
| 4.1.2 Canteras del agregado fino (Vicho – Pisac) | 26 |

| | | |
|--|--|-----|
| 4.2 | Ensayos de laboratorio..... | 26 |
| 4.2.1 | Materiales que pasan el tamiz N° 200 (NTP 400.018)..... | 26 |
| 4.2.2 | Análisis granulométrico (NTP 400.012)..... | 28 |
| 4.2.3 | Peso unitario (NTP 400.017)..... | 39 |
| 4.2.4 | Peso específico y absorción..... | 42 |
| 4.2.5 | Contenido de humedad (NTP 339.127)..... | 44 |
| 4.3 | Diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm ² | 45 |
| 4.3.1 | Método ACI 211 | 46 |
| 4.3.2 | Método Módulo de Finura de la Combinación de Agregados. | 55 |
| 4.3.3 | Método Walker..... | 60 |
| 4.3.4 | Método Fuller..... | 66 |
| 4.4 | Diseño de mezcla de concreto $f'c=280$ kg/cm ² | 74 |
| 4.4.1 | Método ACI 211 | 74 |
| 4.4.2 | Método Módulo de Finura de la Combinación de Agregados. | 79 |
| 4.4.3 | Método Walker..... | 84 |
| 4.4.4 | Método Fuller..... | 89 |
| CAPÍTULO V ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | | 95 |
| 5.1 | Análisis de resultados | 95 |
| 5.1.1 | Ensayo a la compresión de briquetas | 95 |
| 5.1.2 | Resultados de la cantidad de materiales..... | 105 |
| 5.1.3 | Costos de producción | 110 |
| 5.2 | Análisis comparativo | 118 |
| 5.2.1 | Comparación de los resultados de ensayo a la compresión de briquetas . | 118 |
| 5.2.2 | Comparación de cantidades de materiales por m ³ de concreto | 123 |
| 5.2.3 | Comparación de costos de producción por m ³ de concreto..... | 129 |
| 5.3 | Aplicación en obra..... | 131 |
| 5.3.1 | Ensayo a la compresión de briquetas – aplicación en obra..... | 132 |
| 5.3.2 | Costos de producción – aplicación en obra..... | 141 |
| 5.4 | Discusión de resultados | 149 |
| CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 156 |
| 6.1 | Conclusiones..... | 156 |
| 6.2 | Recomendaciones..... | 157 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 159 |
| ANEXOS | | 161 |

Índice de Tablas.

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Módulo de finura de la combinación de agregados..... | 17 |
| Tabla 2 Matriz de operacionalización de variables. | 22 |
| Tabla 3 Cantidad de briquetas sometidos a ensayos de compresión (a los días)..... | 24 |
| Tabla 4 Materiales que pasan el tamiz N° 200 del agregado grueso..... | 27 |
| Tabla 5 Materiales que pasan el tamiz N° 200 del agregado fino. | 27 |
| Tabla 6 Granulometría del agregado grueso de Vicho. | 28 |
| Tabla 7 Granulometría del agregado fino de Vicho. | 30 |
| Tabla 8 Granulometría del agregado fino de Pisac..... | 31 |
| Tabla 9 Granulometría de 90 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 10 % de arena fina de Pisac. | 33 |
| Tabla 10 Granulometría de 80 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 20 % de arena fina Pisac. | 34 |
| Tabla 11 Granulometría de 70 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 30 % de arena fina de Pisac. | 35 |
| Tabla 12 Granulometría de 60 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 40 % de arena fina de Pisac. | 37 |
| Tabla 13 Granulometría de 50 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 50 % de arena fina de Pisac. | 38 |
| Tabla 14 Peso unitario suelto agregado grueso de Vicho..... | 40 |
| Tabla 15 Peso unitario varillado agregado grueso de Vicho..... | 40 |
| Tabla 16 Peso unitario suelto agregado fino corregido..... | 41 |
| Tabla 17 Peso unitario varillado agregado fino corregido..... | 41 |
| Tabla 18 Peso específico y absorción del agregado grueso..... | 42 |
| Tabla 19 Peso específico y absorción del agregado fino..... | 43 |
| Tabla 20 Contenido de humedad del agregado grueso..... | 44 |

| | |
|--|----|
| Tabla 21 <i>Contenido de humedad agregado fino</i> | 45 |
| Tabla 22 <i>Características de los agregados</i> | 46 |
| Tabla 23 <i>Propiedades del cemento</i> | 46 |
| Tabla 24 <i>Resistencia requerida</i> | 46 |
| Tabla 25 <i>Asentamiento</i> | 47 |
| Tabla 26 <i>Volumen unitario de agua</i> | 48 |
| Tabla 27 <i>Contenido de aire atrapado</i> | 49 |
| Tabla 28 <i>Relación agua/cemento por resistencia</i> | 49 |
| Tabla 29 <i>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto</i> | 51 |
| Tabla 30 <i>Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm² – Método ACI 211</i> | 55 |
| Tabla 31 <i>Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm² – Método Módulo de finura de la combinación de agregados</i> | 59 |
| Tabla 32 <i>Volumen de agua unitario para concreto sin aire incorporado – Walker</i> | 60 |
| Tabla 33 <i>Porcentaje de agregado fino</i> | 63 |
| Tabla 34 <i>Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm² – Método Walker</i> | 66 |
| Tabla 35 <i>Corrección por Fuller</i> | 69 |
| Tabla 36 <i>Porcentaje de mezcla – Fuller</i> | 70 |
| Tabla 37 <i>Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm² – Método Fuller</i> | 74 |
| Tabla 38 <i>Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=280$ kg/cm² – Método ACI 211</i> | 79 |
| Tabla 39 <i>Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=280$ kg/cm² – Método Módulo de finura de la combinación de agregados</i> | 83 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 40 <i>Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=280$ kg/cm² – Método Walker.</i> | 88 |
| Tabla 41 <i>Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=280$ kg/cm² – Método Fuller.</i> | 94 |
| Tabla 42 <i>Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², método ACI 211.</i> .95 | |
| Tabla 43 <i>Resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Módulo de finura de la combinación de agregados.</i> | 97 |
| Tabla 44 <i>Resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Walker.</i> | 98 |
| Tabla 45 <i>Resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Fuller.</i> | 99 |
| Tabla 46 <i>Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm², método ACI 211.</i> ... | 101 |
| Tabla 47 <i>Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Módulo de finura de la combinación de agregados.</i> | 102 |
| Tabla 48 <i>Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Walker.</i> | 103 |
| Tabla 49 <i>Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Fuller.</i> | 104 |
| Tabla 50 <i>Costos de producción para un concreto $f'c=210$ kg/cm², método ACI 211.</i> ... | 110 |
| Tabla 51 <i>Costos de producción para un concreto $f'c=210$ kg/cm², método módulo de finura de la combinación de agregados.</i> | 111 |
| Tabla 52 <i>Costos de producción para un concreto $f'c=210$ kg/cm², método Walker.</i> | 112 |
| Tabla 53 <i>Costos de producción para un concreto $f'c=210$ kg/cm², método Fuller.</i> | 113 |
| Tabla 54 <i>Costos de producción para un concreto $f'c=280$ kg/cm², método ACI 211.</i> ... | 114 |
| Tabla 55 <i>Costos de producción para un concreto $f'c=280$ kg/cm², método módulo de finura de la combinación de agregados.</i> | 115 |
| Tabla 56 <i>Costos de producción para un concreto $f'c=280$ kg/cm², método Walker.</i> | 116 |
| Tabla 57 <i>Análisis de costos de producción para un concreto $f'c=280$ kg/cm², método Fuller.</i> | 117 |
| Tabla 58 <i>Resistencias a los 28 días, para un concreto $f'c=210$ kg/cm².</i> | 120 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 59 Resistencias a los 28 días, para un concreto $f'c=280$ kg/cm ² | 123 |
| Tabla 60 Pesos de material por 1 m ³ de concreto $f'c=210$ kg/cm ² | 126 |
| Tabla 61 Pesos de material por 1 m ³ de concreto $f'c=280$ kg/cm ² | 129 |
| Tabla 62 Costo de producción en soles por 1 m ³ de concreto $f'c=210$ kg/cm ² | 129 |
| Tabla 63 Costo de producción en soles por 1 m ³ de concreto $f'c=280$ kg/cm ² | 130 |
| Tabla 64 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , método ACI 211. | 132 |
| Tabla 65 Resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , método Módulo de finura de la combinación de agregados..... | 134 |
| Tabla 66 Resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , método Walker. | 135 |
| Tabla 67 Resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , método Fuller. | 136 |
| Tabla 68 Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm ² , método ACI 211. | 137 |
| Tabla 69 Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm ² , método Módulo de finura de la combinación de agregados..... | 138 |
| Tabla 70 Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm ² , método Walker. | 139 |
| Tabla 71 Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm ² , método Fuller. | 140 |
| Tabla 72 Costos de un concreto $f'c=210$ kg/cm ² , método ACI 211 aplicado en obra. . | 142 |
| Tabla 73 Costos de un concreto $f'c=210$ kg/cm ² , método módulo de finura de la combinación de agregados aplicado en obra. | 143 |
| Tabla 74 Costos de un concreto $f'c=210$ kg/cm ² , método Walker aplicado en obra. ... | 144 |
| Tabla 75 Costos de un concreto $f'c=210$ kg/cm ² , método Fuller aplicado en obra. | 145 |
| Tabla 76 Costos de un concreto $f'c=280$ kg/cm ² , método ACI 211 aplicado en obra. . | 146 |
| Tabla 77 Costos de producción para un concreto $f'c=280$ kg/cm ² , método módulo de finura de la combinación de agregados..... | 147 |
| Tabla 78 Costos de un concreto $f'c=280$ kg/cm ² , método Walker aplicado en obra. ... | 148 |
| Tabla 79 Análisis de costos de un concreto $f'c=280$ kg/cm ² , método Fuller aplicado en obra. | 149 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 80 <i>Comparación de los cuatro métodos de diseño de mezcla para $f'c=210$</i> | |
| <i>kg/cm2</i> | 153 |
| Tabla 81 <i>Comparación de los cuatro métodos de diseño de mezcla para $f'c=280$</i> | |
| <i>kg/cm2</i> | 154 |
| Tabla 82 <i>Comparación de costos de producción en soles por 1 m³ de concreto $f'c=210$</i> | |
| <i>kg/cm2</i> | 155 |
| Tabla 83 <i>Comparación de costos de producción en soles por 1 m³ de concreto $f'c=280$</i> | |
| <i>kg/cm2</i> | 155 |

Índice de Figuras.

| | |
|--|-----|
| Figura 1 <i>Esquema idealizado de las fases de los agregados.</i> | 12 |
| Figura 2 <i>Operacionalización de variables.</i> | 21 |
| Figura 3 <i>Curva granulométrica del agregado grueso de Vicho.</i> | 29 |
| Figura 4 <i>Curva granulométrica agregado fino de Vicho.</i> | 31 |
| Figura 5 <i>Curva granulométrica de la arena fina de Pisac.</i> | 32 |
| Figura 6 <i>Curva granulométrica de 90 % de arena gruesa de Vicho y 10 % de arena fina de Pisac.</i> | 33 |
| Figura 7 <i>Curva granulométrica de 80 % de agregado fino de Vicho y 20 % de arena fina de Pisac.</i> | 35 |
| Figura 8 <i>Curva granulométrica de 70 % de arena gruesa de Vicho y 30 % de arena fina de Pisac.</i> | 36 |
| Figura 9 <i>Curva granulométrica de 60 % de arena gruesa de Vicho y 40 % de arena fina de Pisac.</i> | 37 |
| Figura 10 <i>Curva granulométrica de 50 % de agregado fino de Vicho y 50 % de arena fina de Pisac.</i> | 39 |
| Figura 11 <i>Curva granulométrica de Fuller.</i> | 71 |
| Figura 12 <i>Curva de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², método ACI 211.</i> | 96 |
| Figura 13 <i>Curva de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², método módulo de finura de la combinación de agregados.</i> | 97 |
| Figura 14 <i>Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Walker.</i> 99 | |
| Figura 15 <i>Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Fuller.</i> .. | 100 |
| Figura 16 <i>Curva de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm², método ACI 211.</i> | 101 |
| Figura 17 <i>Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm², método módulo de finura de la combinación de agregados.</i> | 103 |

| | |
|---|-----|
| Figura 18 <i>Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Walker.</i> | 104 |
| Figura 19 <i>Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Fuller.</i> | 105 |
| Figura 20 <i>Porcentaje en peso de material por 1 m³ de concreto, método ACI 211.</i> | 105 |
| Figura 21 <i>Porcentaje en peso de material por 1 m³ de concreto, método módulo de finura de la combinación de agregados.</i> | 106 |
| Figura 22 <i>Porcentaje en peso de material por 1 m³ de concreto, método Walker.</i> | 107 |
| Figura 23 <i>Porcentaje en peso de material por 1 m³ de concreto, método Fuller.</i> | 107 |
| Figura 24 <i>Porcentaje en peso de material por 1 m³ de concreto, método ACI 211.</i> | 108 |
| Figura 25 <i>Porcentaje de material por 1 m³ de concreto, método módulo de finura de la combinación de agregados.</i> | 108 |
| Figura 26 <i>Porcentaje de material por 1 m³ de concreto, método Walker.</i> | 109 |
| Figura 27 <i>Porcentaje de material por 1 m³ de concreto, método Fuller.</i> | 109 |
| Figura 28 <i>Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² a los 14 días.</i> | 118 |
| Figura 29 <i>Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² a los 21 días.</i> | 119 |
| Figura 30 <i>Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días.</i> | 119 |
| Figura 31 <i>Resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días.</i> | 121 |
| Figura 32 <i>Resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm² a los 21 días.</i> | 121 |
| Figura 33 <i>Resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días.</i> | 122 |
| Figura 34 <i>Cemento por 1 m³ de concreto $f'c=210$ kg/cm².</i> | 123 |
| Figura 35 <i>Agregado fino por 1 m³ de concreto $f'c=210$ kg/cm².</i> | 124 |
| Figura 36 <i>Agregado grueso por 1 m³ de concreto $f'c=210$ kg/cm².</i> | 125 |
| Figura 37 <i>Agua por 1 m³ de concreto $f'c=210$ kg/cm².</i> | 125 |
| Figura 38 <i>Cemento por 1 m³ de concreto $f'c=280$ kg/cm².</i> | 126 |
| Figura 39 <i>Agregado fino por 1 m³ de concreto $f'c=280$ kg/cm².</i> | 127 |
| Figura 40 <i>Agregado grueso por 1 m³ de concreto $f'c=280$ kg/cm².</i> | 128 |

| | |
|---|-----|
| Figura 41 Agua por 1 m ³ de concreto $f'c=280$ kg/cm ² | 128 |
| Figura 42 Costo de producción en soles por 1 m ³ de concreto $f'c=210$ kg/cm ² | 130 |
| Figura 43 Costo de producción en soles por 1 m ³ de concreto $f'c=280$ kg/cm ² | 131 |
| Figura 44 Curva de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , método ACI 211. | 133 |
| Figura 45 Curva de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , método módulo de finura de la combinación de agregados. | 134 |
| Figura 46 Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , método Walker. | 135 |
| Figura 47 Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , método Fuller.. | 136 |
| Figura 48 Curva de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm ² , método ACI 211. | 137 |
| Figura 49 Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm ² , método módulo de finura de la combinación de agregados..... | 139 |
| Figura 50 Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm ² , método Walker. | 140 |
| Figura 51 Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm ² , método Fuller.. | 141 |
| Figura 52 Comparación de resistencias de los cuatro métodos de diseño de mezcla para $f'c=210$ kg/cm ² | 151 |
| Figura 53 Comparación de resistencias de los cuatro métodos de diseño de mezcla para $f'c=280$ kg/cm ² | 152 |

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general analizar comparativamente los diseños de mezcla de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, en el costo de producción por metro cúbico de concreto, empleando los métodos ACI 211, módulo de finura de la combinación de agregados, Walker y Fuller, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023. El estudio es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y de diseño correlacional experimental. La muestra total es de 144 briquetas con dimensiones estándar, ensayados a resistencia de compresión a los 14, 21 y 28 días. Los materiales utilizados son los más comerciales que se adquieren en la ciudad del Cusco; el agregado grueso fue de la cantera de Vicho, para el agregado fino se mezcló 60 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 40 % de arena fina de la cantera de Pisac y el cemento fue el tipo IP de la marca Yura. Los resultados obtenidos en el costo de producción por metro cúbico para concretos 210 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 por el método Fuller son los más económicos, siendo estos de 300.23 y 331.00 soles respectivamente, estos costos fueron influenciados por la relación agua/cemento, para el método de Fuller se obtuvieron mayores valores comparados con los otros métodos. Las resistencias promedio a compresión mas altas a los 28 días se lograron con el método Walker, para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ se logra 242.0 y para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvo 313.2 kg/cm^2 , mientras las más baja para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvo por el método Fuller, alcanzado 210.9 kg/cm^2 y para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ se logra 291.4 kg/cm^2 por el método ACI 211.

Palabras clave: diseño de mezcla, costo, Walker, Fuller

ABSTRACT

The general objective of this research is to comparatively analyze the mixture designs of $f'c=210$ kg/cm² and $f'c=280$ kg/cm², in the production cost per cubic meter of concrete, using the ACI 211 methods, module of fineness of the combination of aggregates, Walker and Fuller, with coarse aggregate from the Vicho quarry and fine aggregate from the Vicho and Pisac quarries in the city of Cusco 2023. The study is of an applied type, with a quantitative and experimental correlational design. The total sample is 144 briquettes with standard dimensions, tested for compressive strength at 14, 21 and 28 days. The materials used are the most commercial ones that are purchased in the city of Cusco; The coarse aggregate was from the Vicho quarry, for the fine aggregate 60% of coarse sand from the Vicho quarry and 40% of fine sand from the Pisac quarry were mixed and the cement was the IP type of the Yura trademark. The results obtained in the production cost per cubic meter for concrete 210 kg/cm² and 280 kg/cm² by the Fuller method are the most economical, being 300.23 and 331.00 soles respectively, these costs were influenced by the water/cement ratio, for the Fuller method, higher values were obtained compared to the other methods. The highest average compressive strengths at 28 days were achieved with the Walker method, for $f'c=210$ kg/cm², 242.0 was achieved and for $f'c=280$ kg/cm², 313.2 kg/cm² was obtained, while the highest low for $f'c=210$ kg/cm² was obtained by the Fuller method, reaching 210.9 kg/cm² and for $f'c=280$ kg/cm² 291.4 kg/cm² was achieved by the ACI 211 method.

Keywords: mix design, cost, Walker, Fuller

INTRODUCCIÓN

Las propiedades de los materiales influyen en la resistencia a compresión del concreto, y esto conlleva a costos muy altos de producción debido a oferta y demanda de los materiales. Por ello se busca un material, agregados gruesos y finos, económicos y nos dé buenos resultados con resistencia del concreto.

En el capítulo I Generalidades, se encuentra la justificación, la situación problemática así como el problema general “¿Cuál será el método de diseño de mezclas de concreto para las resistencias a la compresión de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² a un menor costo de producción, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023?” y los objetivos planteados. En el capítulo II Marco teórico, se menciona investigaciones anteriores, conceptos generales de términos y palabras claves relacionadas al concreto, las propiedades a estudiar y los métodos de diseño de mezcla. El método aplicado se ve en el Capítulo III Metodología de la investigación, donde se muestra las hipótesis, las variables diseño de mezcla y costo de producción, su operacionalización entre ellas.

En el capítulo IV Resultados de la investigación, se puede ver las propiedades de los agregados para el diseño de mezcla, también los mismos diseños explicados paso a paso para los diseños de concreto de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm². Luego el Capítulo V Análisis y discusión de resultados, donde se compara los resultados obtenidos con investigaciones desarrolladas con anterioridad en el Perú y el extranjero. Finalmente, en el Capítulo VI Conclusiones y recomendaciones, se da respuesta a los objetivos mencionados en el Capítulo I y comentarios para futuras investigaciones encontradas durante el desarrollo de esta investigación.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Justificación de la Investigación

1.1.1 Justificación teórica y práctica

En la ciudad del Cusco, el método de ACI 211 tiene mayor difusión, es así que queremos dar a conocer las diferencias que existe con los métodos Walker, Fuller y Modulo de Finura de la combinación de agregados, y la influencia en sus respectivos costos de producción de los concretos de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

La falta de información respecto al costo de producción por metro cúbico de concreto elaborado para un diseño de mezclas por los diferentes métodos que existe es escaso es así que no se tiene valores referenciales con los que se podría abaratar los costos de las construcciones.

1.2 Situación problemática

Actualmente la población en todo el país, tiene escaso conocimiento de los diferentes métodos de diseño de concreto, así como su respectivo costo de producción por metro cúbico. Las ciudades del país se encuentran en un crecimiento en el sector construcción, motivos por los cuales la población accede a construir sus casas. Una parte de la población construye con asesoramiento técnico y cumpliendo las normas de construcción como es el Reglamento Nacional de Edificaciones, y la otra parte en base a experiencia.

En la ciudad del Cusco, debido a ello se recurre a adquirir materiales de bajo costo sin importar las propiedades físico-mecánicas que estas tienen y los efectos que pueden ocasionar a lo largo de su vida útil de dicha estructura, desde el momento de vaciado hasta la falla total, los cuales pueden ser fisuras, agrietamientos, eflorescencias del concreto, cangrejas y erosión del concreto por efectos de agentes externos como la humedad, cambios bruscos de temperatura.

Cada año aumenta los niveles de autoconstrucción, esta actividad conlleva a la elaboración de concreto por experiencia adquirida del personal a cargo de la construcción y sin contar con un documento técnico de diseño de mezcla que asegura las proporciones de los materiales. Es así que se encarece la construcción al incrementar la cantidad de cemento para alcanzar una supuesta resistencia mayor a la propuesta en los planos de construcción.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

PG: ¿Cuál será el método de diseño de mezclas de concreto para las resistencias a la compresión de $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm² a un menor costo de producción, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023?

1.3.2 Problemas específicos

PE1: ¿Cómo serán los diseños de mezcla de $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm², y sus costos de producción para un metro cúbico de concreto empleando el método ACI 211, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023?

PE2: ¿De qué manera se plantean los diseños de mezcla de $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm², y sus costos de producción para un metro cúbico de concreto usando el método Walker, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023?

PE3: ¿Cuáles serán los diseños de mezcla de $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm², y el costo de producción para un metro cúbico de concreto empleando el método Fuller, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023?

PE4: ¿De qué manera influye el método Módulo de Finura de la combinación de agregados en los diseños de mezcla de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², y sus costos de producción para un metro cúbico de concreto, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023?

PE5: ¿Cómo varía las resistencias a la compresión de los concretos $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², en condiciones de obra comparado con laboratorio, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo general

OG: Analizar comparativamente los diseños de mezcla de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², en el costo de producción por metro cúbico de concreto, empleando los métodos ACI 211, módulo de finura de la combinación de agregados, Walker y Fuller, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023.

1.4.2 Objetivos específicos

OE1: Establecer los diseños de mezcla de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² empleando el método ACI 211 y sus costos de producción para un metro cúbico de concreto, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023.

OE2: Determinar los diseños de mezcla de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², y sus costos de producción para un metro cúbico de concreto usando el método Walker, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023.

OE3: Calcular los diseños de mezcla de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, empleando el método Fuller y sus costos de producción para un metro cúbico de concreto, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023.

OE4: Cuantificar la influencia del método Módulo de Finura de la combinación de los agregados en el costo de producción para un metro cúbico de concreto, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023.

OE5: Comparar las resistencias a la compresión de los diseños de mezcla por los cuatro métodos obtenidos en condiciones de obra con los obtenidos en el laboratorio, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

(Vásquez Bardales, 2013) sustenta la tesis “Obtención del mejor método para elaborar el diseño de mezclas de concreto, al comparar los métodos ACI, Fuller, Walker Y Módulo de Fineza de la Combinación de los agregados, para una resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm² (a los 28 días)” en la Universidad Nacional de Cajamarca, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. Tuvo por objetivo determinar cuál es el mejor método para la elaboración de diseño de mezclas de concreto para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm²; con agregados de la cantera Huayrapongo. La autora realizó una investigación del tipo aplicativo - experimental elaborando 20 especímenes cilíndricos de 6” de diámetro por 12” de altura por cada método, haciendo en total 80 especímenes; las cuales fueron ensayadas con una prensa hidráulica a la compresión. Los resultados de la resistencia a la compresión fueron: método del ACI $f'c=263.68$ kg/cm², método de Walker $f'c=276.51$ kg/cm², método del módulo de fineza de la combinación de agregados $f'c=309.24$ kg/cm² y método de Fuller $f'c=275.51$ kg/cm². Concluye que el método ACI es el que mejor se aproxima a la resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm² con una resistencia última promedio de 263.68 kg/cm².

(Fernández Montero & Velarde Acarapi, 2014) en la tesis “estudio comparativo de la resistencia de los concretos empleando los cementos comerciales en Cusco”, de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, tesis para lograr el grado de ingeniero civil. Esta investigación surge a raíz de la comercialización de los distintos tipos de cementos que se encuentran dentro la región, como son: Cemento YURA tipo IP, cemento YURA tipo HE y cemento SOL tipo I, el objetivo principal es de comparar las curvas de resistencia a la compresión versus tiempo, controlando el $f'c$ a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, de los concretos fabricados con los distintos tipos de cemento y agregados mencionados. Fue una investigación del tipo descriptiva comparativa, debido a que, se recolecta información de las canteras de Huambutio

(Piedra Chancada), cantera de Vicho (arena gruesa) y Pisac (canto rodado, arena de río) y tipos de cemento. Concluyen que el diseño Walker se observa que los concretos fabricados con los cementos tipo I y HE desarrollan su resistencia con mayor rapidez llegando así los 14 días a 89 % de la resistencia requerida, mientras que el cemento tipo IP hasta los 3 días su desarrollo es el mismo que con el cemento HE mientras que a partir de los 7 días este desarrollo se desacelera en la medida que a los 28 días solo alcanza un 55% de la resistencia de diseño; y en el diseño ACI – 211 se observa, los concretos fabricados con los cementos tipo I y HE, el concreto HE durante los primeros 7 días alcanza una mayor resistencia a la compresión, pasados los 14 días se observa que ambos concretos alcanzan un 90% de la resistencia requerida y finalmente llegando a los 28 días se obtiene un concreto con una resistencia superior a la requerida.

(Obando Carrasco & Romero Sandino, 2020) en su tesis “Análisis comparativo de mezclas de concreto haciendo uso de los métodos A.C.I 211, método de Walker, método de Fuller, y método del módulo de finura de los agregados, 2019” de la Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua para optar al título de ingeniero civil. Tuvo como objetivo realizar análisis comparativo de mezclas de concreto, haciendo uso de los métodos ACI 211, método de Walker, método de Fuller, y Método del módulo de finura de los agregados. Presentan los resultados al ensayo de la compresión de cada uno de los métodos de diseños en su respectiva edad de 7, 14 y 28 días. Se concluye que la resistencia máxima obtenida por medio del ensayo a la compresión fue el de módulo de finura en donde su resistencia obtuvo a los 28 días 293 kg/cm³, siendo el más alto en resistencia de los cuatro métodos estudiados.

(Cáceres Silupu & Chira Chávez, 2021) presentan la tesis “Evaluación del mejor diseño de mezclas utilizando métodos ACI, Fuller y módulo de fineza en un concreto f'c 210 y 280 kg/cm²” en la Universidad Cesar Vallejo para optar el título profesional de ingeniero civil. Cuyo objetivo principal fue analizar el comparativo para obtener el mejor método en la elaboración de diseño de mezcla f'c 210 y 280 kg/cm² empleando los métodos ACI, Fuller y Módulo de Fineza tomando en cuenta dos canteras Escorpión y Adriana Nicoll. Los autores se basaron en una

investigación experimental aplicada elaborando nueve probetas de concreto por diseño y cantera, cada una de ellas con dimensiones de 4 pulgadas de diámetro por 8 pulgadas de altura; y las probetas fueron ensayadas a compresión a los 3, 7 y 28 días de edad. Concluyen que el mejor método de diseño de mezcla con la resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 a 28 días, para ambas canteras C. Escorpión y C. Adriana Nicoll es el Módulo de Fineza de la Combinación de los agregados.

2.2 Concreto

(Rivva López, 2014b) define el concreto como el un producto artificial compuesto de un medio ligante denominado pasta, y de un medio ligado llamado agregado. La pasta es el resultado de la combinación química del cemento con el agua, es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de éste. El agregado es la fase discontinua del concreto dado que sus diversas partículas no se encuentran unidas o en contacto unas con otras, sino que se encuentran separadas por espesores diferentes de la pasta endurecida.

El concreto es una mezcla, adecuadamente dosificada, de cemento, agua y agregados fino y grueso. Adicionalmente también puede tener en su composición aditivos, fibra. En casos muy especiales se le puede incorporar intencionalmente aire para incrementar su durabilidad en bajas temperaturas. El concreto armado es aquel al cual se ha incorporado varillas de acero para mejorar su comportamiento ante esfuerzos de todo orden. (Rivva López, 2014b)

2.3 Componentes del concreto

2.3.1 Cemento

Es un aglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas, posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse después de reaccionar ante el contacto con el agua. El producto resultante de la molienda de estas rocas es llamado clinker y

se convierte en cemento cuando se le adiciona una pequeña cantidad de yeso para evitar la contracción de la mezcla al fraguar cuando se le añade agua y su posterior endurecimiento («Cemento», 2023).

Para (Abanto Castillo, 1992):

El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas. (p. 15)

2.3.2 Agua

El agua, etimológicamente proviene del latín aqua, es una sustancia cuya molécula está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O) unidos por un enlace covalente. Generalmente, nos referimos a la sustancia en su estado líquido, aunque se puede encontrar en la naturaleza en sus tres formas: sólida como hielo; gaseosa en forma de vapor y líquida como ríos, lagos, etc. («Agua», 2023).

(Rivva López, 2014b) comenta que el agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el cemento para lograr la formación de pasta y permitir que la masa adquiera las propiedades para una adecuada manipulación y colocación de la misma; luego en estado endurecido se convierte en un producto con las propiedades y características deseadas. El agua a emplearse deberá ser aquellas que se consideran como potables, o las sean aptas mediante pruebas de laboratorio.

2.3.3 Agregados

Los agregados forman entre el 50% a 80% del volumen. (Rivva López, 2014b) comenta que los agregados son un conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas

dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011.2008. El agregado tiene una función determinante en las propiedades del concreto, la resistencia mecánica, la durabilidad, el comportamiento elástico, propiedades térmicas y acústicas, etc. Además, es el material de relleno a un bajo costo de adquisición que otorga beneficios a la mezcla de concreto.

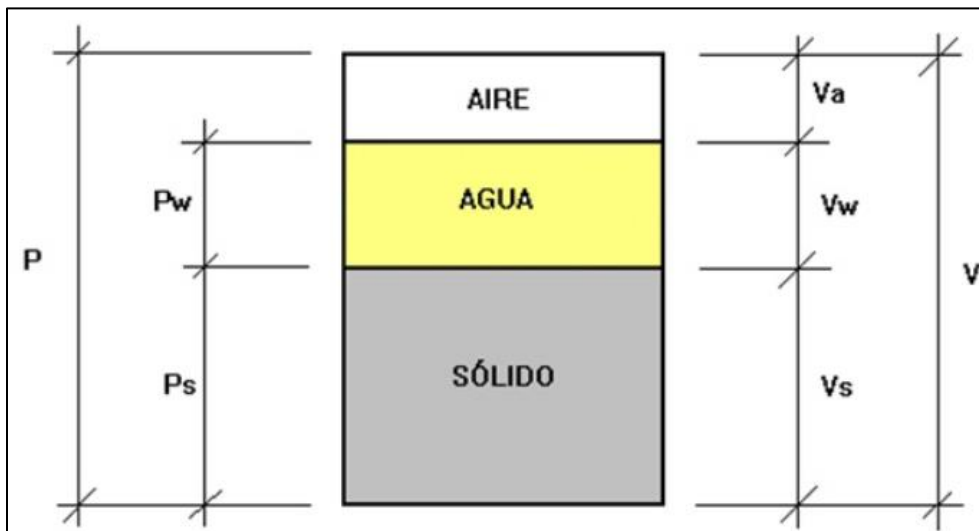
2.3.3.1 Propiedades físicas - mecánicas de los agregados

2.3.3.1.1 Peso específico

(Palma Vargas & Rozas Gomez, 2012) definen como la relación existente entre el peso y el volumen que ocupa las partículas en el espacio. Es el peso de cierta cantidad de agregados dividido entre el volumen que ocupa. Las normas ASTM C-127 y C -128 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación.

Figura 1

Esquema idealizado de las fases de los agregados.



Nota. Adaptado de *Laboratorio virtual*, por el Blog de Víctor Yepes, 2010,

(<https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/04/10/laboratorio-virtual-peso-especifico-de-un-suelo/>).

Donde: V_a : volumen de vacíos (cm^3), V_w : volumen de agua (cm^3), V_s : volumen de sólidos (cm^3), V_{ag} : volumen de agregados (cm^3), P_w : peso de agua (kg), P_s : peso de sólidos (kg), A : masa de la muestra

secada al horno en aire (kg), B: masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire (kg) y C: masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua (kg).

1. Peso específico de masa seca (Bulk Specific Gravity)

$$G_b = \frac{A}{B - C} = \frac{A}{V_{ag} \times D_a}$$

2. Peso específico saturado superficialmente seco (S.S.S. Specific Gravity)

$$G_{SSS} = \frac{B}{B - C} = \frac{B}{V_{ag} \times D_a}$$

3. Peso específico aparente (Apparent Specific Gravity)

$$G_{SSS} = \frac{A}{A - C} = \frac{B}{V_s \times D_a}$$

Para casos del diseño usaremos la ecuación dada en la fórmula 1 de esta sección.

2.3.3.1.2 Absorción

La absorción de los agregados se obtiene después de haber sometido el agregado a una saturación durante veinticuatro horas, después se procede a secar superficialmente el material, y por diferencias de masa se logra obtener el porcentaje de absorción con relación a la masa seca del material. La cantidad de agua absorbida estima la porosidad de las partículas de agregado («La Absorción de los Agregados.», s. f.).

La fórmula para el cálculo de la absorción es la siguiente.

$$\% \text{Absorción} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde A: masa de la muestra secada al horno en aire (kg) y B: masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire (kg).

2.3.3.1.3 Peso unitario

Es el resultado de dividir el peso de los agregados entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C29 y NTP 400.017.

Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa, por ejemplo para un agregado grueso pesos unitarios altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento (Vásquez Bardales, 2013).

2.3.3.1.4 Contenido de humedad

Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula. Característica importante que contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, Por ello se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el diseño de mezcla (Palma Vargas & Rozas Gomez, 2012).

Se expresa de la siguiente forma:

$$\% \text{ humedad} = \frac{P_n - P_s}{P_s} \times 100$$

Donde P_n: peso de la muestra natural (kg) y P_s: peso de la muestra secada al horno (kg).

2.3.3.1.5 Granulometría

Las partículas de los agregados tienen una forma geométrica irregular, y no es fácil establecer un criterio numérico individual para definir el tamaño de cada partícula midiendo sus dimensiones, también es sumamente difícil cuantificar el volumen de los diferentes tamaños de las partículas, por ello se usa una manera indirecta, la cual es tamizarla por una serie de mallas de aberturas conocidas y posteriormente pesar los materiales retenidos, refiriéndolos en porcentaje con respecto al peso total. Los valores calculados se representan gráficamente en un sistema coordinado semilogarítmico que permite visualizar la distribución acumulada. (Rivva López, 2014).

2.3.3.1.6 Módulo de fineza

(Pasquel Carbajal, 1998) define como la suma de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices 3", 1 ½", ¾", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100, y esta cantidad se divide entre 100. Este criterio se aplica tanto al agregado grueso y fino; también sirve para

caracterizar cada agregado independientemente o la mezcla de agregados en conjunto. Además, granulometrías que tienen igual módulo de fineza independientemente de la granulometría individual, requieren la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de similar característica en plasticidad y resistencia.

2.4 Propiedades del Concreto

2.4.1 Resistencia en compresión

La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima por unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). Esta propiedad no puede probarse en condición plástica, por ello se toma muestras durante la proceso de mezclado, posterior curado para finalmente someter a pruebas de compresión (Abanto Castillo, 1992).

2.4.2 Trabajabilidad

Propiedad del concreto fresco que se refiere a la facilidad con que este puede ser mezclado, manejado, transportado, colocado y terminado sin que pierda su homogeneidad (exudación o segregación). El grado de trabajabilidad apropiado para cada estructura, depende del tamaño y forma del elemento que se vaya a construir, de la disposición y tamaño del refuerzo y de los métodos de colocación y vibración. Los factores más importantes que influyen en la trabajabilidad de una mezcla son los siguientes: La granulometría, la forma y textura de las partículas y las proporciones del agregado, la cantidad del cemento, el aire incluido, los aditivos y la consistencia de la mezcla. Un método indirecto para determinar la trabajabilidad de una mezcla consiste en medir su consistencia o fluidez por medio del ensayo de asentamiento con el cono de Abrams (Fernández Montero & Velarde Acarapi, 2014).

2.4.3 Curado del Concreto

Para (Abanto Castillo, 1992) el curado es un proceso importante que consiste en mantener húmedo al concreto por varios días después de su colocación, con el fin de mantener

la reacción química entre el cemento y el agua (hidratación del cemento). Si el concreto se seca muy rápidamente se producen fisuras superficiales y además le impide alcanzar la resistencia diseñada. Los agentes más perjudiciales son el sol y el viento, debe evitarse que estos lleguen directamente al concreto fresco. El concreto alcanza el 70% de su resistencia especificada a los siete días del vaciado. La resistencia final del concreto depende en gran manera de las condiciones de humedad y temperatura durante este periodo inicial. El 30% o más de la resistencia, puede perderse por un secado prematuro del concreto o si la temperatura baja a 5 C° o menos durante los primeros días, a menos que se mantenga el concreto continuamente húmedo durante un largo tiempo después del descenso de temperatura.

2.5 Diseños de mezclas

2.5.1 Métodos de diseños de mezclas de concretos

2.5.1.1 Método ACI 211

El método americano ACI es el más conocido y empleado en la industria de la producción de concreto, para (Cáceres Silupu & Chira Chávez, 2021) el método ACI a veces da como resultado una mezcla más seca y ligeramente pedregosa de lo esperado, pero es beneficioso para una corrección, no solo para el agua, sino también para los agregados. Este procedimiento es muy limitado porque no tiene en cuenta la forma de los agregados que se presentan como redondos, triturados, angulares, etc. Uno de los métodos alternativos de corrección del asentamiento es corregir la cantidad de agua, pero tratar de mantener la misma relación agua cemento, incluso manteniendo constante la cantidad de agregado grueso.

2.5.1.2 Método de módulo de finura de la combinación de agregados

Investigaciones desarrolladas en la universidad de Maryland han permitido establecer que la combinación de los agregados fino y grueso, cuando tienen granulometrías comprendidas dentro de los límites que establece la norma ASTM C-33, debe producir un

concreto trabajable en condiciones ordinarias, con valores mostrados en la Tabla 1 para el módulo de fineza de la combinación de agregados (Rivva López, 2014a).

Tabla 1

Módulo de finura de la combinación de agregados.

| Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso | Módulo de finura de la combinación de agregado, el cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en saco por metro cúbico indicados | | | |
|---|--|------|------|------|
| | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3/8" | 3.96 | 4.04 | 4.11 | 4.19 |
| 1/2" | 4.46 | 4.54 | 4.61 | 4.69 |
| 3/4" | 4.96 | 5.04 | 5.11 | 5.19 |
| 1" | 5.26 | 5.34 | 5.41 | 5.49 |
| 1 1/2" | 5.56 | 5.64 | 5.71 | 5.79 |
| 2" | 5.86 | 5.94 | 6.01 | 6.09 |
| 3" | 6.16 | 6.24 | 6.31 | 6.39 |

Nota. Fuente: Adapatado de *Diseño de Mezclas*, Rivva López, 2014.

*Los valores de la tabla están referidos a agregado grueso de perfil angular y adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores indicados deben incrementarse o disminuirse en 0.1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos.

**Los valores de la tabla pueden dar mezclas ligeramente sobre arenosas para pavimentos o estructuras ciclópeas. Para condiciones de colocación favorables pueden ser incrementados en 0.2.

El módulo de finura de los agregados consiste en efectuar un diseño de mezcla teniendo en consideración principal que el módulo de fineza del agregado fino y grueso es un indicador de su superficie específica y a medida que esta aumenta se incrementa la demanda de pasta, así como sí que se mantiene constante la pasta y se incrementa la fineza del agregado disminuye la resistencia por adherencia. Otro factor que se toma en cuenta en este método es la ecuación que relaciona el módulo de fineza de los agregados finos y gruesos (Laura Huanca, 2006).

2.5.1.3 Método de Walker

El denominado método de Walker se desarrolla debido a la preocupación del profesor norteamericano Staton Walker en relación con el hecho de que, sea cual fuera la resistencia de

diseño del concreto y por tanto su relación agua cemento, contenido de cemento y características del agregado fino, la cantidad de agregado grueso era la misma, ello cuando se aplicaba el procedimiento de diseño desarrollado por el comité 211 del ACI. Considerando que la relación fino grueso debería variar en función del contenido de la pasta en la mezcla, así como del perfil y tamaño máximo nominal del agregado grueso, y que otro factor que debería ser considerado era la mayor o menor fineza del agregado fino. Este método permite determinar el porcentaje aproximado de agregado fino en relación al volumen total de agregados, en función del módulo de fineza del agregado fino, el tamaño máximo nominal del agregado grueso, el perfil del mismo y el contenido de cemento en la unidad cúbica de concreto (Rivva López, 2014a).

2.5.1.4 Método de Fuller

Este método en general se aplica cuando los agregados no cumplen con la Norma ASTM C 33. Asimismo se debe usar para dosificaciones con más de 300 kg de cemento por metro cúbico de concreto y para tamaños máximos del agregado grueso comprendido entre 20mm (3/4") y 50mm (2") (Laura Huanca, 2006).

Relación:

$$\frac{a}{c} = \frac{1}{Z} ; Z = K_1 \times R_m + 0.5$$

Donde:

K_1 : Factor que depende de la forma del agregado. De 0.0030 a 0.0045 para piedra chancada y de 0.0045 a 0.0070 para piedra redondeada.

R_m : Resistencia promedio requerida (kg/cm^2).

2.6 Costo de producción

Son todos los recursos a utilizar que se incorporan físicamente, incluyen materias primas, productos, consumibles, materiales y todos los equipos, maquinarias, herramientas y

mano de obra necesarios para procesarlos y transformarlos en el producto final requerido
(*Costos Directos de Construcción*, s. f.).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis y variables

3.1.1 *Hipótesis general*

HG: Los diseños de mezcla de concreto de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² varían en el costo de producción para un metro cúbico de concreto usando los métodos ACI 211, módulo de finura de la combinación de agregados, Walker y Fuller, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023.

3.1.2 *Hipótesis específica*

HE1: En los diseños de mezcla de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², se obtiene resultados a los 28 días mayores al $f'c$ de diseño respectivamente con el método ACI 211, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023.

HE2: Con el método Walker para los diseños de mezcla de concreto de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², sus resultados a los 28 días son inferiores al $f'c$ del método ACI 211, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023.

HE3: Usando el método Fuller en los diseños de mezcla de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², a los 28 días se obtienen resultados menores que los demás métodos, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023.

HE4: Con el método Módulo de Finura de la combinación de agregados en los diseños de mezcla de concreto de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², se obtiene resultados a los 28 días mayores a los obtenidos por diseños de otros métodos, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023.

HE5: Las resistencias a la compresión de los concretos $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² diseñados por los cuatro métodos en condiciones de laboratorio son superiores a sus similares obtenidos en condiciones de obra.

3.2 Identificación de las variables

Las variables que se considera para la presente investigación se obtuvieron en base a los indicadores:

3.2.1 Variables Independientes

X_1 : Diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm².

X_2 : Diseño de mezcla $f'c=280$ kg/cm².

3.2.2 Variables Dependientes

Y: Costo de producción.

3.2.3 Operacionalización de variables

En la Tabla 2 se muestra la matriz de operacionalización de variables y la Figura 2.

Figura 2

Operacionalización de variables.

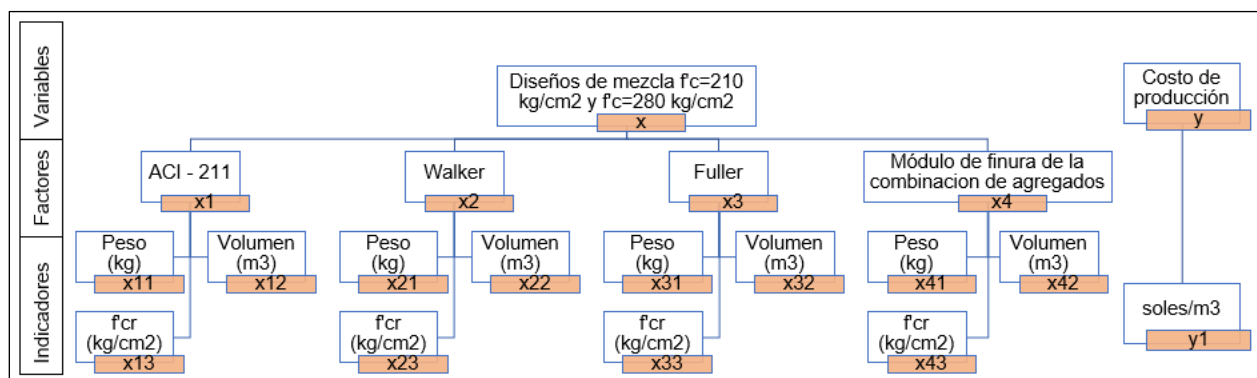


Tabla 2*Matriz de operacionalización de variables.*

| Variabes | Factores | Indicadores | Instrumentos | Definición Conceptual |
|--|--|----------------------------|-------------------------|--|
| X ₁ : Diseños de mezcla f'c 210=kg/cm ² , | Método ACI 211 | | Fichas de Observación 1 | Cálculo de proporciones de los elementos del concreto para f'c=210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² . |
| | Método Walker | Pesos (kg) | Fichas de Observación 2 | |
| | Método Fuller | Volumen (m ³) | Fichas de Observación 3 | |
| | Método Módulo de Finura de la Combinación de Agregados | f'cr (kg/cm ²) | Fichas de Observación 4 | |
| X ₂ : Diseños de mezcla f'c 280=kg/cm ² | | | Fichas de Observación 5 | |
| | | | Fichas de Observación 6 | |
| | | | Ficha de Observación 7 | |
| Y: Costo de producción | Costo por m ³ | Soles/m ³ | Fichas de Observación 8 | Sumatoria de costos de todos los insumos, equipos y mano de obra utilizados en la fabricación del concreto. |

3.2.4 Indicadores

Los indicadores son:

Proporción en pesos de los agregados (kg)

Proporción en volumen de los agregados (m³)

Resistencia promedio f'cr (kg/cm²)

3.2.5 Matriz de consistencia

Ver anexos

3.2.6 Delimitación e importancia

Los resultados que se desean obtener son en beneficio de la ciudad del Cusco.

La investigación está financiada con recursos propios de los tesisistas.

El agregado grueso a utilizarse será de la cantera de Vicho, el agregado fino será de las canteras de Vicho y Pisac, el cemento será Portland tipo IP y agua.

3.3 Metodología

3.3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Esta investigación según su finalidad es de tipo aplicada, debido a que se busca conocer los costos de producción de los concretos $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² mediante el diseño de mezclas por los métodos de ACI 211, método Walker, método Fuller y método de módulo de finura de la combinación de agregados.

Según el tipo de datos analizados es cuantitativa, ya que la investigación está basada en mediciones numéricas, cuantificación de datos y cálculo de los mismos.

Es de nivel correlacional, analiza la relación que existe entre la variable “x” y la variable “y”.

Según el tipo de diseño de investigación es experimental, la investigación se realizará mediante la manipulación del diseño de mezcla (variable independiente) y la modificación que genera en los costos de producción del diseño de mezclas mediante los métodos ACI 211, método Walker, método Fuller y método de módulo de finura de la combinación de agregados (variable dependiente).

3.3.2 Unidad de análisis

La investigación se realizará con agregados de las canteras de Vicho y Pisac, con cemento Portland tipo IP. La unidad de análisis serán las briquetas de concreto con resistencias de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², elaborados mediante los diferentes métodos de diseños de mezcla, para así obtener los costos de producción por m³ de concreto de cada método.

3.3.3 Población de estudio

Son todas las muestras elaboradas de los diversos métodos.

3.3.4 Selección de muestras

Sera probabilístico debido a que todos los testigos tienen la misma probabilidad de ser elegidos.

3.3.5 Tamaño de muestra

La investigación cuenta con 144 briquetas para el estudio, distribuido de acuerdo a la Tabla 3 para los cuatro métodos de diseño y las dos resistencias.

Tabla 3

Cantidad de briquetas sometidos a ensayos de compresión (a los días).

| Métodos de diseño de mezcla | f'c=210 | f'c=280 | f'c=210 | f'c=280 | f'c=210 | f'c=280 | Sub total |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|
| | kg/cm2 (14 días) | kg/cm2 (14 días) | kg/cm2 (21 días) | kg/cm2 (21 días) | kg/cm2 (28 días) | kg/cm2 (28 días) | |
| Condiciones de laboratorio | | | | | | | |
| ACI 211 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| Módulo de fineza de la combinación de los agregados | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| Walker | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| Fuller | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| Condiciones de obra | | | | | | | |
| ACI 211 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| Módulo de fineza de la combinación de los agregados | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| Walker | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| Fuller | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| Total de briquetas a elaborar | | | | | | | 144 |

3.3.6 Técnica de recolección de Datos e información

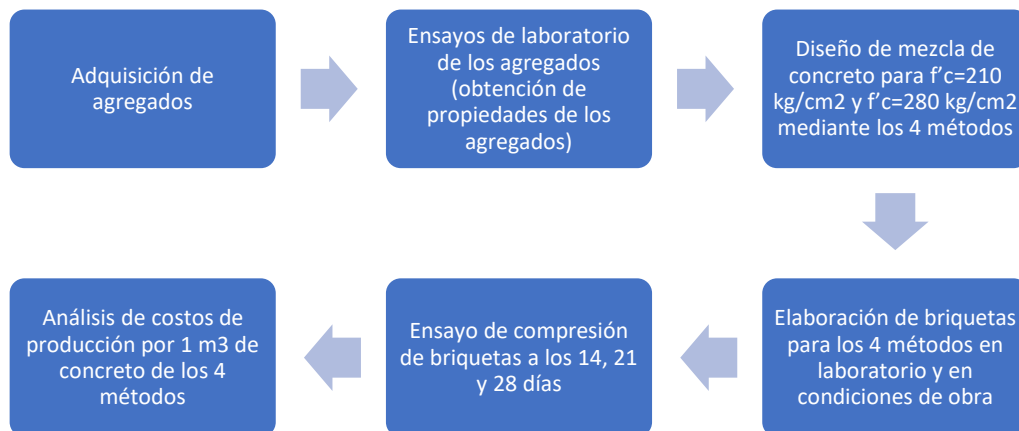
La recolección de información será de observación mediante la realización de diversos diseños de mezcla en el laboratorio y en condiciones de obra.

Instrumento: se utilizarán fichas de observación para la toma de datos de los ensayos y diseños a realizarse, estos formatos se adjuntan en los anexos:

- ✓ FO 1: formato para ensayo de materiales mas finos que pasan el tamiz N° 200
- ✓ FO 2: formato para ensayo de análisis granulométrico de agregados
- ✓ FO 3: formato para ensayo de peso unitario
- ✓ FO 4: formato para ensayo de peso específico y absorción de agregados
- ✓ FO 5: formato para ensayo de contenido de humedad
- ✓ FO 6: formato de diseño de mezcla
- ✓ FO 7: formato para ensayo de resistencia a la compresión
- ✓ FO 8: formato para cotizaciones

3.3.7 Análisis e interpretación de la información

Luego de realizar la toma de datos se recurrirá al excel para establecer las dosificaciones de los diversos tipos de diseño, luego se realizará la rotura de briquetas para validar los resultados; posteriormente se harán cuadros de comparación donde se presenten los resultados.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Canteras

4.1.1 *Cantera del agregado grueso (Vicho)*

Para el presente estudio se analizó el agregado grueso (piedra chancada de ½”) de la cantera de Vicho, la misma que se encuentra ubicada en el distrito de San Salvador, provincia de Calca del departamento del Cusco.

4.1.2 *Canteras del agregado fino (Vicho – Pisac)*

Se analizó la arena gruesa de la cantera de vicho y arena fina de la cantera de Pisac. Realizándose la combinación de estos dos materiales en la proporción de 60% de arena gruesa de Vicho y 40% arena fina de Pisac, obteniéndose una mezcla de agregado fino de mejores propiedades y/o características.

4.2 Ensayos de laboratorio

Los ensayos del presente estudio se realizaron en las instalaciones del laboratorio de mecánica de suelos y materiales FIC – UNSAAC.

4.2.1 *Materiales que pasan el tamiz N° 200 (NTP 400.018)*

Los equipos y materiales utilizados durante el ensayo fueron, un horno marca HUMBOLDT modelo 21-250-1, balanza electrónica marca OHAUS modelo EX6202, tamices N° 16 y N° 200, y recipientes para la muestra.

Se pesa la muestra, luego se seca la muestra en el horno durante 24 horas. Pasado el tiempo se saca del horno, se adiciona agua a la muestra, se remueve y posteriormente se vierte la muestra sobre los tamices N° 16 y N° 200, se repite hasta que el agua de la muestra se observe limpio. Terminado de lavar, se escurre el agua de la muestra y se lleva al horno por 24 horas. Finalmente se pesa la muestra seca sin finos que pasaron la malla N° 200.

4.2.1.1 Materiales que pasan el tamiz N° 200 del agregado grueso

En la Tabla 4 se muestra 1.22 % como el porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200 para el agregado grueso de la cantera de Vicho.

Tabla 4

Materiales que pasan el tamiz N° 200 del agregado grueso.

| Descripción | Unidad | N° de Ensayo | | |
|---|---------------|--------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente | A (g) | 568.45 | 552.21 | 559.30 |
| Masa seca de la muestra original + recipiente | B (g) | 2710.74 | 2629.27 | 2787.35 |
| Masa seca de la muestra lavado + recipiente | C (g) | 2684.59 | 2604.34 | 2759.86 |
| Masa seca de la muestra original | D = B - A (g) | 2142.29 | 2077.06 | 2228.05 |
| Masa seca de la muestra luego del lavado | E = C - A (g) | 2116.14 | 2052.13 | 2200.56 |
| % Material que pasa el tamiz N° 200 | (D-E)/D*100 % | 1.22% | 1.20% | 1.23% |
| % Material que pasa el tamiz N° 200 | | 1.22% | | |

4.2.1.2 Materiales que pasan el tamiz N° 200 del agregado fino

Obtenemos 6.09 % en la Tabla 5, como el porcentaje que pasa el tamiz N°200 para la mezcla de agregado fino entre las canteras de Vicho y Pisac.

Tabla 5

Materiales que pasan el tamiz N° 200 del agregado fino.

| Descripción | Unidad | N° de Ensayo | | |
|---|---------------|--------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente | A (g) | 552.17 | 568.45 | 559.30 |
| Masa seca de la muestra original + recipiente | B (g) | 2720.69 | 2686.25 | 2632.87 |
| Masa seca de la muestra lavado + recipiente | C (g) | 2587.98 | 2557.42 | 2506.94 |
| Masa seca de la muestra original | D = B - A (g) | 2168.52 | 2117.80 | 2073.57 |
| Masa seca de la muestra luego del lavado | E = C - A (g) | 2035.81 | 1988.97 | 1947.64 |
| % Material que pasa el tamiz N° 200 | (D-E)/D*100 % | 6.12% | 6.08% | 6.07% |
| % Material que pasa el tamiz N° 200 | | 6.09% | | |

4.2.2 Análisis granulométrico (NTP 400.012)

4.2.2.1 Análisis granulométrico del agregado grueso

Para este ensayo se utilizaron un horno marca HUMBOLDT modelo 21-250-1, una balanza electrónica marca OHAUS modelo EX6202, tamices desde 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 04, N° 08 y recipientes.

Se requiere una muestra lavada y seca, mínimo 5 kg. La muestra se vierte sobre los tamices ordenados de mayor a menor abertura, se agita y finalmente se pesa las muestras retenidas por cada tamiz.

Después de realizar el procesamiento de los datos obtenidos en el laboratorio, se obtiene la Tabla 6, donde se calcula 7.04 como módulo de fineza del agregado grueso.

Tabla 6

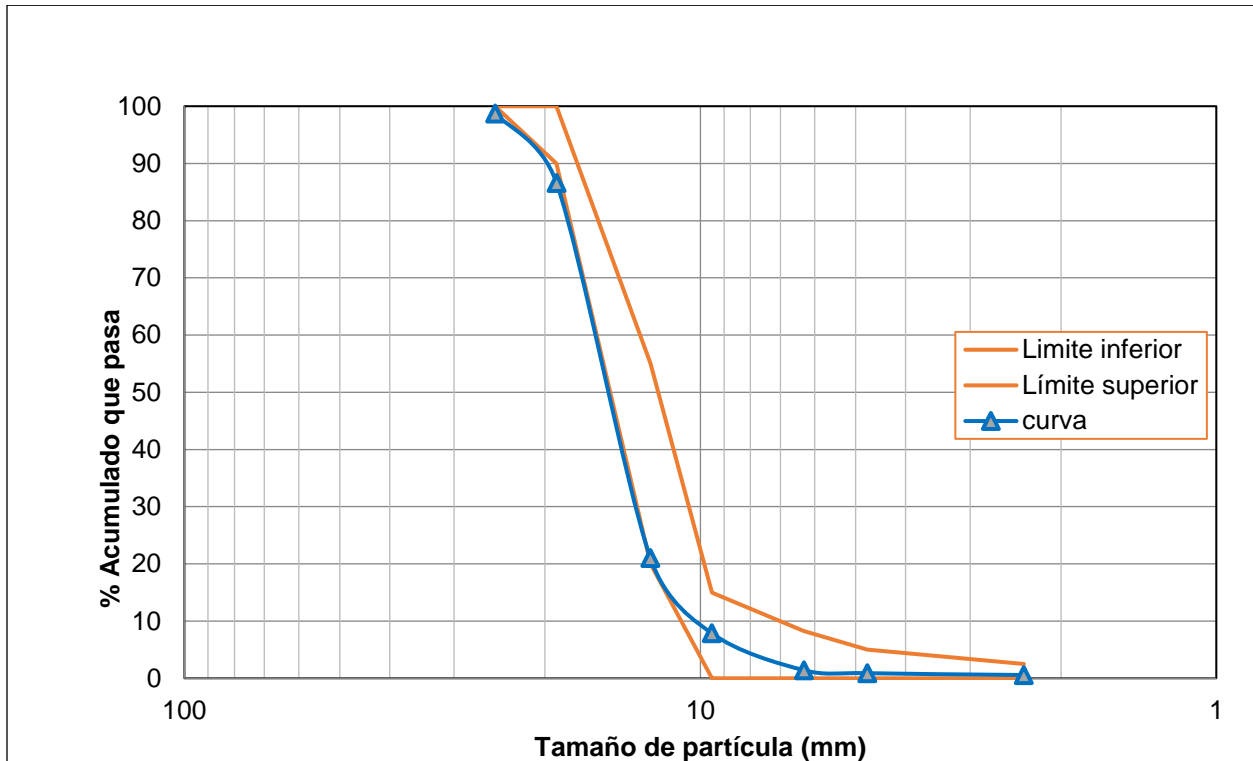
Granulometría del agregado grueso de Vicho.

| Tamiz pulg. | Peso mm. | Peso Retenido | Porcentaje Retenido | % Ret. Acumulado | % Que Pasa | % Límites NTP - HUSO 6 Inferior Superior | |
|-------------------------|-------------|------------------|------------------------|---------------------|---------------|---|----------|
| 1 1/2" | 37.50 | | 0.00% | 0.00% | 100.00 | | |
| 1" | 25.00 | 90.00 | 1.26% | 1.26% | 98.74 | 100 | - 100 |
| 3/4" | 19.00 | 868.18 | 12.15% | 13.41% | 86.59 | 90 | - 100 |
| 1/2" | 12.50 | 4684.48 | 65.54% | 78.95% | 21.05 | 20 | - 55.0 |
| 3/8" | 9.50 | 942.03 | 13.18% | 92.13% | 7.87 | 0 | - 15 |
| 1/4" | 6.30 | 461.63 | 6.46% | 98.59% | 1.41 | 0 | - 8.3 |
| N° 04 | 4.75 | 37.35 | 0.52% | 99.11% | 0.89 | 0 | - 5 |
| N° 08 | 2.36 | 22.51 | 0.31% | 99.43% | 0.57 | 0 | - 2.5 |
| FONDO | | 41.08 | 0.57% | 100.0% | 0.00 | | |
| Peso Muestra Seca | | 7147.3 | g | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | | 7158.8 | g | | Variación = | 0.16% | CORRECTO |
| Módulo de Fineza | | 7.04 | | | | | |

En la **Figura 3** se muestra la curva granulométrica del agregado de la cantera de Vicho. La curva se encuentra parcialmente dentro del huso 6 recomendado por la NTP 400.037.

Figura 3

Curva granulométrica del agregado grueso de Vicho.



4.2.2.2 Análisis granulométrico del agregado fino

Para este ensayo se utilizaron un horno marca HUMBOLDT modelo 21-250-1, una balanza electrónica marca OHAUS modelo EX6202, tamices desde 3/8", N° 04, N° 08, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200 y recipientes.

Con una muestra lavada y seca, mínimo 2 kg. La muestra se vierte sobre los tamices ordenados de mayor a menor abertura, se agita y finalmente se pesa las muestras retenidas por cada tamiz.

Se realizaron ensayos de granulometría para la arena gruesa de la cantera de Vicho, la arena fina de la cantera de Pisac y para la combinación de las dos canteras en proporciones de: 90 % A.G. Vicho – 10 % A.F. Pisac, 80 % A.G. Vicho – 20 % A.F. Pisac, 70 % A.G. Vicho – 30 % A.F. Pisac, 60 % A.G. Vicho – 40 % A.F. Pisac y 50 % A.G. Vicho – 50 % A.F. Pisac.

Estas combinaciones se realizaron con el objeto de encontrar una mejor combinación granulométrica, la misma que se ve reflejada en la curva granulométrica (curva dentro del huso granulométrico) y con un módulo de fineza recomendado por la norma.

Luego de desarrollar el procesamiento de los datos obtenidos en el laboratorio, se obtuvo los siguientes resultados como se ve en la

Tabla 7 para el agregado fino de la cantera de Vicho.

Tabla 7

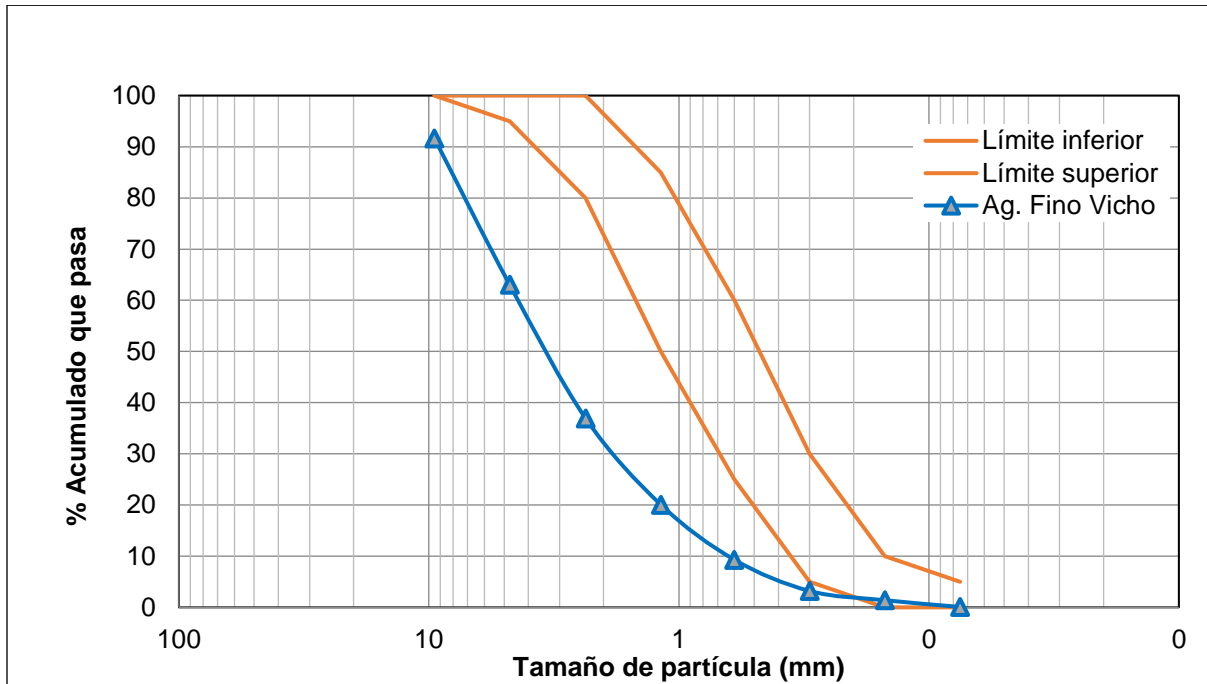
Granulometría del agregado fino de Vicho.

| Tamiz pulg. | Peso mm. | Peso Retenido | Porcentaje Retenido | % Ret. Acumulado | % Que Pasa | % Límites NTP | |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| | | | | | | Inferior | Superior |
| 3/8" | 9.50 | 193.54 | 8.39% | 8.39% | 91.61 | 100 | - 100 |
| #4 | 4.75 | 659.49 | 28.58% | 36.97% | 63.03 | 95 | - 100 |
| #8 | 2.36 | 602.40 | 26.11% | 63.08% | 36.92 | 80 | - 100 |
| #16 | 1.18 | 389.38 | 16.88% | 79.95% | 20.05 | 50 | - 85 |
| #30 | 0.60 | 247.75 | 10.74% | 90.69% | 9.31 | 25 | - 60 |
| #50 | 0.30 | 140.81 | 6.10% | 96.79% | 3.21 | 5 | - 30 |
| #100 | 0.15 | 41.84 | 1.81% | 98.61% | 1.39 | 0 | - 10 |
| #200 | 0.075 | 30.19 | 1.31% | 99.92% | 0.08 | 0 | - 5 |
| FONDO | | 1.96 | 0.08% | 100.00% | 0.00 | | |
| Peso Muestra Seca | | 2307.36 | g | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | | 2310.0 | g | | Variación = | 0.11% | CORRECTO |
| Módulo de Fineza | | 4.74 | | | | | |

En el Figura 4 se puede apreciar que la curva granulométrica se encuentra muy alejado de la gradación recomendada en la norma NTP 400.037.

Figura 4

Curva granulométrica agregado fino de Vicho.



En la **Tabla 8** se muestra los resultados para el agregado fino (arena fina) de la cantera de Pisac y se obtiene 2.57 como módulo de fineza para la muestra.

Tabla 8

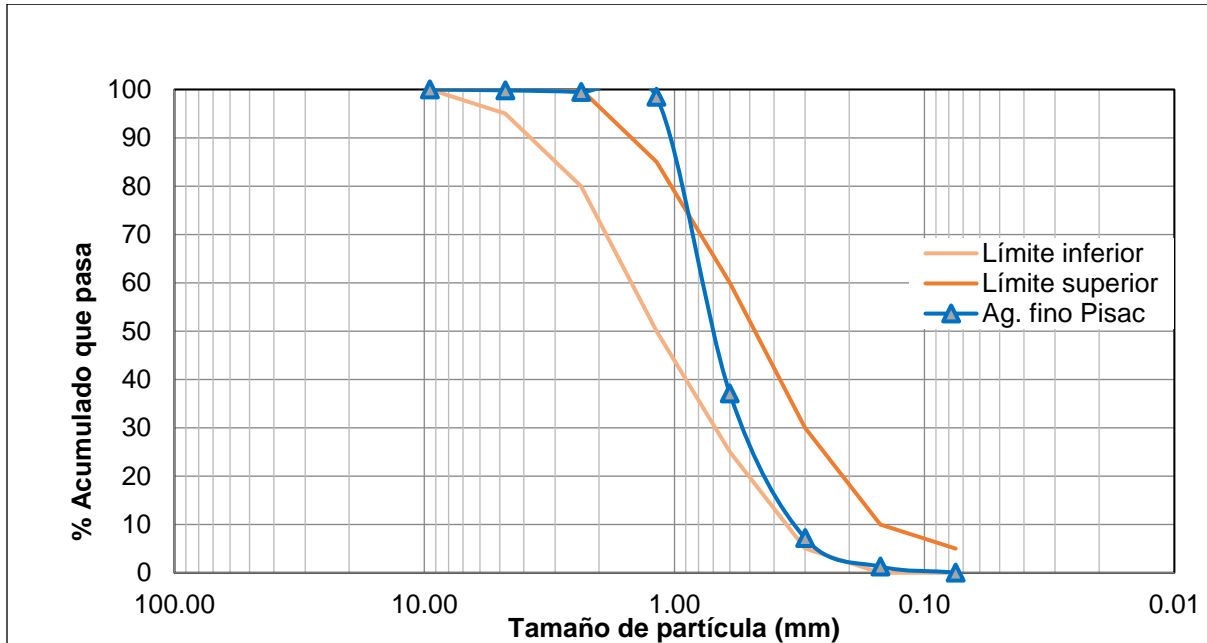
Granulometría del agregado fino de Pisac.

| Tamiz pulg. | Peso mm. | Porcentaje Retenido | % Ret. Acumulado | % Que Pasa | % Límites NTP | |
|-------------------------|-------------|------------------------|---------------------|----------------|---------------|----------|
| | | | | | Inferior | Superior |
| 3/8" | 9.50 | 0.00% | 0.00% | 100.00 | 100 | - 100 |
| #4 | 4.75 | 2.02 | 0.19% | 99.81 | 95 | - 100 |
| #8 | 2.36 | 3.70 | 0.35% | 99.46 | 80 | - 100 |
| #16 | 1.18 | 10.42 | 0.98% | 98.49 | 50 | - 85 |
| #30 | 0.60 | 655.77 | 61.38% | 37.10 | 25 | - 60 |
| #50 | 0.30 | 320.05 | 29.96% | 7.15 | 5 | - 30 |
| #100 | 0.15 | 62.79 | 5.88% | 1.27 | 0 | - 10 |
| #200 | 0.075 | 12.94 | 1.21% | 99.94% | 0 | - 5 |
| FONDO | | 0.61 | 0.06% | 100.00% | 0.00 | |
| Peso Muestra Seca | 1068.30 | g | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | 1070.8 | g | | Variación = | 0.23% | CORRECTO |
| Módulo de Fineza | 2.57 | | | | | |

En la **Figura 5**, la arena fina de la cantera de Pisac no cumple con lo indicado en la NTP 400.037, que no deberá de tener más del 45% de retenidos en dos mallas consecutivas.

Figura 5

Curva granulométrica de la arena fina de Pisac.



De acuerdo a las curvas mostradas en la **Figura 4** y **Figura 5**, se corrige el agregado fino de Vicho mezclando con la arena fina de Pisac. En la **Tabla 9** se muestra las proporciones de 90 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 10 % de arena fina de la cantera de Pisac.

Tabla 9

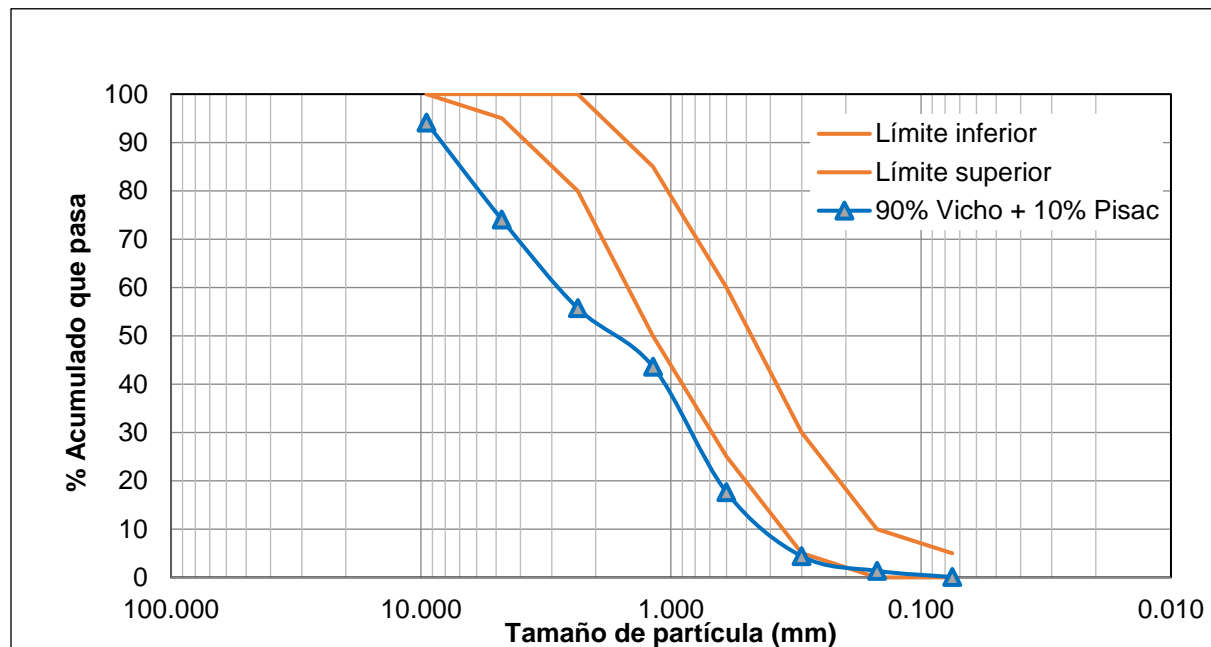
Granulometría de 90 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 10 % de arena fina de Pisac.

| Tamiz pulg. | Peso mm. | Peso Retenido | Porcentaje Retenido | % Ret. Acumulado | % Que Pasa | % Límites NTP | |
|-------------------------|-------------|------------------|------------------------|---------------------|---------------|---------------|----------|
| | | | | | | Inferior | Superior |
| 3/8" | 9.50 | 88.01 | 5.87% | 5.87% | 94.13 | 100 | - 100 |
| #4 | 4.75 | 300.76 | 20.06% | 25.94% | 74.06 | 95 | - 100 |
| #8 | 2.36 | 275.50 | 18.38% | 44.31% | 55.69 | 80 | - 100 |
| #16 | 1.18 | 181.46 | 12.11% | 56.42% | 43.58 | 50 | - 85 |
| #30 | 0.60 | 388.71 | 25.93% | 82.35% | 17.65 | 25 | - 60 |
| #50 | 0.30 | 198.76 | 13.26% | 95.61% | 4.39 | 5 | - 30 |
| #100 | 0.15 | 45.46 | 3.03% | 98.64% | 1.36 | 0 | - 10 |
| #200 | 0.075 | 19.18 | 1.28% | 99.92% | 0.08 | 0 | - 5 |
| FONDO | | 1.15 | 0.08% | 100.00% | 0.00 | | |
| Peso Muestra Seca | | 1498.99 | g | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | | 1502.1 | g | | Variación = | 0.21% | CORRECTO |
| Módulo de Fineza | | 4.09 | | | | | |

La **Figura 6** de la curva granulométrica de la combinación de agregados en la proporción de 90 % de agregado fino de Vicho y 10 % de arena fina de Pisac, se mantiene fuera de lo recomendado por la norma. Mostrando un ligero acercamiento en los finos.

Figura 6

Curva granulométrica de 90 % de arena gruesa de Vicho y 10 % de arena fina de Pisac.



En la combinación de agregados, con proporción de 80 % de agregado fino de la cantera de Vicho y 20 % de arena fina de la cantera de Pisac, como se muestra en la

Tabla 10. Se obtiene 3.52 de módulo de fineza con gran cantidad de finos retenidos en la malla N° 50.

Tabla 10

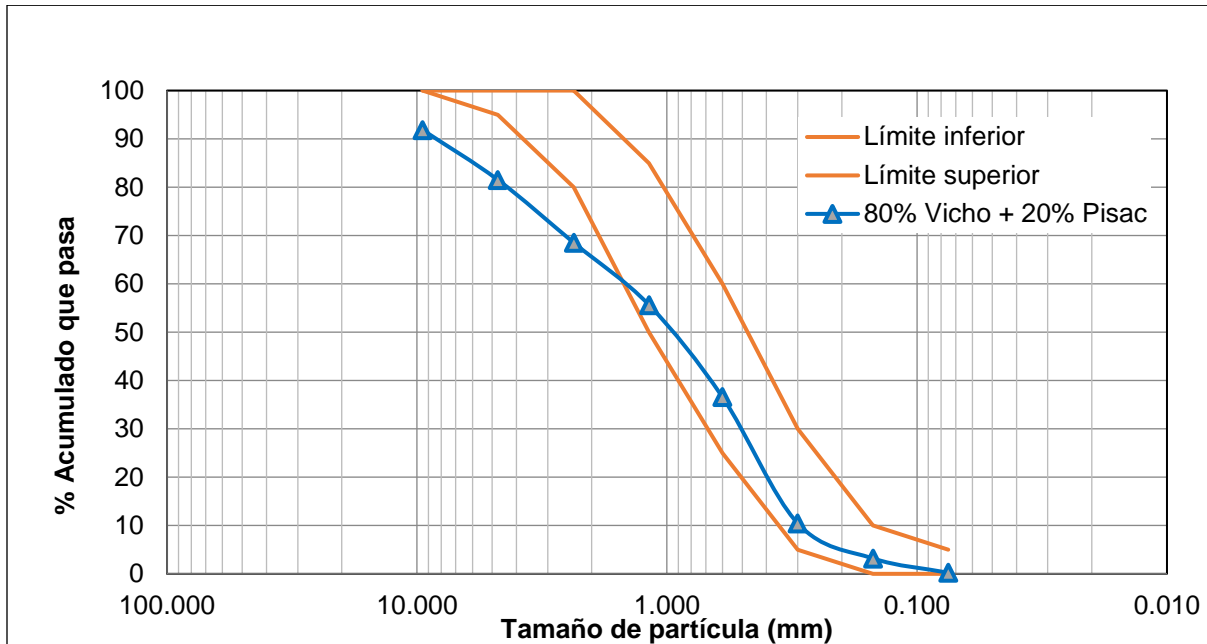
Granulometría de 80 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 20 % de arena fina Pisac.

| Tamiz pulg. | Peso mm. | Peso Retenido | Porcentaje Retenido | % Ret. Acumulado | % Que Pasa | % Límites NTP | |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| | | | | | | Inferior | Superior |
| 3/8" | 9.50 | 130.67 | 8.15% | 8.15% | 91.85 | 100 | - 100 |
| #4 | 4.75 | 165.59 | 10.33% | 18.47% | 81.53 | 95 | - 100 |
| #8 | 2.36 | 208.78 | 13.02% | 31.49% | 68.51 | 80 | - 100 |
| #16 | 1.18 | 206.43 | 12.87% | 44.37% | 55.63 | 50 | - 85 |
| #30 | 0.60 | 305.50 | 19.05% | 63.42% | 36.58 | 25 | - 60 |
| #50 | 0.30 | 419.07 | 26.13% | 89.55% | 10.45 | 5 | - 30 |
| #100 | 0.15 | 116.47 | 7.26% | 96.81% | 3.19 | 0 | - 10 |
| #200 | 0.075 | 47.53 | 2.96% | 99.77% | 0.23 | 0 | - 5 |
| FONDO | | 3.63 | 0.23% | 100.00% | 0.00 | | |
| Peso Muestra Seca | | 1603.67 | g | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | | 1605.2 | g | | Variación = | 0.10% | CORRECTO |
| Módulo de Fineza | | 3.52 | | | | | |

La curva granulométrica que se muestra en la **Figura 7**, ingresa en parte desde la malla N° 16 a lo recomendado por la norma. Los materiales superiores a la malla N° 16 todavía forman parte de un porcentaje considerable en comparación a la parte fina.

Figura 7

Curva granulométrica de 80 % de agregado fino de Vicho y 20 % de arena fina de Pisac.



La proporción de 70 % de agregado fino de la cantera de Vicho y 30 % de arena fina de la cantera de Pisac se muestra en la **Tabla 11**, obteniendo un módulo de fineza de 3.30.

Tabla 11

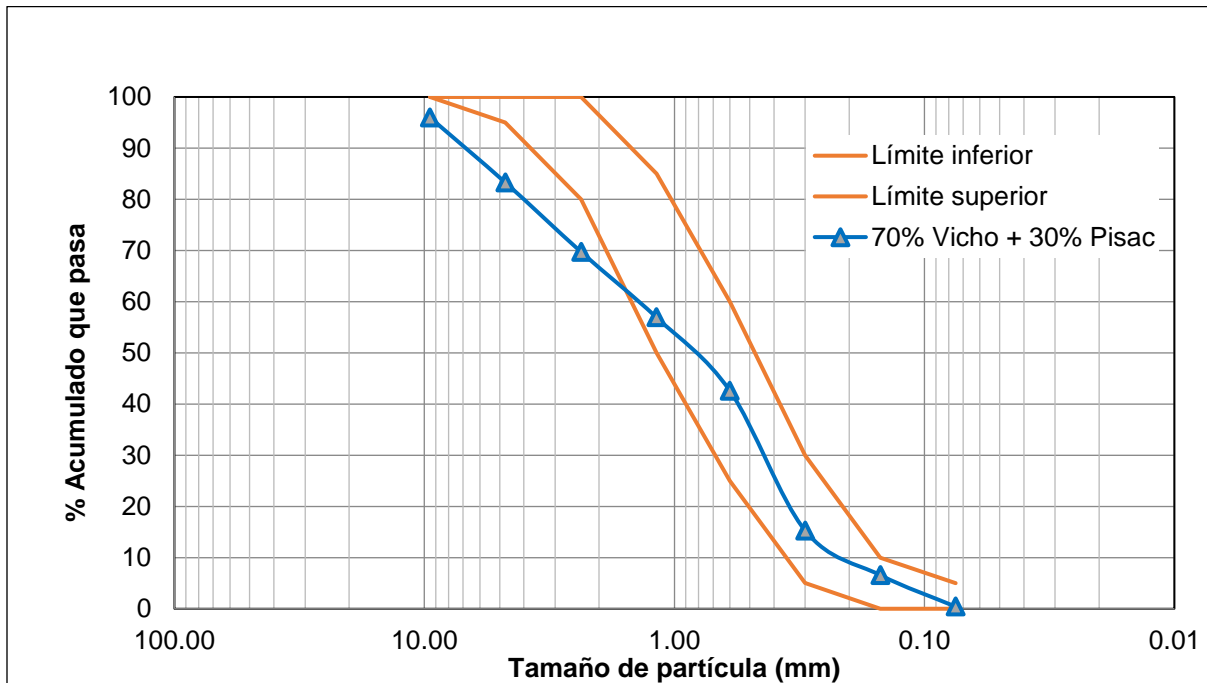
Granulometría de 70 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 30 % de arena fina de Pisac.

| Tamiz pulg. | Peso mm. | Peso Retenido | Porcentaje Retenido | % Ret. Acumulado | % Que Pasa | % Límites NTP | |
|-------------------------|-------------|------------------|------------------------|---------------------|---------------|---------------|----------|
| | | | | | | Inferior | Superior |
| 3/8" | 9.50 | 48.20 | 4.02% | 4.02% | 95.98 | 100 | - 100 |
| #4 | 4.75 | 152.26 | 12.68% | 16.70% | 83.30 | 95 | - 100 |
| #8 | 2.36 | 163.28 | 13.60% | 30.30% | 69.70 | 80 | - 100 |
| #16 | 1.18 | 153.22 | 12.76% | 43.07% | 56.93 | 50 | - 85 |
| #30 | 0.60 | 172.24 | 14.35% | 57.42% | 42.58 | 25 | - 60 |
| #50 | 0.30 | 327.72 | 27.30% | 84.72% | 15.28 | 5 | - 30 |
| #100 | 0.15 | 104.68 | 8.72% | 93.44% | 6.56 | 0 | - 10 |
| #200 | 0.075 | 73.83 | 6.15% | 99.59% | 0.41 | 0 | - 5 |
| FONDO | | 4.93 | 0.41% | 100.00% | 0.00 | | |
| Peso Muestra Seca | | 1200.36 | g | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | | 1203.6 | g | | Variación = | 0.27% | CORRECTO |
| Módulo de Fineza | | 3.30 | | | | | |

Los finos de la combinación de agregados mostrada en la **Figura 8**, se encuentran dentro del rango recomendado, sin embargo esta combinación tiene partículas gruesas que evitan que la curva este completamente dentro del huso 6.

Figura 8

Curva granulométrica de 70 % de arena gruesa de Vicho y 30 % de arena fina de Pisac.



En la **Tabla 12**, se observa la combinación de agregados, en proporción de 60 % de agregado fino de la cantera de Vicho y 40 % de arena fina de la cantera de Pisac.

Tabla 12

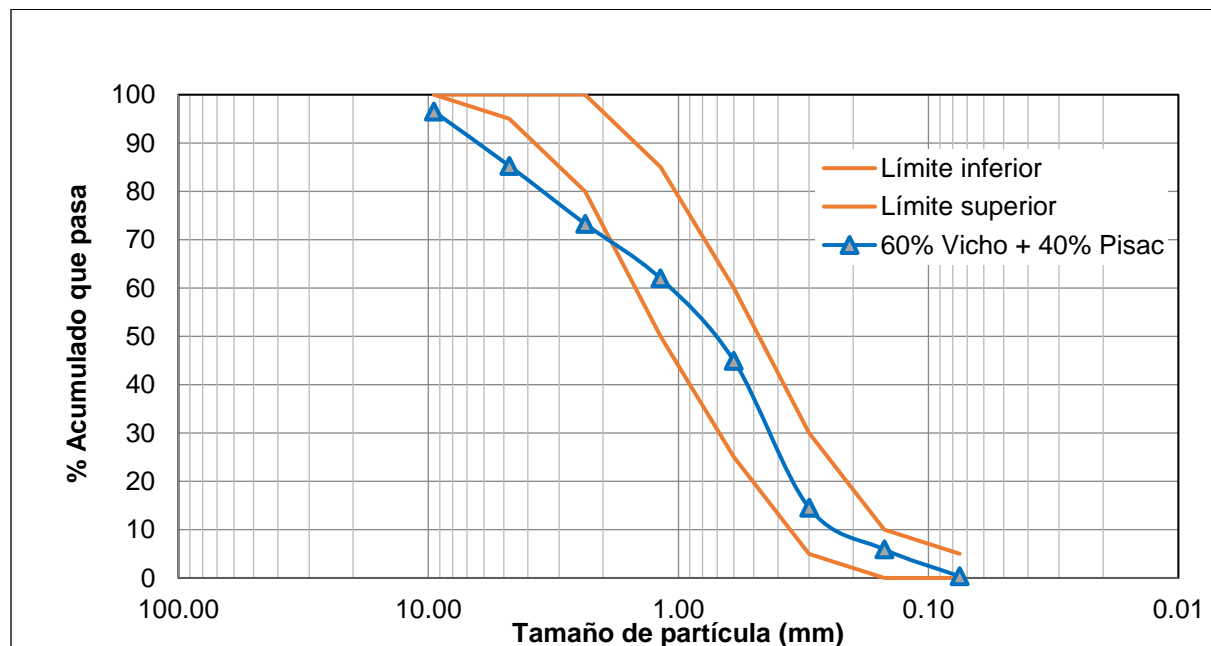
Granulometría de 60 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 40 % de arena fina de Pisac.

| Tamiz pulg. | Peso mm. | Peso Retenido | Porcentaje Retenido | % Ret. Acumulado | % Que Pasa | % Límites NTP | |
|-------------------------|-------------|------------------|------------------------|---------------------|---------------|---------------|----------|
| | | | | | | Inferior | Superior |
| 3/8" | 9.50 | 52.70 | 3.50% | 3.50% | 96.50 | 100 | - 100 |
| #4 | 4.75 | 169.00 | 11.22% | 14.72% | 85.28 | 95 | - 100 |
| #8 | 2.36 | 180.79 | 12.01% | 26.73% | 73.27 | 80 | - 100 |
| #16 | 1.18 | 170.00 | 11.29% | 38.02% | 61.98 | 50 | - 85 |
| #30 | 0.60 | 256.42 | 17.03% | 55.05% | 44.95 | 25 | - 60 |
| #50 | 0.30 | 458.30 | 30.43% | 85.48% | 14.52 | 5 | - 30 |
| #100 | 0.15 | 129.74 | 8.62% | 94.10% | 5.90 | 0 | - 10 |
| #200 | 0.075 | 83.78 | 5.56% | 99.66% | 0.34 | 0 | - 5 |
| FONDO | | 5.12 | 0.34% | 100.00% | 0.00 | | |
| Peso Muestra Seca | | 1505.85 | g | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | | 1508.9 | g | | Variación = | 0.20% | CORRECTO |
| Módulo de Fineza | | 3.18 | | | | | |

En la **Figura 9**, la curva es la que mejor se ajusta a lo recomendado, está parcialmente dentro de los límites y el módulo de fineza se encuentra más cerca del rango de 2.3 a 3.1.

Figura 9

Curva granulométrica de 60 % de arena gruesa de Vicho y 40 % de arena fina de Pisac.



Por último, en la **Tabla 13** tenemos los datos de la combinación de agregados, en proporción de 50 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 50 % de arena fina de la cantera de Pisac.

Tabla 13

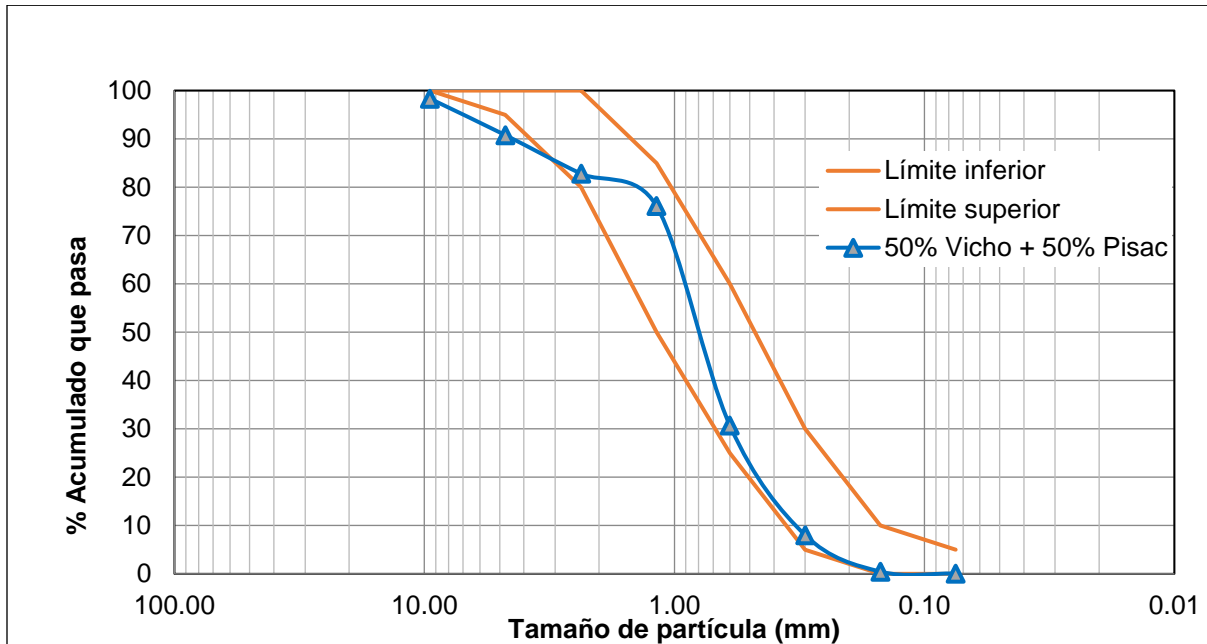
Granulometría de 50 % de arena gruesa de la cantera de Vicho y 50 % de arena fina de Pisac.

| Tamiz | Peso | Porcentaje | % Ret. | % Que | % Límites NTP | | |
|-------------------------|-------------|-------------------|-----------------|------------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| pulg. | mm. | Retenido | Retenido | Acumulado | Pasa | Inferior | Superior |
| 3/8" | 9.50 | 20.11 | 1.68% | 1.68% | 98.32 | 100 | - 100 |
| #4 | 4.75 | 90.35 | 7.54% | 9.21% | 90.79 | 95 | - 100 |
| #8 | 2.36 | 95.93 | 8.00% | 17.21% | 82.79 | 80 | - 100 |
| #16 | 1.18 | 79.82 | 6.66% | 23.87% | 76.13 | 50 | - 85 |
| #30 | 0.60 | 544.56 | 45.42% | 69.29% | 30.71 | 25 | - 60 |
| #50 | 0.30 | 272.00 | 22.69% | 91.98% | 8.02 | 5 | - 30 |
| #100 | 0.15 | 90.63 | 7.56% | 99.54% | 0.46 | 0 | - 10 |
| #200 | 0.075 | 4.76 | 0.40% | 99.94% | 0.06 | 0 | - 5 |
| FONDO | | 0.75 | 0.06% | 100.00% | 0.00 | | |
| Peso Muestra Seca | | 1198.91 | g | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | | 1200.9 | g | | Variación = | 0.17% | CORRECTO |
| Módulo de Fineza | | 3.13 | | | | | |

La curva mostrada en la **Figura 10**, tiene más del 45 % de retenidos en dos mallas consecutivas, asimismo tiene muchos finos. El módulo de fineza es menor a lo mostrado en la proporción de 60 % de agregado fino de Vicho y 40 % de arena fina de Pisac.

Figura 10

Curva granulométrica de 50 % de agregado fino de Vicho y 50 % de arena fina de Pisac.



Por tanto, se selecciona como agregado fino para la mezcla de concreto a la proporción de 60 % de agregado fino de Vicho y 40 % de arena fina de Pisac.

4.2.3 Peso unitario (NTP 400.017)

4.2.3.1 Peso unitario suelto del agregado grueso

El ensayo requiere de una muestra lavada y seca, un horno marca HUMBOLDT modelo 21-250-1, una balanza, un molde de proctor modificado (6"), un cucharon metálico, un enrasador y una brocha.

Se toma las medidas del Proctor, diámetro y altura, después se llena con la muestra el molde del proctor, se enrasa y finalmente se pesa. Este ensayo se realiza tres veces.

En la **Tabla 14** se obtiene 1.26 g/cm^3 como peso unitario suelto del agregado grueso de Vicho, después de realizar tres ensayos de laboratorio.

Tabla 14*Peso unitario suelto agregado grueso de Vicho.*

| Descripción | Unidad | N° de Ensayo | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del molde + Masa de muestra | A (g) | 9238.98 | 9210.62 | 9185.39 |
| Peso del molde | B (g) | 6526.00 | 6526.00 | 6526.00 |
| Peso de la muestra | C = A - B (g) | 2712.98 | 2684.62 | 2659.39 |
| Volumen del molde | D (cm ³) | 2124.00 | 2124.00 | 2124.00 |
| Peso unitario suelto | C/D (g/cm ³) | 1.277 | 1.264 | 1.252 |
| Peso unitario suelto promedio | (g/cm³) | 1.26 | | |

4.2.3.2 Peso unitario varillado del agregado grueso

Este ensayo es similar al anterior con la diferencia que se golpea 25 veces tres capas con una varilla de acero lisa de 5/8" de punta redondeada.

En la **Tabla 15** se obtiene 1.44 g/cm³ como promedio de los tres ensayos de laboratorio realizados del peso unitario varillado del agregado grueso de Vicho.

Tabla 15*Peso unitario varillado agregado grueso de Vicho.*

| Descripción | unidad | N° de Ensayo | | |
|--|---------------------------|--------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del molde + Masa de muestra | A (g) | 9598.30 | 9562.11 | 9597.42 |
| Peso del molde | B (g) | 6526.00 | 6526.00 | 6526.00 |
| Peso de la muestra | C = A - B (g) | 3072.30 | 3036.11 | 3071.42 |
| Volumen del molde | D (cm ³) | 2124.00 | 2124.00 | 2124.00 |
| Peso unitario compactado | C/D (g/cm ³) | 1.446 | 1.429 | 1.446 |
| Peso unitario compactado promedio | (g/cm³) | 1.44 | | |

4.2.3.3 Peso unitario suelto del agregado fino

Requerimos de una muestra lavada y seca, un horno, una balanza, un molde de proctor estándar (4"), un cucharón metálico, un enrasador y una brocha. Se realiza lo mismo que el ensayo de peso unitario de agregado grueso, con la diferencia del cambio de molde de proctor.

En la **Tabla 16**, se obtiene 1.64 g/cm³ como peso unitario suelto del agregado fino la mezcla de 60 % de Vicho y 40 % de Pisac, después de realizar tres ensayos de laboratorio.

Tabla 16

Peso unitario suelto agregado fino corregido.

| Descripción | | Unidad | N° de Ensayo | | |
|--------------------------------------|-----------|---------------------------|--------------|---------|---------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del molde + Masa de muestra | A | (g) | 5772.19 | 5760.06 | 5765.98 |
| Peso del molde | B | (g) | 4221.41 | 4221.41 | 4221.41 |
| Peso de la muestra | C = A - B | (g) | 1550.78 | 1538.65 | 1544.57 |
| Volumen del molde | D | (cm ³) | 944.00 | 944.00 | 944.00 |
| Peso unitario suelto | C/D | (g/cm ³) | 1.643 | 1.630 | 1.636 |
| Peso unitario suelto promedio | | (g/cm³) | 1.64 | | |

4.2.3.4 Peso unitario varillado del agregado fino

Este ensayo es similar al peso unitario varillado del agregado grueso, con la diferencia del molde de proctor, estándar en este caso.

El peso unitario varillado del agregado fino corregido es de 1.75 g/cm³, según la **Tabla 17** se muestra a continuación.

Tabla 17

Peso unitario varillado agregado fino corregido.

| Descripción | | unidad | N° de Ensayo | | |
|--|-----------|---------------------------|--------------|---------|---------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del molde + Masa de muestra | A | (g) | 5856.74 | 5876.05 | 5874.36 |
| Peso del molde | B | (g) | 4221.41 | 4221.41 | 4221.41 |
| Peso de la muestra | C = A - B | (g) | 1635.33 | 1654.64 | 1652.95 |
| Volumen del molde | D | (cm ³) | 944.00 | 944.00 | 944.00 |
| Peso unitario compactado | C/D | (g/cm ³) | 1.732 | 1.753 | 1.751 |
| Peso unitario compactado promedio | | (g/cm³) | 1.75 | | |

4.2.4 *Peso específico y absorción*

4.2.4.1 *Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)*

En este ensayo utilizamos una muestra de agregado grueso lavado y seco previamente cuarteado y tamizado en la malla N° 4 con un peso mayor a 3 kg, un horno marca HUMBOLDT modelo 21-250-1, una balanza electrónica con acople de cesta metálica y tanque de agua (equipo para ensayo de peso específico del agregado grueso), un tamiz N° 04, una franela y recipientes.

La muestra se sumerge en agua durante 24 horas, pasado el tiempo se seca superficialmente con una franela las partículas de la muestra, luego se pesa. Después la muestra se coloca en una cesta que se sumerge para obtener el peso sumergido. Finalmente se escurre el agua y la muestra es llevada al horno por 24 horas para ser pesada en seco.

En la **Tabla 18** podemos observar los valores de 2.34 g/cm³ como peso específico y 2.35 % como porcentaje de absorción del agregado grueso de Vicho.

Tabla 18

Peso específico y absorción del agregado grueso.

| Descripción | unidad | N° de Ensayo | | |
|--|------------------------------|--------------|--------------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso de material seco en horno | A (g) | 5598.05 | 5220.09 | 5000.22 |
| Peso material saturado superficialmente seco | B (g) | 5729.45 | 5344.63 | 5115.86 |
| Peso del material sumergido | C (g) | 3334.00 | 3121.22 | 2970.579 |
| Peso específico | A/(B-C) (g/cm ³) | 2.337 | 2.348 | 2.331 |
| % de absorción | (B-A)/A*100 (%) | 2.35% | 2.39% | 2.31% |
| Peso Específico del agregado grueso | | | 2.34 | |
| % de absorción | | | 2.35% | |

4.2.4.2 *Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)*

Se requiere una muestra de agregado fino lavado y seco previamente, un horno, una balanza, un cono metálico de 40 mm de diámetro en la base superior, 90 mm de diámetro en la

base inferior y 75 mm de altura, un pisón metálico de 340 g y una sección plana de 25 mm de diámetro, un picnómetro de 500 ml, una bomba de vacíos y recipientes.

La muestra se deja sumergida en agua por 24 horas, después de ese tiempo se hace secar a la intemperie hasta lograr el estado de saturado superficialmente seco. Para comprobar ese estado se coloca en tres capas la muestra con 25 golpes cada capa utilizando el pisón metálico y luego se retira el cono verticalmente, si la muestra tiene una ligera caída es que se logró el estado. Luego se pesa, se vierte en el picnómetro y se procede a llenar con agua hasta la marca de 500 ml, con ayuda de la bomba se retira los vacíos de la mezcla y se pesa. Se retira el agua y la muestra se lleva al horno por 24 horas, finalmente se pesa en estado seco.

En la **Tabla 19** podemos observar los valores de 2.58 g/cm³ como peso específico y 2.70 % como porcentaje de absorción del agregado fino corregido para la investigación.

Tabla 19

Peso específico y absorción del agregado fino.

| Descripción | | unidad | N° de Ensayo | | |
|--|-----------------|------------------------|--------------|--------------|--------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Peso de matraz | A | (g) | 176.93 | 160.96 | 160.96 |
| Peso de muestra | B | (g) | 250.76 | 247.17 | 244.45 |
| Peso matraz + peso muestra + peso agua | C | (g) | 832.19 | 814.13 | 812.45 |
| Peso de muestra seca en horno | D | (g) | 246.53 | 242.86 | 240.60 |
| Peso o volumen de frasco | E | (g ó cm ³) | 500.00 | 500.00 | 500.00 |
| Peso o volumen de agua añadida | B-A-D | (g ó cm ³) | 404.50 | 406.00 | 407.04 |
| Peso específico | D/(E-F) | (g/cm ³) | 2.581 | 2.584 | 2.588 |
| % de absorción | ((B - A)/A)*100 | (%) | 1.72% | 1.77% | 1.60% |
| Peso Específico del agregado fino | | | | 2.58 | |
| % de Absorción | | | | 1.70% | |

4.2.5 Contenido de humedad (NTP 339.127)

Este ensayo es igual para los dos tipos de agregados, se utiliza un horno, una balanza y recipientes metálicos. Se toma muestra en estado natural, se pesa y se lleva al horno por 24 horas, pasado el tiempo se pesa la muestra seca.

Estos ensayos se realizan con tres muestras por tipo de agregado.

4.2.5.1 Contenido de humedad del agregado grueso

Después de realizar el ensayo para el contenido de humedad, se muestra en la **Tabla 20** los datos, con ello obtenemos 0.83 % como humedad del agregado grueso de Vicho.

Tabla 20

Contenido de humedad del agregado grueso.

| Descripción | | unidad | N° de Ensayo | | |
|--|---------------|--------|--------------|--------|--------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Peso de cápsula | A | (g) | 57.92 | 58.12 | 58.78 |
| Peso cápsula + muestra húmeda | B | (g) | 191.72 | 197.27 | 193.34 |
| Peso cápsula + muestra seca | C | (g) | 190.87 | 195.82 | 192.28 |
| Peso de muestra seca | $D = C - A$ | (g) | 132.95 | 137.70 | 133.50 |
| Peso del agua | $E = B - C$ | (g) | 0.85 | 1.45 | 1.06 |
| % Contenido de humedad | $(E/D) * 100$ | % | 0.64% | 1.05% | 0.79% |
| % Contenido de humedad promedio | | | 0.83% | | |

4.2.5.2 Contenido de humedad del agregado fino

En la **Tabla 21** se muestra el valor de 1.20 % como humedad del agregado fino corregido.

Tabla 21

Contenido de humedad agregado fino.

| Descripción | unidad | N° de Ensayo | | | |
|--|-------------|--------------|--------|--------------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| Peso de cápsula | A | (g) | 59.36 | 61.30 | 57.48 |
| Peso cápsula + muestra húmeda | B | (g) | 222.01 | 235.17 | 230.22 |
| Peso cápsula + muestra seca | C | (g) | 220.09 | 233.11 | 228.18 |
| Peso de muestra seca | D = C - A | (g) | 160.73 | 171.81 | 170.70 |
| Peso del agua | E = B - C | (g) | 1.92 | 2.06 | 2.04 |
| % Contenido de humedad | (E/D) * 100 | % | 1.19% | 1.20% | 1.20% |
| % Contenido de humedad promedio | | | | 1.20% | |

4.3 Diseño de mezcla de concreto f'c=210 kg/cm2

Para el diseño de mezcla de concreto se requiere las características y propiedades para los agregados y el cemento. En la **Tabla 22** se observa las propiedades del agregado grueso y del agregado fino obtenidos en laboratorio, y en la **Tabla 23** también se muestra las propiedades del cemento a usar en la investigación. Todos estos datos fueron obtenidos del laboratorio y los del cemento de las especificaciones técnicas que nos provee el fabricante.

Tabla 22*Características de los agregados.*

| Características | Agregado fino | Agregado grueso |
|--|----------------------|------------------------|
| Humedad Natural (%) | 1.2 | 0.83 |
| Absorción (%) | 1.7 | 2.35 |
| Peso Especifico de Masa (gr/cm ³) | 2.58 | 2.34 |
| Peso Unitario Seco Suelto (gr/cm ³) | 1.64 | 1.26 |
| Peso Unitario Seco Varillado (gr/cm ³) | 1.75 | 1.44 |
| Módulo de Fineza | 3.18 | 7.04 |
| Tamaño máximo nominal | | ¾" |

Tabla 23*Propiedades del cemento.*

| Características | Cemento |
|---------------------------------------|----------------|
| Tipo | Tipo IP |
| Marca | Yura |
| Peso Especifico (gr/cm ³) | 2.8 |

4.3.1 Método ACI 211

Pasos para realizar el diseño de mezcla de concreto

1. Cálculo de la resistencia promedio requerida a la compresión (f'_{cr})

Para el presente estudio no se cuenta con registros de ensayos de resistencia para el cálculo de la desviación estándar, razón por la cual se utiliza la Tabla 24.

Tabla 24*Resistencia requerida.*

| Resistencia especificada a la compresión | Resistencia promedio requerida a la compresión |
|---|---|
| $f_c < 210$ | $f'_{cr} = f_c + 70$ |
| $210 \leq f_c \leq 350$ | $f'_{cr} = f_c + 84$ |
| $f_c > 350$ | $f'_{cr} = f_c + 98$ |

Nota. Adaptado de *Diseño de Mezclas*, por Rivva López, 2014, p. 46.

Remplazando los valores en la ecuación (1) se tiene:

$$f'_{cr} = f'_c + 84 \dots (1)$$

$$f'_{cr} = 210 + 84$$

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

2. Asentamiento

Para el presente estudio se consideró una consistencia plástica con un asentamiento máximo que está comprendido entre 3" a 4", debido a que el estudio será para la construcción de elementos estructurales de viviendas (cimentaciones, columnas, vigas, losas, etc.).

Tabla 25

Asentamiento.

| Tipo de Construcción | Asentamientos en Pulgadas | |
|--|---------------------------|--------|
| | Máximo | Mínimo |
| Zapatas y muros de cimentación reforzados | 3" | 1" |
| Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros | 3" | 1" |
| Vigas y muros armados. | 4" | 1" |
| Columnas de edificios | 4" | 1" |
| Losas y pavimentos | 3" | 1" |
| Concreto ciclópeo | 2" | 1" |

Nota. Adaptado de *Diseño de Mezclas*, por Rivva López, 2014.

El asentamiento puede incrementarse en 1" si se emplea un método de consolidación diferente a la vibración.

3. Volumen unitario de agua

El contenido de agua de diseño se determina mediante la **Tabla 26** dada por el comité 211 del ACI, en donde dependiendo del tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso y el slump de diseño obtenemos la cantidad de agua y porcentaje de aire.

Tabla 26*Volumen unitario de agua.*

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

Nota. Esta tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

Los valores de esta Tabla se emplearon en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corresponde a agregado grueso de perfil y granulometría comprendida dentro de los límites de la Norma ASTM C33.

Si el valor del tamaño máximo nominal del agregado grueso es mayor a 1 1/2", el asentamiento se determinará después de retirar, por cernido húmedo, las partículas mayores de 1 1/2".

En la **Tabla 26**, considerando un concreto sin aire incorporado, para un tamaño máximo nominal de 3/4" y un asentamiento de 3" a 4", obtenemos un volumen unitario de agua de 205 lt/m³.

4. Aire atrapado

El contenido de aire se obtiene de la **Tabla 27**, la cual está en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tabla 27*Contenido de aire atrapado.*

| Tamaño Máximo Nominal | Aire Atrapado |
|-----------------------|---------------|
| 3/8" | 3.0% |
| 1/2" | 2.5% |
| 3/4" | 2.0% |
| 1" | 1.5% |
| 1 1/2" | 1.0% |
| 2" | 0.5% |
| 3" | 0.3% |
| 6" | 0.2% |

Nota. Adaptado de *Diseño de Mezclas*, por Rivva López, 2014.

Para el presente estudio el tamaño máximo nominal es de 3/4", en la **Tabla 27** se observa que para dicho valor corresponde un porcentaje de aire atrapado de 2%

5. Relación agua – cemento

Se determina la relación agua-cemento por resistencia mediante la **Tabla 28** del comité 211 del ACI, en la cual encontramos una serie de resistencias y sus respectivas relaciones de agua-cemento, al no estar nuestra resistencia se procede a realizar una interpolación para determinar el dato faltante.

Tabla 28*Relación agua/cemento por resistencia.*

| F'cr (28 días) | Relación agua/cemento de diseño en peso | |
|----------------|---|-------------------------------|
| | Concreto sin aire incorporado | Concreto con aire incorporado |
| 150 | 0.80 | 0.71 |
| 200 | 0.70 | 0.61 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 400 | 0.43 | |
| 450 | 0.38 | |

Nota. Esta Tabla es una adaptación de la confeccionada por el Comité 211 del ACI.

La resistencia corresponde a resultados de ensayos de probetas cilíndricas estándar de 15x30 cm, preparadas y curadas de acuerdo a lo indicado en la Sección 9(b) de la Norma ASTM C 31. Las relaciones agua-cemento se basan en tamaños máximos nominales del agregado grueso comprendido entre 3/4" y 1". La resistencia producida por la relación agua-cemento dada deberá incrementarse conforme el tamaño máximo nominal disminuye.

Teniendo nuestro $f'_{cr}=294 \text{ kg/cm}^2$ y para un concreto sin aire incorporado interpolamos los valores del límite superior e inferior para obtener la relación agua-cemento.

$$(300 - 250) \rightarrow (0.55 - 0.62)$$

$$(294 - 250) \rightarrow (x - 0.62)$$

$$x = 0.558$$

6. Contenido de cemento

Para obtener el contenido de cemento dividimos el volumen unitario de agua entre la relación agua cemento.

$$\text{Contenido de cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relacion agua - cemento}} \dots (2)$$

$$\text{Contenido de cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{205.00}{0.558}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 367.384 \text{ kg/m}^3$$

Obteniéndose un contenido de cemento de 367.384 kg/m³ (Entendiéndose que se requiere 367.384 kg de cemento para elaborar 1 m³ de concreto).

Transformando las unidades a bolsas de cemento de 42.5 kg se tiene.

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{367.384 \text{ (kg/m}^3\text{)}}{42.5 \text{ (kg/bls)}}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 8.64 \text{ bls/m}^3$$

Calculamos el volumen de cemento por m³ de concreto.

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso especifico del cemento (kg/m}^3\text{)}} \dots (3)$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{367.384}{2800}$$

$$\text{Volumen de cemento} = 0.131 \text{ m}^3$$

7. Determinación del contenido de agregado grueso

La determinación del contenido del agregado grueso se realiza mediante el uso de la **Tabla 29**, en donde se determina mediante el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino. Al no estar nuestro módulo de finura en la tabla se procede a realizar una interpolación para determinar el dato faltante.

Tabla 29

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

| Tamaño máximo nominal del agregado grueso | Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto, para diferentes módulos de finura del agregado fino (b/bo) | | | |
|---|---|------|------|------|
| | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3 / 8 " | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1 / 2 " | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3 / 4 " | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1 " | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2 " | 0.75 | 0.73 | 0.71 | 0.69 |
| 2 " | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3 " | 0.82 | 0.80 | 0.78 | 0.76 |
| 6 " | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Nota. Adaptado de *Diseño de Mezclas*, por Rivva López, 2014.

El agregado grueso se encuentra en la condición de seco compactado, tal como es definida por la Norma ASTM C29.

El cálculo del contenido de agregado grueso a partir del coeficiente b/bo, permite obtener concretos con una trabajabilidad adecuada para concreto armado usual.

Para concreto menos trabajables, tales como los que se requieren en pavimentos, la relación puede incrementarse en un 10%. Para concretos más trabajables, tales como los concretos bombeados, los valores pueden reducirse en un 10%.

Teniendo que nuestro módulo de fineza es de 3.18 y viendo que dicho valor no se encuentra en la **Tabla 29** proseguimos a completar la tabla mediante progresión

aritmética decreciente de razón de 0.02 para obtener los valores del límite superior (3.20).
Teniendo estos valores, para un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " y módulo de fineza de 3.18 proseguimos con la interpolación.

$$(3.00 - 3.20) \rightarrow (0.60 - 0.58)$$

$$(3.14 - 3.20) \rightarrow (x - 0.58)$$

$$x = 0.582$$

Calculamos el peso seco del agregado grueso con la formula siguiente:

$$\text{Peso seco del A. grueso} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{b}{b_0} \times \text{Peso unitario compactado del A. grueso} \dots (4)$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = 0.582 \times 1440$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} = 838.08 \text{ kg/m}^3$$

Asimismo, calculamos el volumen del agregado grueso por m³ de concreto.

$$\text{Volumen del A. grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso (kg)}}{\text{Peso especifico del A. grueso (kg/m}^3\text{)}} \dots (5)$$

$$\text{Volumen del A. grueso (m}^3\text{)} = \frac{838.08}{2340}$$

$$\text{Volumen del A. grueso} = 0.358 \text{ m}^3$$

8. Contenido de agregado fino

Teniendo calculado los volúmenes por m³ del agregado grueso, del cemento, el agua y del aire atrapado proseguimos con calcular el contenido del agregado fino mediante la siguiente formula.

$$\text{Vol. A. fino (m}^3\text{)} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento} + \text{Vol. A. grueso}) \dots (6)$$

$$\text{Volumen del A. fino (m}^3\text{)} = 1 - (0.205 + 0.020 + 0.131 + 0.358)$$

$$\text{Volumen del A. fino (m}^3\text{)} = 1 - 0.714$$

$$\text{Volumen del A. fino} = 0.286 \text{ m}^3$$

Una vez obtenido el volumen del agregado fino por m³, calculamos el peso seco del agregado fino, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Peso seco del A. fino} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \text{Vol. A. fino} \times \text{Peso específico del A. fino} \dots (7)$$

$$\text{Peso seco del A. fino} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = 0.286 \times 2580$$

$$\text{Peso seco del A. fino} = 737.88 \text{ kg/m}^3$$

9. Corrección por humedad y absorción del agregado

Se tiene que mencionar que los materiales fueron secados hasta no retener humedad en sus partículas por lo que su corrección fue solo por absorción.

Calculamos los pesos húmedos de los agregados según las ecuaciones (8) y (9).

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = \text{Peso seco del A. grueso} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) \dots (8)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = 838.08 \times \left(1 + \frac{0.83}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso} = 845.04 \text{ kg}$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) \dots (9)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = 737.88 \times \left(1 + \frac{1.20}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino} = 746.73 \text{ kg}$$

Calculamos la corrección del contenido de agua en los agregados por absorción, de acuerdo a las ecuaciones (10) y (11)

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = \text{Peso seco de A. grueso} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right) \dots (10)$$

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = 838.08 \times \left(\frac{0.83 - 2.35}{100} \right)$$

$$\text{Agua en A. grueso} = -12.74 \text{ l}$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right) \dots (11)$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = 737.88 \times \left(\frac{1.20 - 1.70}{100} \right)$$

$$\text{Agua en A. fino} = -3.69 \text{ l}$$

Calculamos el agua efectiva en la ecuación (12):

$$\text{Agua efectiva (l)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y) \dots (12)$$

$$\text{Agua efectiva (l)} = 205.00 - (-12.74 - 3.69)$$

$$\text{Agua efectiva} = 221.43 \text{ l}$$

10. Proporción en peso

Para determinar la proporción en peso se realiza desarrollando la siguiente ecuación.

$$\text{Cemento} : \text{Agregado fino} : \text{Agregado grueso} : \text{Agua}$$

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento (bls)}} \dots (13)$$

$$\frac{367.384}{367.384} : \frac{746.73}{367.384} : \frac{845.04}{367.384} : \frac{221.43}{8.644}$$

$$\mathbf{1 : 2.03 : 2.30 : 25.62}$$

11. Proporción en volumen

Determinamos la proporción en volumen de los componentes del concreto mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Proporción en Volumen} = \frac{\text{Proporción en peso} \times 42.5 \times 35.31}{\text{Peso unitario}} \dots (14)$$

$$\mathbf{1 : 1.84 : 2.72 : 25.62}$$

12. Resumen de materiales por metro cubico

En **Tabla 30** se muestra las cantidades de cada material necesarios para la elaboración de un metro cubico (1 m³) de concreto.

Tabla 30

Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm² – Método ACI 211.

| Material | Cantidad por m ³ de concreto | Cantidad por briqueta |
|--------------------------|---|-----------------------|
| | (kg) | (kg) |
| Cemento | 367.38 | 1.95 |
| Agregado fino (húmedo) | 746.73 | 3.96 |
| Agregado grueso (húmedo) | 845.04 | 4.47 |
| Agua efectiva | 221.43 | 1.17 |

4.3.2 Método Módulo de Finura de la Combinación de Agregados.

Pasos para realizar el diseño de mezcla de concreto

1. Cálculo de la resistencia promedio requerida a la compresión (f'_{cr})

El cálculo de la resistencia promedio requerida para este método es igual al explicado en el método del ACI 211. Obteniéndose el mismo valor de $f'_{cr}=294$ kg/cm² de la **Tabla 24**.

2. Asentamiento

Se consideró una consistencia plástica con un asentamiento máximo que está comprendido entre 3" a 4", debido a que el estudio será para la construcción de elementos estructurales de viviendas (cimentaciones, columnas, vigas, losas, etc.). Por tanto se usa la **Tabla 25** para el asentamiento.

3. Volumen unitario de agua

El contenido de agua de diseño se determina de igual forma que el método de ACI 211, haciendo uso de la **Tabla 26** es así que dicho valor es el mismo para el volumen unitario de agua de 205 l/m³.

4. Aire atrapado

El contenido de aire se obtiene en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. Es el mismo que es mostrado en el método del ACI 211, dicho valor es de 2% de aire atrapado según la **Tabla 27**.

5. Relación agua – cemento

La relación agua-cemento por resistencia es el mismo valor que se calculó por el método del ACI 211, según la **Tabla 28** la relación agua-cemento es de 0.558.

6. Contenido de cemento

Para obtener el contenido de cemento dividimos el volumen unitario de agua entre la relación agua cemento. Obteniéndose un contenido de cemento de 367.384 kg/m³, transformando las unidades a bolsas de cemento de 42.5 kg se tiene 8.64 bls/m³.

Asimismo, se tiene que el volumen de cemento es de 0.131 por m³ de concreto.

7. Determinación del volumen absoluto de pasta

Determinamos el volumen absoluto de pasta mediante la ecuación (15)

$$\text{Vol. absoluto de pasta (m}^3\text{)} = \text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento} \dots (15)$$

$$\text{Volumen absoluto de pasta (m}^3\text{)} = 0.205 + 0.020 + 0.131$$

$$\text{Volumen absoluto de pasta} = 0.356 \text{ m}^3$$

8. Determinación del volumen absoluto del agregado

Este valor se determina según la ecuación.

$$\text{Vol. absoluto del agregado (m}^3\text{)} = 1 - \text{Vol. absoluto de pasta} \dots (16)$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado (m}^3\text{)} = 1 - 0.356$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado} = 0.644 \text{ m}^3$$

9. Cálculo del módulo de finura de la combinación de agregados

El módulo de finura de la combinación de los agregados se obtiene a partir del tamaño máximo nominal y la cantidad de cemento expresada en bolsas para determinar dicho valor nos apoyaremos de la **Tabla 1**. En nuestro caso, con un contenido de cemento de 8.64 bls/m³ y con un tamaño máximo nominal de ¾" interpolamos los valores para determinar el módulo de finura de la combinación de agregados.

$$(9.00 - 8.00) \rightarrow (5.19 - 5.11)$$

$$(8.64 - 8.00) \rightarrow (m - 5.11)$$

$$m = 5.162$$

10. Cálculo del porcentaje de agregado fino (rf)

Determinamos el porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado, mediante la ecuación (17).

$$r_f = \frac{M.F. \text{ agregado grueso} - M.F. \text{ combinación de agregados}}{M.F. \text{ agregado grueso} - M.F. \text{ agregado fino}} \times 100 \dots (17)$$

$$r_f(\%) = \frac{7.04 - 5.162}{7.04 - 3.18} \times 100$$

$$r_f = 48.653 \%$$

11. Cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados

Calculamos el volumen absoluto del agregado fino.

$$Vol. \text{ absoluto A. fino } (m^3) = r_f \times Vol. \text{ absoluto del agregado} \dots (18)$$

$$Vol. \text{ absoluto A. fino } (m^3) = 0.486 \times 0.644$$

$$Vol. \text{ absoluto A. fino} = 0.313 m^3$$

Calculamos el volumen absoluto del agregado grueso.

$$Vol. \text{ absoluto A. grueso} = Vol. \text{ absoluto del agregado} - Vol. \text{ absoluto A. fino} \dots (19)$$

$$Vol. \text{ absoluto A. grueso } (m^3) = 0.644 - 0.313$$

$$Vol. \text{ absoluto A. grueso} = 0.331 m^3$$

12. Pesos secos de los agregados

Calculamos el peso seco del agregado fino

$$Peso \text{ seco A. fino } \left(\frac{kg}{m^3}\right) = Vol. \text{ absoluto A. fino} \times Peso \text{ específico A. fino} \dots (20)$$

$$Peso \text{ seco del A. fino } \left(\frac{kg}{m^3}\right) = 0.313 \times 2580$$

$$Peso \text{ seco del A. fino} = 807.54 kg/m^3$$

Calculamos el peso seco del agregado grueso

$$Peso \text{ seco A. grueso } \left(\frac{kg}{m^3}\right) = Vol. \text{ absoluto A. grueso} \times Peso \text{ específico A. grueso} \dots (21)$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 0.331 \times 2340$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} = 774.54 \text{ kg/m}^3$$

13. Corrección por humedad y absorción del agregado

Calculamos los pesos húmedos de los agregados según las ecuaciones (8) y (9).

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = \text{Peso seco del A. grueso} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) \dots (8)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = 774.54 \times \left(1 + \frac{0.83}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso} = 780.97 \text{ kg}$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) \dots (9)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = 807.54 \times \left(1 + \frac{1.20}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino} = 817.23 \text{ kg}$$

Calculamos la corrección del contenido de agua en los agregados por absorción, de acuerdo a las ecuaciones (10) y (11)

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = \text{Peso seco de A. grueso} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right) \dots (10)$$

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = 774.54 \times \left(\frac{0.83 - 2.35}{100} \right)$$

$$\text{Agua en A. grueso} = -11.77 \text{ l}$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right) \dots (11)$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = 807.54 \times \left(\frac{1.20 - 1.70}{100} \right)$$

$$\text{Agua en A. fino} = -4.04 \text{ l}$$

Calculamos el agua efectiva en la ecuación (12):

$$\text{Agua efectiva (l)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y) \dots (12)$$

$$\text{Agua efectiva (l)} = 205.00 - (-11.77 - 4.04)$$

$$\text{Agua efectiva} = 220.81 \text{ l}$$

14. Proporción en peso

Para determinar la proporción en peso se realiza desarrollando la siguiente ecuación.

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento (bls)}} \dots (13)$$

$$\frac{367.38}{367.38} : \frac{817.23}{367.38} : \frac{780.97}{367.38} : \frac{220.81}{8.64}$$

$$1 : 2.22 : 2.13 : 25.54$$

15. Proporción en volumen

Determinamos la proporción en volumen de los componentes del concreto mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Proporción en Volumen} = \frac{\text{Proporción en peso} \times 42.5 \times 35.31}{\text{Peso unitario}} \dots (14)$$

$$1 : 2.01 : 2.51 : 25.54$$

16. Resumen de materiales por metro cubico

En la **Tabla 31** se muestra las cantidades de cada material necesarios para la elaboración de un metro cubico (1 m3) de concreto.

Tabla 31

Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ – Método Módulo de finura de la combinación de agregados.

| Material | Cantidad por m3 de concreto (kg) | Cantidad por briquea (kg) |
|--------------------------|---|--------------------------------------|
| Cemento | 367.38 | 1.95 |
| Agregado fino (húmedo) | 817.23 | 4.33 |
| Agregado grueso (húmedo) | 780.97 | 4.14 |
| Agua efectiva | 220.81 | 1.17 |

4.3.3 Método Walker.

Pasos para realizar el diseño de mezcla de concreto

1. Cálculo de la resistencia promedio requerida a la compresión (f'_{cr})

El cálculo de la resistencia promedio requerida para este método es igual al explicado en el método del ACI 211. Según la **Tabla 24** es el mismo valor de $f'_{cr}=294$ kg/cm².

2. Asentamiento

De acuerdo a la **Tabla 25**, se considera una consistencia plástica con un asentamiento máximo que está comprendido entre 3" a 4", debido a que el estudio será para la construcción de elementos estructurales de viviendas (cimentaciones, columnas, vigas, losas, etc.).

3. Volumen unitario de agua

En este caso el contenido de agua de diseño se obtiene de la **Tabla 32** elaborada por el ACI 211.

Tabla 32

Volumen de agua unitario para concreto sin aire incorporado – Walker.

| Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso | Volumen unitario de agua, expresado en l/m ³ , para los asentamientos y perfiles de Agregado Grueso indicados | | | | | |
|--|--|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
| | 1 " a 2 " | | 3 " a 4 " | | 6 " a 7 " | |
| | Agregado Redondeado | Agregado Angular | Agregado Redondeado | Agregado Angular | Agregado Redondeado | Agregado Angular |
| 3 / 8 " | 185 | 212 | 201 | 227 | 230 | 250 |
| 1 / 2 " | 182 | 201 | 197 | 216 | 219 | 238 |
| 3 / 4 " | 170 | 189 | 185 | 204 | 208 | 227 |
| 1 " | 163 | 182 | 178 | 197 | 197 | 216 |
| 1 1/2 " | 155 | 170 | 170 | 185 | 185 | 204 |
| 2 " | 148 | 163 | 163 | 178 | 178 | 197 |
| 3 " | 136 | 151 | 151 | 167 | 163 | 182 |

Para la investigación, con un asentamiento de 3" a 4", la forma de agregado angular y para un tamaño máximo nominal de ¾", tenemos un valor de 204 l/m³.

4. Aire atrapado

El contenido de aire se obtiene en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. Es el mismo que el mostrado en el método del ACI 211, dicho valor es de 2% de aire atrapado según la **Tabla 27**.

5. Relación agua – cemento

La relación agua-cemento por resistencia es el mismo valor que se calculó por el método del ACI 211, con la **Tabla 28** la relación agua-cemento es de 0.558.

6. Contenido de cemento

Para obtener el contenido de cemento dividimos el volumen unitario de agua entre la relación agua cemento.

$$\text{Contenido de cemento } \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relacion agua – cemento}} \dots (2)$$

$$\text{Contenido de cemento } \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{204.00}{0.558}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 365.591 \text{ kg/m}^3$$

Obteniéndose un contenido de cemento de 365.591 kg/m³. Entendiéndose que se requiere 365.591 kg de cemento para elaborar 1 m³ de concreto.

Transformando las unidades a bolsas de cemento de 42.5 kg se tiene.

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{365.59 \text{ (kg/m}^3\text{)}}{42.5 \text{ (kg/bls)}}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 8.60 \text{ bls/m}^3$$

Calculamos el volumen de cemento por m³ de concreto.

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso especifico del cemento (kg/m}^3\text{)}} \dots (3)$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{365.59}{2800}$$

$$\text{Volumen de cemento} = 0.131 \text{ m}^3$$

7. Determinación del volumen absoluto de pasta

Se determina el volumen absoluto de pasta mediante la ecuación.

$$\text{Vol. absoluto de pasta (m}^3\text{)} = \text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento} \dots (15)$$

$$\text{Volumen absoluto de pasta (m}^3\text{)} = 0.204 + 0.020 + 0.131$$

$$\text{Volumen absoluto de pasta} = 0.355 \text{ m}^3$$

8. Determinación del volumen absoluto del agregado

El volumen absoluto del agregado se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$\text{Vol. absoluto del agregado (m}^3\text{)} = 1 - \text{Vol. absoluto de pasta} \dots (16)$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado (m}^3\text{)} = 1 - 0.355$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado} = 0.645 \text{ m}^3$$

9. Determinación del porcentaje del agregado fino

Para determinar el porcentaje del agregado fino nos apoyaremos en la **Tabla 33**, para el método de Walker.

Tabla 33*Porcentaje de agregado fino.*

| Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso | Agregado Redondeado | | | | Agregado Angular | | | |
|---|---|----|----|----|---|----|----|----|
| | Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico | | | | Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico | | | |
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Agregado Fino - Módulo de Finura de 2.30 a 2.40 | | | | | | | | |
| 3 / 8 " | 60 | 57 | 54 | 51 | 69 | 65 | 61 | 58 |
| 1 / 2 " | 49 | 46 | 43 | 40 | 57 | 54 | 51 | 48 |
| 3 / 4 " | 41 | 38 | 35 | 33 | 48 | 45 | 43 | 41 |
| 1 " | 40 | 37 | 34 | 32 | 47 | 44 | 42 | 40 |
| 1 1/2 " | 37 | 34 | 32 | 30 | 44 | 41 | 39 | 37 |
| 2 " | 36 | 33 | 31 | 29 | 43 | 40 | 38 | 36 |
| Agregado Fino - Módulo de Finura de 2.60 a 2.70 | | | | | | | | |
| 3 / 8 " | 66 | 62 | 59 | 56 | 75 | 71 | 67 | 64 |
| 1 / 2 " | 53 | 50 | 47 | 44 | 61 | 58 | 55 | 53 |
| 3 / 4 " | 44 | 41 | 38 | 36 | 51 | 48 | 46 | 44 |
| 1 " | 42 | 39 | 37 | 35 | 49 | 46 | 44 | 42 |
| 1 1/2 " | 40 | 37 | 35 | 33 | 47 | 44 | 42 | 40 |
| 2 " | 37 | 35 | 33 | 32 | 45 | 42 | 40 | 38 |
| Agregado Fino - Módulo de Finura de 3.00 a 3.10 | | | | | | | | |
| 3 / 8 " | 74 | 70 | 66 | 62 | 84 | 80 | 76 | 73 |
| 1 / 2 " | 59 | 56 | 53 | 50 | 70 | 66 | 62 | 59 |
| 3 / 4 " | 49 | 46 | 43 | 40 | 57 | 54 | 51 | 48 |
| 1 " | 47 | 44 | 41 | 38 | 55 | 52 | 49 | 46 |
| 1 1/2 " | 44 | 41 | 38 | 36 | 52 | 49 | 46 | 44 |
| 2 " | 42 | 38 | 36 | 34 | 49 | 46 | 44 | 42 |

Nota. Tabla elaborada por Staton Walker en la universidad de Maryland.

Los valores de la tabla corresponden a porcentajes del agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

Los valores corresponden a agregado grueso angular en concretos de peso normal sin aire incorporado.

Nuestro tamaño máximo nominal es de $\frac{3}{4}$ ", las partículas del agregado son de forma angular, teniendo un factor cemento de 8.60 bls/m³ y viendo que para nuestro módulo de fineza de 3.18. Según la

no presenta valores, completaremos los valores mediante una progresión aritmética y luego interpolaremos.

$$(9.00 - 8.00) \rightarrow (46.14 - 49.30)$$

$$(8.60 - 8.00) \rightarrow (x - 49.30)$$

$$x = 47.396 \%$$

10. Cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados

Calculamos el volumen absoluto del agregado fino.

$$\text{Vol. absoluto A. fino (m}^3\text{)} = \frac{\% \text{ del A. fino}}{100} \times \text{Vol. absoluto del agregado ... (22)}$$

$$\text{Vol. absoluto A. fino (m}^3\text{)} = \frac{47.396}{100} \times 0.645$$

$$\text{Vol. absoluto A. fino} = 0.306 \text{ m}^3$$

Calculamos el volumen absoluto del agregado grueso.

$$\text{Vol. absoluto A. grueso} = \text{Vol. absoluto del agregado} - \text{Vol. absoluto A. fino ... (19)}$$

$$\text{Vol. absoluto A. grueso (m}^3\text{)} = 0.645 - 0.306$$

$$\text{Vol. absoluto A. grueso} = 0.339 \text{ m}^3$$

11. Pesos secos de los agregados

Calculamos el peso seco del agregado fino

$$\text{Peso seco A. fino} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \text{Vol. absoluto A. fino} \times \text{Peso específico A. fino ... (20)}$$

$$\text{Peso seco del A. fino} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 0.306 \times 2580$$

$$\text{Peso seco del A. fino} = 789.48 \text{ kg/m}^3$$

Calculamos el peso seco del agregado grueso

$$\text{Peso seco A. grueso} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \text{Vol. absoluto A. grueso} \times \text{Peso específico A. grueso ... (21)}$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 0.339 \times 2340$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} = 793.26 \text{ kg/m}^3$$

12. Corrección por humedad y absorción del agregado

Calculamos los pesos húmedos de los agregados según las ecuaciones (8) y (9).

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = \text{Peso seco del A. grueso} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100}\right) \dots (8)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = 793.26 \times \left(1 + \frac{0.83}{100}\right)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso} = 794.84 \text{ kg}$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100}\right) \dots (9)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = 789.48 \times \left(1 + \frac{1.20}{100}\right)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino} = 798.95 \text{ kg}$$

Calculamos la corrección del contenido de agua en los agregados por absorción, de acuerdo a las ecuaciones (10) y (11)

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = \text{Peso seco de A. grueso} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100}\right) \dots (10)$$

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = 793.26 \times \left(\frac{0.83 - 2.35}{100}\right)$$

$$\text{Agua en A. grueso} = -12.06 \text{ l}$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100}\right) \dots (11)$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = 789.48 \times \left(\frac{1.20 - 1.70}{100}\right)$$

$$\text{Agua en A. fino} = -3.95 \text{ l}$$

Calculamos el agua efectiva en la ecuación (12):

$$\text{Agua efectiva (l)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y) \dots (12)$$

$$\text{Agua efectiva (l)} = 204.00 - (-12.09 - 3.93)$$

$$\text{Agua efectiva} = 220.01 \text{ l}$$

13. Proporción en peso

Para determinar la proporción en peso se realiza desarrollando la siguiente ecuación.

Cemento : Agregado fino : Agregado grueso : Agua

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento (bls)}} \dots (13)$$

$$\frac{365.59}{365.59} : \frac{798.95}{365.59} : \frac{799.84}{365.59} : \frac{220.01}{8.60}$$

$$\mathbf{1 : 2.19 : 2.19 : 25.58}$$

14. Proporción en volumen

Determinamos la proporción en volumen de los componentes del concreto mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Proporción en Volumen} = \frac{\text{Proporción en peso} \times 42.5 \times 35.31}{\text{Peso unitario}} \dots (14)$$

$$\mathbf{1 : 1.98 : 2.58 : 25.58}$$

15. Resumen de materiales por metro cubico

En la **Tabla 34** se muestra las cantidades de cada material necesarios para la elaboración de un metro cubico (1 m³) de concreto.

Tabla 34

Cantidades de material por metro cúbico de concreto f'c=210 kg/cm² – Método Walker.

| Material | Cantidad por m³ de concreto | Cantidad por briqueta |
|--------------------------|---|------------------------------|
| | (kg) | (kg) |
| Cemento | 365.59 | 1.94 |
| Agregado fino (húmedo) | 798.95 | 4.24 |
| Agregado grueso (húmedo) | 799.84 | 4.24 |
| Agua efectiva | 220.01 | 1.17 |

4.3.4 Método Fuller.

Pasos para realizar el diseño de mezcla de concreto

1. Cálculo de la resistencia promedio requerida a la compresión (f'cr)

El cálculo de la resistencia promedio requerida para este método es igual al explicado en el método del ACI 211. Es el mismo valor de $f'_{cr}=294 \text{ kg/cm}^2$ según la **Tabla 24**.

2. Asentamiento

Se consideró una consistencia plástica con un asentamiento máximo que está comprendido entre 3" a 4", de acuerdo a la **Tabla 25**.

3. Volumen unitario de agua

El contenido de agua de diseño se determina con la **Tabla 26** de igual forma que al método de ACI 211, por tanto, es el mismo para el volumen unitario de agua de 205 l/m³.

4. Aire atrapado

El contenido de aire se obtiene de la **Tabla 27**, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. El mismo valor de 2% de aire atrapado para todos los métodos.

5. Relación agua – cemento

La relación agua-cemento por resistencia se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$\frac{1}{z} = \frac{a}{c} \dots (23)$$

Donde:

$$z = k_1 \times f'_{cr} + 0.5 \dots (24)$$

$$k_1 = 0.004 \quad (0.003 \text{ a } 0.0045) \text{ para piedra chancada}$$

$$z = 0.004 \times 294 + 0.5$$

$$z = 1.68$$

Reemplazando el valor de "z" en la ecuación (23)

$$\frac{1}{1.68} = \frac{a}{c}$$

$$\frac{a}{c} = 0.597$$

6. Contenido de cemento

Para obtener el contenido de cemento dividimos el volumen unitario de agua entre la relación agua cemento.

$$\text{Contenido de cemento } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relacion agua - cemento}} \dots (2)$$

$$\text{Contenido de cemento } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{205.00}{0.597}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 343.384 \text{ kg/m}^3$$

Obteniéndose un contenido de cemento de 343.384 kg/m³ (Entendiéndose que se requiere 343.384 kg de cemento para elaborar 1 m³ de concreto).

Transformando las unidades a bolsas de cemento de 42.5 kg se tiene.

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{343.384 \text{ (kg/m}^3\text{)}}{42.5 \text{ (kg/bls)}}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 8.08 \text{ bls/m}^3$$

Calculamos el volumen de cemento por m³ de concreto.

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso especifico del cemento (kg/m}^3\text{)}} \dots (3)$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{343.384}{2800}$$

$$\text{Volumen de cemento} = 0.123 \text{ m}^3$$

7. Determinación del volumen absoluto de pasta

Se determina el volumen absoluto de pasta mediante la ecuación.

$$\text{Vol. absoluto de pasta (m}^3\text{)} = \text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento} \dots (15)$$

$$\text{Volumen absoluto de pasta (m}^3\text{)} = 0.205 + 0.020 + 0.123$$

$$\text{Volumen absoluto de pasta} = 0.348 \text{ m}^3$$

8. Determinación del volumen absoluto del agregado

El volumen absoluto del agregado se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$\text{Vol. absoluto del agregado (m}^3\text{)} = 1 - \text{Vol. absoluto de pasta} \dots (16)$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado (m}^3\text{)} = 1 - 0.348$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado} = 0.652 \text{ m}^3$$

9. Determinación del Mf de Fuller y porcentaje de incidencia de los agregados

Para determinar el módulo de fineza de Fuller nos apoyaremos de la ecuación (25) y de los análisis granulométricos del agregado grueso y fino.

$$y = 100 \times \sqrt{\frac{d}{D}} \dots (25)$$

Donde:

D: Diámetro del tamiz TM de Fuller (mm). D=19

d: diámetro de cada uno de los tamices (mm)

Tabla 35

Corrección por Fuller.

| Tamiz | | % Pasa | | | % Retenido | | |
|-------|------|-----------------|---------------|--------|-----------------|---------------|--------|
| mm | pulg | Agregado grueso | Agregado fino | Fuller | Agregado grueso | Agregado fino | Fuller |
| 25.40 | 1 | 98.74% | 100.00% | 100% | 1.26% | 0.00% | 0% |
| 19.00 | 3/4" | 86.59% | 100.00% | 100% | 13.41% | 0.00% | 0% |
| 12.50 | 1/2" | 21.05% | 100.00% | 81% | 78.95% | 0.00% | 19% |
| 9.50 | 3/8" | 7.87% | 96.50% | 71% | 92.13% | 3.50% | 29% |
| 4.75 | 4 | 0.89% | 85.28% | 50% | 99.11% | 14.72% | 50% |
| 2.35 | 8 | 0.57% | 73.27% | 35% | 99.43% | 26.73% | 65% |
| 1.20 | 16 | 0.00% | 61.98% | 25% | 100.00% | 38.02% | 75% |
| 0.60 | 30 | 0.00% | 44.95% | 18% | 100.00% | 55.05% | 82% |
| 0.30 | 50 | 0.00% | 14.52% | 12% | 100.00% | 85.48% | 88% |
| 0.15 | 100 | 0.00% | 5.90% | 9% | 100.00% | 94.10% | 91% |
| 0.08 | 200 | 0.00% | 0.34% | 6% | 100.00% | 99.66% | 94% |

En la **Tabla 35** obtenemos el Mf de Fuller apartir de los porcentajes retenidos de la curva de fuller, teniendo un Mf Fuller de 4.799. Asimismo se conoce los modulos de fineza de los agregados grueso Mg=7.04 y fino Mf=3.18.

Calculamos el porcentaje de incidencia de los agregados.

$$r_f = \frac{M.F. \text{ agregado grueso} - M.F. \text{ de Fuller}}{M.F. \text{ agregado grueso} - M.F. \text{ agregado fino}} \times 100 \dots (17)$$

$$r_f(\%) = \frac{7.04 - 4.799}{7.04 - 3.18} \times 100$$

$$r_f = 58.057 \%$$

$$r_g = 100 \% - 58.057 \%$$

$$r_g = 41.943 \%$$

Con los porcentajes de incidencia obtenidos, calculamos la **Tabla 36** con los porcentajes de la mezcla de agregados mediante el método de Fuller que pasa por cada tamiz.

Tabla 36

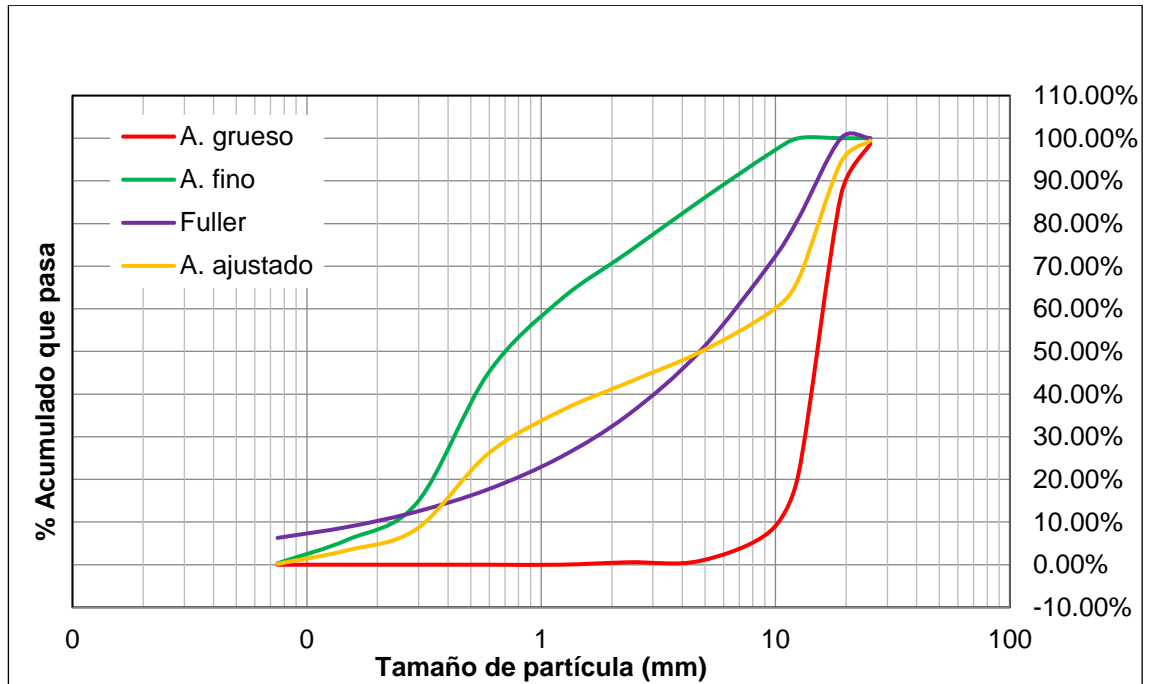
Porcentaje de mezcla – Fuller.

| Tamiz | | % pasa | | | |
|-------|------|--------|---------|-----------|---------------------|
| mm | Pulg | Fuller | A. fino | A. grueso | mezcla de agregados |
| 25.4 | 1 | 100.00 | 57.99 | 41.48 | 99.47 |
| 19 | 3/4" | 100.00 | 57.99 | 36.38 | 94.37 |
| 12.5 | 1/2" | 81.11 | 57.99 | 8.84 | 66.83 |
| 9.5 | 3/8" | 70.71 | 55.96 | 3.31 | 59.27 |
| 4.75 | 4 | 50.00 | 49.45 | 0.37 | 49.83 |
| 2.35 | 8 | 35.17 | 42.49 | 0.24 | 42.73 |
| 1.2 | 16 | 25.13 | 35.94 | 0.00 | 35.94 |
| 0.595 | 30 | 17.70 | 26.07 | 0.00 | 26.07 |
| 0.295 | 50 | 12.46 | 8.42 | 0.00 | 8.42 |
| 0.15 | 100 | 8.89 | 3.42 | 0.00 | 3.42 |
| 0.075 | 200 | 6.28 | 0.20 | 0.00 | 0.20 |

La **Figura 11** muestra la curva granulométrica de la mezcla de agregados ajustada según Fuller. Donde la curva roja es la granulométrica del agregado grueso, la curva de color verde corresponde al agregado fino, la curva de color violeta corresponde a la curva ideal de Fuller y la curva de color amarillo es la que resulta de ajustar el agregado grueso y fino mediante el método de Fuller con los porcentajes de incidencia calculada.

Figura 11

Curva granulométrica de Fuller.



10. Cálculo del volumen absoluto de los agregados

Calculamos el volumen absoluto del agregado fino.

$$Vol. absoluto A. fino (m^3) = \frac{\% del A. fino}{100} \times Vol. absoluto del agregado \dots (22)$$

$$Vol. absoluto A. fino (m^3) = \frac{58.057}{100} \times 0.652$$

$$Vol. absoluto A. fino = 0.379 m^3$$

Calculamos el volumen absoluto del agregado grueso.

$$Vol. absoluto A. grueso = Vol. absoluto del agregado - Vol. absoluto A. fino \dots (19)$$

$$Vol. absoluto A. grueso (m^3) = 0.652 - 0.379$$

$$Vol. absoluto A. grueso = 0.273 m^3$$

11. Pesos secos de los agregados

Calculamos el peso seco del agregado fino

$$\text{Peso seco A. fino} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \text{Vol. absoluto A. fino} \times \text{Peso específico A. fino} \dots (20)$$

$$\text{Peso seco del A. fino} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = 0.379 \times 2580$$

$$\text{Peso seco del A. fino} = 977.82 \text{ kg/m}^3$$

Calculamos el peso seco del agregado grueso

$$\text{Peso seco A. grueso} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \text{Vol. absoluto A. grueso} \times \text{Peso específico A. grueso} \dots (21)$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = 0.273 \times 2340$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} = 638.82 \text{ kg/m}^3$$

12. Corrección por humedad y absorción del agregado

Calculamos los pesos húmedos de los agregados según las ecuaciones (8) y (9).

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = \text{Peso seco del A. grueso} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) \dots (8)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = 638.82 \times \left(1 + \frac{0.83}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso} = 644.12 \text{ kg}$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) \dots (9)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = 977.82 \times \left(1 + \frac{1.20}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino} = 989.55 \text{ kg}$$

Calculamos la corrección del contenido de agua en los agregados por absorción, de acuerdo a las ecuaciones (10) y (11)

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = \text{Peso seco de A. grueso} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right) \dots (10)$$

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = 638.82 \times \left(\frac{0.83 - 2.35}{100} \right)$$

$$\text{Agua en A. grueso} = -9.71 \text{ l}$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right) \dots (11)$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = 977.82 \times \left(\frac{1.20 - 1.70}{100} \right)$$

$$\text{Agua en A. fino} = -4.89 \text{ l}$$

Calculamos el agua efectiva en la ecuación (12):

$$\text{Agua efectiva (l)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y) \dots (12)$$

$$\text{Agua efectiva (l)} = 205.00 - (-9.71 - 4.89)$$

$$\text{Agua efectiva} = 219.60 \text{ l}$$

13. Proporción en peso

Para determinar la proporción en peso se realiza desarrollando la siguiente ecuación.

$$\text{Cemento} : \text{Agregado fino} : \text{Agregado grueso} : \text{Agua}$$

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento (bls)}} \dots (13)$$

$$\frac{343.38}{343.38} : \frac{989.55}{343.38} : \frac{644.12}{343.38} : \frac{219.60}{8.11}$$

$$\mathbf{1 : 2.88 : 1.88 : 27.18}$$

14. Proporción en volumen

Determinamos la proporción en volumen de los componentes del concreto mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Proporción en Volumen} = \frac{\text{Proporción en peso} \times 42.5 \times 35.31}{\text{Peso unitario}} \dots (14)$$

$$\mathbf{1 : 2.61 : 2.22 : 27.18}$$

15. Resumen de materiales por metro cubico

En la **Tabla 37** se muestra las cantidades de cada material necesarios para la elaboración de un metro cubico (1 m³) de concreto.

Tabla 37

Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm² – Método Fuller.

| Material | Cantidad por m3 de concreto | Cantidad por briqueta |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | (kg) | (kg) |
| Cemento | 343.38 | 1.82 |
| Agregado fino (húmedo) | 989.55 | 5.25 |
| Agregado grueso (húmedo) | 644.12 | 3.41 |
| Agua efectiva | 219.60 | 1.16 |

4.4 Diseño de mezcla de concreto $f'c=280$ kg/cm²

4.4.1 Método ACI 211

Pasos para realizar el diseño de mezcla de concreto

1. Cálculo de la resistencia promedio requerida a la compresión ($f'cr$)

Para el cálculo de la resistencia promedio reemplazamos los valores en la ecuación (1).

$$f'cr = f'c + 84 \dots (1)$$

$$f'cr = 280 + 84$$

$$f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$$

2. Asentamiento

El concreto tiene una consistencia plástica con un asentamiento máximo que está comprendido entre 3" a 4", según la **Tabla 25**.

3. Volumen unitario de agua

En la **Tabla 26** para un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " y un asentamiento de 3" a 4", obtenemos un volumen unitario de agua de 205 lt/m³.

4. Aire atrapado

Para un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ", según la **Tabla 27** se tiene un porcentaje de aire atrapado de 2%.

5. Relación agua – cemento

Interpolamos los valores de la **Tabla 28** para un $f'cr=364$ kg/cm² y para un concreto sin aire incorporado.

$$(400 - 350) \rightarrow (0.43 - 0.48)$$

$$(364 - 350) \rightarrow (x - 0.48)$$

$$x = 0.466$$

6. Contenido de cemento

Para obtener el contenido de cemento dividimos el volumen unitario de agua entre la relación agua cemento.

$$\text{Contenido de cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relacion agua - cemento}} \dots (2)$$

$$\text{Contenido de cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{205.00}{0.466}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 439.91 \text{ kg/m}^3$$

Obteniéndose un contenido de cemento de 439.91 kg/m³ (Entendiéndose que se requiere 439.91 kg de cemento para elaborar 1 m³ de concreto).

Transformando las unidades a bolsas de cemento de 42.5 kg se tiene.

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{439.91 \text{ (kg/m}^3\text{)}}{42.5 \text{ (kg/bls)}}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 10.35 \text{ bls/m}^3$$

Calculamos el volumen de cemento por m³ de concreto.

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso especifico del cemento (kg/m}^3\text{)}} \dots (3)$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{439.91}{2800}$$

$$\text{Volumen de cemento} = 0.157 \text{ m}^3$$

7. Determinación del contenido de agregado grueso

Teniendo que nuestro módulo de fineza es de 3.18 y viendo que dicho valor no se encuentra en la **Tabla 29** proseguimos a completar la tabla mediante progresión aritmética decreciente de razón de 0.02 para obtener los valores del límite superior (3.20).

Teniendo estos valores, para un tamaño máximo nominal de ¾" y módulo de fineza de 3.18 proseguimos con la interpolación.

$$(3.00 - 3.20) \rightarrow (0.60 - 0.58)$$

$$(3.14 - 3.20) \rightarrow (x - 0.58)$$

$$\frac{b}{b_0} = 0.582$$

Calculamos el peso seco del agregado grueso mediante la ecuación (4):

$$\text{Peso seco del A. grueso} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{b}{b_0} \times \text{Peso unitario compactado del A. grueso} \dots (4)$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = 0.582 \times 1440$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} = 838.08 \text{ kg/m}^3$$

Asimismo, calculamos el volumen del agregado grueso por m3 de concreto.

$$\text{Volumen del A. grueso} (m^3) = \frac{\text{Peso seco del A. grueso} (kg)}{\text{Peso específico del A. grueso} (kg/m^3)} \dots (5)$$

$$\text{Volumen del A. grueso} (m^3) = \frac{838.08}{2340}$$

$$\text{Volumen del A. grueso} = 0.358 \text{ m}^3$$

8. Contenido de agregado fino

Teniendo calculado los volúmenes por m3 del agregado grueso, del cemento, el agua y del aire atrapado proseguimos con calcular el contenido del agregado fino mediante la siguiente formula.

$$\text{Vol. A. fino} (m^3) = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento} + \text{Vol. A. grueso}) \dots (6)$$

$$\text{Volumen del A. fino} (m^3) = 1 - (0.205 + 0.020 + 0.157 + 0.358)$$

$$\text{Volumen del A. fino} (m^3) = 1 - 0.740$$

$$\text{Volumen del A. fino} = 0.260 \text{ m}^3$$

Una vez obtenido el volumen del agregado fino por m3, calculamos el peso seco del agregado fino, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Peso seco del A. fino} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \text{Vol. A. fino} \times \text{Peso especifico del A. fino} \dots (7)$$

$$\text{Peso seco del A. fino} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = 0.260 \times 2580$$

$$\text{Peso seco del A. fino} = 670.80 \text{ kg/m}^3$$

9. Corrección por humedad y absorción del agregado

Se tiene que mencionar que los materiales fueron secados hasta no retener humedad en sus partículas por lo que su corrección fue solo por absorción.

Calculamos los pesos húmedos de los agregados según las ecuaciones (8) y (9).

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = \text{Peso seco del A. grueso} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) \dots (8)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = 838.08 \times \left(1 + \frac{0.83}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso} = 845.04 \text{ kg}$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) \dots (9)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = 670.80 \times \left(1 + \frac{1.20}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino} = 678.85 \text{ kg}$$

Calculamos la corrección del contenido de agua en los agregados por absorción, de acuerdo a las ecuaciones (10) y (11)

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = \text{Peso seco de A. grueso} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right) \dots (10)$$

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = 838.08 \times \left(\frac{0.83 - 2.35}{100} \right)$$

$$\text{Agua en A. grueso} = -12.74 \text{ l}$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right) \dots (11)$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = 670.80 \times \left(\frac{1.20 - 1.70}{100} \right)$$

$$\text{Agua en A. fino} = -3.35 \text{ l}$$

Calculamos el agua efectiva en la ecuación (12):

$$\text{Agua efectiva (l)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y) \dots (12)$$

$$\text{Agua efectiva (l)} = 205.00 - (-12.74 - 3.35)$$

$$\text{Agua efectiva} = 221.09 \text{ l}$$

10. Proporción en peso

Para determinar la proporción en peso se realiza desarrollando la siguiente ecuación.

$$\text{Cemento} : \text{Agregado fino} : \text{Agregado grueso} : \text{Agua}$$

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento (bls)}} \dots (13)$$

$$\frac{439.91}{439.91} : \frac{678.85}{439.91} : \frac{845.04}{439.91} : \frac{221.09}{10.35}$$

$$\mathbf{1 : 1.54 : 1.92 : 21.36}$$

11. Proporción en volumen

Determinamos la proporción en volumen de los componentes del concreto mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Proporción en Volumen} = \frac{\text{Proporción en peso} \times 42.5 \times 35.31}{\text{Peso unitario}} \dots (14)$$

$$\mathbf{1 : 1.40 : 2.27 : 21.36}$$

12. Resumen de materiales por metro cubico

En la **Tabla 38** se muestra las cantidades de cada material necesarios para la elaboración de un metro cubico (1 m³) de concreto.

Tabla 38

Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=280$ kg/cm² – Método ACI 211.

| Material | Cantidad por m³ de concreto (kg) | Cantidad por briqueta (kg) |
|--------------------------|--|---------------------------------------|
| Cemento | 439.91 | 2.33 |
| Agregado fino (húmedo) | 678.85 | 3.60 |
| Agregado grueso (húmedo) | 845.04 | 4.48 |
| Agua efectiva | 221.09 | 1.17 |

4.4.2 Método Módulo de Finura de la Combinación de Agregados.

Las características de los agregados para el diseño son los indicados en la **Tabla 22**, asimismo las características para el cemento se observan en la **Tabla 23**.

Pasos para realizar el diseño de mezcla de concreto

1. Cálculo de la resistencia promedio requerida a la compresión (f'_{cr})

El cálculo de la resistencia promedio requerida para este método es igual al explicado en el método del ACI 211. Obteniéndose con la **Tabla 24** el mismo valor de $f'_{cr}=364$ kg/cm².

2. Asentamiento

Se consideró una consistencia plástica con un asentamiento máximo que está comprendido entre 3" a 4", según la **Tabla 25** debido a que el estudio será para la construcción de elementos estructurales de viviendas (cimentaciones, columnas, vigas, losas, etc.).

3. Volumen unitario de agua

El contenido de agua de diseño se determina de la **Tabla 26**, es así que el volumen unitario de agua de 205 l/m³, mismo para los demás métodos.

4. Aire atrapado

El contenido de aire se obtiene de la **Tabla 27** en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. Dicho valor es de 2% de aire atrapado.

5. Relación agua – cemento

La relación agua-cemento por resistencia es el mismo valor que se calculó por el método del ACI 211, la relación agua-cemento es de 0.466, de acuerdo a la **Tabla 28**.

6. Contenido de cemento

Para obtener el contenido de cemento dividimos el volumen unitario de agua entre la relación agua cemento. Obteniéndose un contenido de cemento de 439.91 kg/m³, transformando las unidades a bolsas de cemento de 42.5 kg se tiene 10.35 bls/m³.

Asimismo, se tiene que el volumen de cemento es de 0.157 por m³ de concreto.

7. Determinación del volumen absoluto de pasta

Determinamos el volumen absoluto de pasta mediante la ecuación (15)

$$\text{Vol. absoluto de pasta (m}^3\text{)} = \text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento} \dots (15)$$

$$\text{Volumen absoluto de pasta (m}^3\text{)} = 0.205 + 0.020 + 0.157$$

$$\text{Volumen absoluto de pasta} = 0.382 \text{ m}^3$$

8. Determinación del volumen absoluto del agregado

Este valor se determina según la ecuación.

$$\text{Vol. absoluto del agregado (m}^3\text{)} = 1 - \text{Vol. absoluto de pasta} \dots (16)$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado (m}^3\text{)} = 1 - 0.382$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado} = 0.618 \text{ m}^3$$

9. Cálculo del módulo de finura de la combinación de agregados

Para el cálculo del módulo de finura de la combinación de los agregados utilizamos la **Tabla 1**. Completamos los valores para 10 y 11 bolsas de cemento mediante progresión aritmética, luego interpolamos los valores para la cantidad de 10.35 bol/m³ y un tamaño máximo nominal de ¾".

$$(11.00 - 10.00) \rightarrow (5.34 - 5.26)$$

$$(10.35 - 10.00) \rightarrow (m - 5.26)$$

$$m = 5.288$$

10. Cálculo del porcentaje de agregado fino (rf)

Determinamos el porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado, mediante la ecuación (17).

$$r_f = \frac{M.F. agregado grueso - M.F. combinación de agregados}{M.F. agregado grueso - M.F. agregado fino} \times 100 \dots (17)$$

$$r_f(\%) = \frac{7.04 - 5.288}{7.04 - 3.18} \times 100$$

$$r_f = 45.389 \%$$

11. Cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados

Calculamos el volumen absoluto del agregado fino.

$$Vol. absoluto A. fino (m^3) = r_f \times Vol. absoluto del agregado \dots (18)$$

$$Vol. absoluto A. fino (m^3) = 0.45389 \times 0.618$$

$$Vol. absoluto A. fino = 0.281 m^3$$

Calculamos el volumen absoluto del agregado grueso.

$$Vol. absoluto A. grueso = Vol. absoluto del agregado - Vol. absoluto A. fino \dots (19)$$

$$Vol. absoluto A. grueso (m^3) = 0.618 - 0.281$$

$$Vol. absoluto A. grueso = 0.337 m^3$$

12. Pesos secos de los agregados

Calculamos el peso seco del agregado fino

$$Peso seco A. fino \left(\frac{kg}{m^3} \right) = Vol. absoluto A. fino \times Peso específico A. fino \dots (20)$$

$$Peso seco del A. fino \left(\frac{kg}{m^3} \right) = 0.281 \times 2580$$

$$Peso seco del A. fino = 724.98 kg/m^3$$

Calculamos el peso seco del agregado grueso

$$Peso seco A. grueso \left(\frac{kg}{m^3} \right) = Vol. absoluto A. grueso \times Peso específico A. grueso \dots (21)$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 0.337 \times 2340$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} = 788.58 \text{ kg/m}^3$$

13. Corrección por humedad y absorción del agregado

Calculamos los pesos húmedos de los agregados según las ecuaciones (8) y (9).

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = \text{Peso seco del A. grueso} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) \dots (8)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = 788.58 \times \left(1 + \frac{0.83}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso} = 795.13 \text{ kg}$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) \dots (9)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = 724.98 \times \left(1 + \frac{1.20}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino} = 733.68 \text{ kg}$$

Calculamos la corrección del contenido de agua en los agregados por absorción, de acuerdo a las ecuaciones (10) y (11)

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = \text{Peso seco de A. grueso} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right) \dots (10)$$

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = 788.58 \times \left(\frac{0.83 - 2.35}{100} \right)$$

$$\text{Agua en A. grueso} = -11.99 \text{ l}$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right) \dots (11)$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = 724.98 \times \left(\frac{1.20 - 1.70}{100} \right)$$

$$\text{Agua en A. fino} = -3.62 \text{ l}$$

Calculamos el agua efectiva en la ecuación (12):

$$\text{Agua efectiva (l)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y) \dots (12)$$

$$\text{Agua efectiva (l)} = 205.00 - (-11.99 - 3.62)$$

$$\text{Agua efectiva} = 220.61 \text{ l}$$

14. Proporción en peso

Para determinar la proporción en peso se realiza desarrollando la siguiente ecuación.

$$\text{Cemento} : \text{Agregado fino} : \text{Agregado grueso} : \text{Agua}$$

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento (bls)}} \dots (13)$$

$$\frac{439.91}{439.91} : \frac{733.68}{439.91} : \frac{795.13}{439.91} : \frac{220.61}{10.35}$$

$$1 : 1.67 : 1.81 : 21.31$$

15. Proporción en volumen

Determinamos la proporción en volumen de los componentes del concreto mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Proporción en Volumen} = \frac{\text{Proporción en peso} \times 42.5 \times 35.31}{\text{Peso unitario}} \dots (14)$$

$$1 : 1.51 : 2.13 : 21.31$$

16. Resumen de materiales por metro cubico

En la **Tabla 39** se muestra las cantidades de cada material necesarios para la elaboración de un metro cubico (1 m³) de concreto.

Tabla 39

Cantidades de material por metro cúbico de concreto f'c=280 kg/cm² – Método Módulo de finura de la combinación de agregados.

| Material | Cantidad por m ³ de concreto | Cantidad por briqueta |
|--------------------------|---|-----------------------|
| | (kg) | (kg) |
| Cemento | 439.91 | 2.33 |
| Agregado fino (húmedo) | 733.68 | 3.89 |
| Agregado grueso (húmedo) | 795.13 | 4.22 |
| Agua efectiva | 220.61 | 1.17 |

4.4.3 Método Walker.

Las características y propiedades de los agregados para el diseño son los indicados en la **Tabla 22**, asimismo las características para el cemento son los mostrados en la **Tabla 23**.

Pasos para realizar el diseño de mezcla de concreto

1. Cálculo de la resistencia promedio requerida a la compresión (f'_{cr})

El cálculo de la resistencia promedio requerida para este método es igual al explicado en el método del ACI 211. Obteniéndose el valor de $f'_{cr}=364 \text{ kg/cm}^2$, aplicando al **Tabla 24**.

2. Asentamiento

Se considera una consistencia plástica con un asentamiento máximo que está comprendido entre 3" a 4", según la **Tabla 25**.

3. Volumen unitario de agua

Aplicando la **Tabla 26** para un asentamiento de 3" a 4", forma de agregado angular y para un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ", tenemos un valor de 204 l/m³.

4. Aire atrapado

El contenido de aire se obtiene de la **Tabla 27** en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. Es el mismo que el mostrado en el método del ACI 211, dicho valor es de 2% de aire atrapado.

5. Relación agua – cemento

La relación agua-cemento por resistencia es el mismo valor que se calculó por el método del ACI 211, la relación agua-cemento es de 0.466 como se observa en la **Tabla 28**.

6. Contenido de cemento

Para obtener el contenido de cemento dividimos el volumen unitario de agua entre la relación agua cemento.

$$\text{Contenido de cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relacion agua - cemento}} \dots (2)$$

$$\text{Contenido de cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{204.00}{0.466}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 437.77 \text{ kg/m}^3$$

Obteniéndose un contenido de cemento de 437.77 kg/m³ (Entendiéndose que se requiere 437.77 kg de cemento para elaborar 1 m³ de concreto).

Transformando las unidades a bolsas de cemento de 42.5 kg se tiene.

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{437.77 \text{ (kg/m}^3\text{)}}{42.5 \text{ (kg/bls)}}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 10.30 \text{ bls/m}^3$$

Calculamos el volumen de cemento por m³ de concreto.

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg/m}^3\text{)}} \dots (3)$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{437.77}{2800}$$

$$\text{Volumen de cemento} = 0.156 \text{ m}^3$$

7. Determinación del volumen absoluto de pasta

Se determina el volumen absoluto de pasta mediante la ecuación.

$$\text{Vol. absoluto de pasta (m}^3\text{)} = \text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento} \dots (15)$$

$$\text{Volumen absoluto de pasta (m}^3\text{)} = 0.204 + 0.020 + 0.156$$

$$\text{Volumen absoluto de pasta} = 0.380 \text{ m}^3$$

8. Determinación del volumen absoluto del agregado

El volumen absoluto del agregado se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$\text{Vol. absoluto del agregado (m}^3\text{)} = 1 - \text{Vol. absoluto de pasta} \dots (16)$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado (m}^3\text{)} = 1 - 0.380$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado} = 0.62 \text{ m}^3$$

9. Determinación del porcentaje del agregado fino

Para determinar el porcentaje del agregado fino nos apoyaremos de la Tabla 30, considerando el tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ", las partículas del agregado son de forma angular, teniendo un factor cemento de 10.30 bls/m³ y módulo de fineza de 3.18,

completaremos los valores de la tabla mediante una progresión aritmética y luego interpolaremos.

$$(11.00 - 10.00) \rightarrow (39.68 - 42.91)$$

$$(10.30 - 10.00) \rightarrow (x - 42.91)$$

$$x = 41.94 \%$$

10. Cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados

Calculamos el volumen absoluto del agregado fino.

$$\text{Vol. absoluto A. fino (m}^3\text{)} = \frac{\% \text{ del A. fino}}{100} \times \text{Vol. absoluto del agregado ... (22)}$$

$$\text{Vol. absoluto A. fino (m}^3\text{)} = \frac{41.94}{100} \times 0.62$$

$$\text{Vol. absoluto A. fino} = 0.26 \text{ m}^3$$

Calculamos el volumen absoluto del agregado grueso.

$$\text{Vol. absoluto A. grueso} = \text{Vol. absoluto del agregado} - \text{Vol. absoluto A. fino ... (19)}$$

$$\text{Vol. absoluto A. grueso (m}^3\text{)} = 0.62 - 0.26$$

$$\text{Vol. absoluto A. grueso} = 0.360 \text{ m}^3$$

11. Pesos secos de los agregados

Calculamos el peso seco del agregado fino

$$\text{Peso seco A. fino} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \text{Vol. absoluto A. fino} \times \text{Peso específico A. fino ... (20)}$$

$$\text{Peso seco del A. fino} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 0.26 \times 2580$$

$$\text{Peso seco del A. fino} = 670.80 \text{ kg/m}^3$$

Calculamos el peso seco del agregado grueso

$$\text{Peso seco A. grueso} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \text{Vol. absoluto A. grueso} \times \text{Peso específico A. grueso ... (21)}$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 0.360 \times 2340$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} = 842.40 \text{ kg/m}^3$$

12. Corrección por humedad y absorción del agregado

Calculamos los pesos húmedos de los agregados según las ecuaciones (8) y (9).

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = \text{Peso seco del A. grueso} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100}\right) \dots (8)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = 842.40 \times \left(1 + \frac{0.83}{100}\right)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso} = 849.39 \text{ kg}$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100}\right) \dots (9)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = 670.80 \times \left(1 + \frac{1.20}{100}\right)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino} = 678.85 \text{ kg}$$

Calculamos la corrección del contenido de agua en los agregados por absorción, de acuerdo a las ecuaciones (10) y (11)

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = \text{Peso seco de A. grueso} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100}\right) \dots (10)$$

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = 842.40 \times \left(\frac{0.83 - 2.35}{100}\right)$$

$$\text{Agua en A. grueso} = -12.80 \text{ l}$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100}\right) \dots (11)$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = 670.80 \times \left(\frac{1.20 - 1.70}{100}\right)$$

$$\text{Agua en A. fino} = -3.35 \text{ l}$$

Calculamos el agua efectiva en la ecuación (12):

$$\text{Agua efectiva (l)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y) \dots (12)$$

$$\text{Agua efectiva (l)} = 204.00 - (-12.80 - 3.35)$$

$$\text{Agua efectiva} = 220.15 \text{ l}$$

13. Proporción en peso

Para determinar la proporción en peso se realiza desarrollando la siguiente ecuación.

Cemento : Agregado fino : Agregado grueso : Agua

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento (bls)}} \dots (13)$$

$$\frac{437.77}{437.77} : \frac{678.85}{437.77} : \frac{849.39}{437.77} : \frac{220.15}{10.30}$$

$$\mathbf{1 : 1.55 : 1.94 : 21.37}$$

14. Proporción en volumen

Determinamos la proporción en volumen de los componentes del concreto mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Proporción en Volumen} = \frac{\text{Proporción en peso} \times 42.5 \times 35.31}{\text{Peso unitario}} \dots (14)$$

$$\mathbf{1 : 1.40 : 2.29 : 21.37}$$

15. Resumen de materiales por metro cubico

Las cantidades de cada material necesarios para la elaboración de un metro cubico (1 m³) de concreto se observa en la **Tabla 40**.

Tabla 40

Cantidades de material por metro cúbico de concreto f'c=280 kg/cm² – Método Walker.

| Material | Cantidad por m³ de concreto (kg) | Cantidad por briqueta (kg) |
|--------------------------|--|---------------------------------------|
| Cemento | 437.77 | 2.32 |
| Agregado fino (húmedo) | 678.85 | 3.60 |
| Agregado grueso (húmedo) | 849.39 | 4.50 |
| Agua efectiva | 220.15 | 1.17 |

4.4.4 Método Fuller.

Con la información de la **Tabla 22** y la **Tabla 23**, características y propiedades de los agregados y del cemento, respectivamente, se diseña la mezcla de concreto para una resistencia de compresión de 280 kg/cm² y aplicando el método de Fuller.

Pasos para realizar el diseño de mezcla de concreto:

1. Cálculo de la resistencia promedio requerida a la compresión (f'_{cr})

El cálculo de la resistencia promedio requerida se calcula aplicando la **Tabla 24**, es igual al explicado en el método del ACI 211. Obteniéndose el mismo valor de $f'_{cr}=364$ kg/cm².

2. Asentamiento

De acuerdo a la **Tabla 25**, se considera una consistencia plástica con un asentamiento máximo que está comprendido entre 3" a 4", debido a que el estudio será para la construcción de elementos estructurales de viviendas (cimentaciones, columnas, vigas, losas, etc.).

3. Volumen unitario de agua

El contenido de agua de diseño se determina en la **Tabla 26**, obteniendo 205 l/m³ como volumen unitario de agua.

4. Aire atrapado

El contenido de aire se obtiene en la **Tabla 27** en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. Es el mismo que el mostrado en el método del ACI 211, dicho valor es de 2% de aire atrapado.

5. Relación agua – cemento

La relación agua-cemento por resistencia se calcula mediante la siguiente expresión.

$$\frac{1}{z} = \frac{a}{c} \dots (23)$$

Donde:

$$z = k_1 \times f'_{cr} + 0.5 \dots (24)$$

$$k_1 = 0.004 \quad (0.003 \text{ a } 0.0045) \text{ para piedra chancada}$$

$$z = 0.004 \times 364 + 0.5$$

$$z = 1.956$$

Reemplazando el valor de "z" en la ecuación (23)

$$\frac{1}{1.956} = \frac{a}{c}$$

$$\frac{a}{c} = 0.511$$

6. Contenido de cemento

Para obtener el contenido de cemento dividimos el volumen unitario de agua entre la relación agua cemento.

$$\text{Contenido de cemento} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relacion agua - cemento}} \dots (2)$$

$$\text{Contenido de cemento} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{205.00}{0.511}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 401.174 \text{ kg/m}^3$$

Obteniéndose un contenido de cemento de 401.174 kg/m³ (Entendiéndose que se requiere 401.174 kg de cemento para elaborar 1 m³ de concreto).

Transformando las unidades a bolsas de cemento de 42.5 kg se tiene.

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{401.174 \text{ (kg/m}^3\text{)}}{42.5 \text{ (kg/bls)}}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 9.439 \text{ bls/m}^3$$

Calculamos el volumen de cemento por m³ de concreto.

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso especifico del cemento (kg/m}^3\text{)}} \dots (3)$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{401.174}{2800}$$

$$\text{Volumen de cemento} = 0.143 \text{ m}^3$$

7. Determinación del volumen absoluto de pasta

Se determina el volumen absoluto de pasta mediante la ecuación.

$$\text{Vol. absoluto de pasta (m}^3\text{)} = \text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento} \dots (15)$$

$$\text{Volumen absoluto de pasta (m}^3\text{)} = 0.205 + 0.020 + 0.143$$

$$\text{Volumen absoluto de pasta} = 0.368 \text{ m}^3$$

8. Determinación del volumen absoluto del agregado

El volumen absoluto del agregado se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$\text{Vol. absoluto del agregado (m}^3\text{)} = 1 - \text{Vol. absoluto de pasta} \dots (16)$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado (m}^3\text{)} = 1 - 0.368$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado} = 0.632 \text{ m}^3$$

9. Determinación del Mf de Fuller y porcentaje de incidencia de los agregados

Para determinar el módulo de fineza de Fuller y porcentaje de incidencia de los agregados es el mismo que el calculado para el concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Donde el Mf de Fuller es de 4.799 y el porcentaje de incidencia del agregado fino es de 58.057% y del agregado grueso es de 41.943%.

10. Cálculo del volumen absoluto de los agregados

Calculamos el volumen absoluto del agregado fino.

$$\text{Vol. absoluto A. fino (m}^3\text{)} = \frac{\% \text{ del A. fino}}{100} \times \text{Vol. absoluto del agregado} \dots (22)$$

$$\text{Vol. absoluto A. fino (m}^3\text{)} = \frac{58.057}{100} \times 0.632$$

$$\text{Vol. absoluto A. fino} = 0.367 \text{ m}^3$$

Calculamos el volumen absoluto del agregado grueso.

$$\text{Vol. absoluto A. grueso} = \text{Vol. absoluto del agregado} - \text{Vol. absoluto A. fino} \dots (19)$$

$$\text{Vol. absoluto A. grueso (m}^3\text{)} = 0.632 - 0.367$$

$$\text{Vol. absoluto A. grueso} = 0.265 \text{ m}^3$$

11. Pesos secos de los agregados

Calculamos el peso seco del agregado fino

$$\text{Peso seco A. fino} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \text{Vol. absoluto A. fino} \times \text{Peso específico A. fino} \dots (20)$$

$$\text{Peso seco del A. fino} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = 0.367 \times 2580$$

$$\text{Peso seco del A. fino} = 946.86 \text{ kg/m}^3$$

Calculamos el peso seco del agregado grueso

$$\text{Peso seco A. grueso} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \text{Vol. absoluto A. grueso} \times \text{Peso específico A. grueso} \dots (21)$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = 0.265 \times 2340$$

$$\text{Peso seco del A. grueso} = 620.10 \text{ kg/m}^3$$

12. Corrección por humedad y absorción del agregado

Calculamos los pesos húmedos de los agregados según las ecuaciones (8) y (9).

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = \text{Peso seco del A. grueso} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) \dots (8)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso (kg)} = 620.10 \times \left(1 + \frac{0.83}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo del A. grueso} = 625.25 \text{ kg}$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(1 + \frac{\% \text{ Humedad}}{100} \right) \dots (9)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino (kg)} = 946.86 \times \left(1 + \frac{1.20}{100} \right)$$

$$\text{Peso humedo del A. fino} = 958.22 \text{ kg}$$

Calculamos la corrección del contenido de agua en los agregados por absorción, de acuerdo a las ecuaciones (10) y (11)

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = \text{Peso seco de A. grueso} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right) \dots (10)$$

$$\text{Agua en A. grueso (l)} = 620.10 \times \left(\frac{0.83 - 2.35}{100} \right)$$

$$\text{Agua en A. grueso} = -9.43 \text{ l}$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = \text{Peso seco del A. fino} \times \left(\frac{\% \text{ Humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right) \dots (11)$$

$$\text{Agua en A. fino (l)} = 946.86 \times \left(\frac{1.20 - 1.70}{100} \right)$$

$$\text{Agua en A. fino} = -4.73 \text{ l}$$

Calculamos el agua efectiva en la ecuación (12):

$$\text{Agua efectiva (l)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y) \dots (12)$$

$$\text{Agua efectiva (l)} = 205.00 - (-9.43 - 4.73)$$

$$\text{Agua efectiva} = 219.16 \text{ l}$$

13. Proporción en peso

Para determinar la proporción en peso se realiza desarrollando la siguiente ecuación.

$$\text{Cemento} : \text{Agregado fino} : \text{Agregado grueso} : \text{Agua}$$

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso hum.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento (bls)}} \dots (13)$$

$$\frac{401.17}{401.17} : \frac{958.22}{401.17} : \frac{625.25}{401.17} : \frac{219.16}{9.439}$$

$$\mathbf{1 : 2.39 : 1.56 : 23.22}$$

14. Proporción en volumen

Determinamos la proporción en volumen de los componentes del concreto mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Proporción en Volumen} = \frac{\text{Proporción en peso} \times 42.5 \times 35.31}{\text{Peso unitario}} \dots (14)$$

$$\mathbf{1 : 2.16 : 1.84 : 23.22}$$

15. Resumen de materiales por metro cubico

En la

Tabla 41 se muestra las cantidades de cada material necesarios para la elaboración de un metro cubico (1 m3) de concreto.

Tabla 41

Cantidades de material por metro cúbico de concreto $f'c=280$ kg/cm² – Método Fuller.

| Material | Cantidad por m3 de concreto (kg) | Cantidad por briqueta (kg) |
|--------------------------|---|---------------------------------------|
| Cemento | 401.17 | 2.13 |
| Agregado fino (húmedo) | 958.22 | 5.08 |
| Agregado grueso (húmedo) | 625.25 | 3.31 |
| Agua efectiva | 219.16 | 1.16 |

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis de resultados

Se elaboraron briquetas para las resistencias de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², diseñados mediante el método del ACI 211 de acuerdo a lo indicado en la norma NTP 339.033, los mismos que fueron curados en agua hasta el día de su ensayo a la compresión. El ensayo a la compresión de las briquetas se realizó de acuerdo a la norma NTP 339.034 y según la ASTM C-39, se ensayaron 3 briquetas a los 14, 21 y 28 días respectivamente

5.1.1 Ensayo a la compresión de briquetas

5.1.1.1 Resultados de ensayo para $f'c=210$ kg/cm²

En la **Tabla 42** se muestra los resultados obtenidos por el método ACI 211, para 14, 21 y 28 días respectivamente.

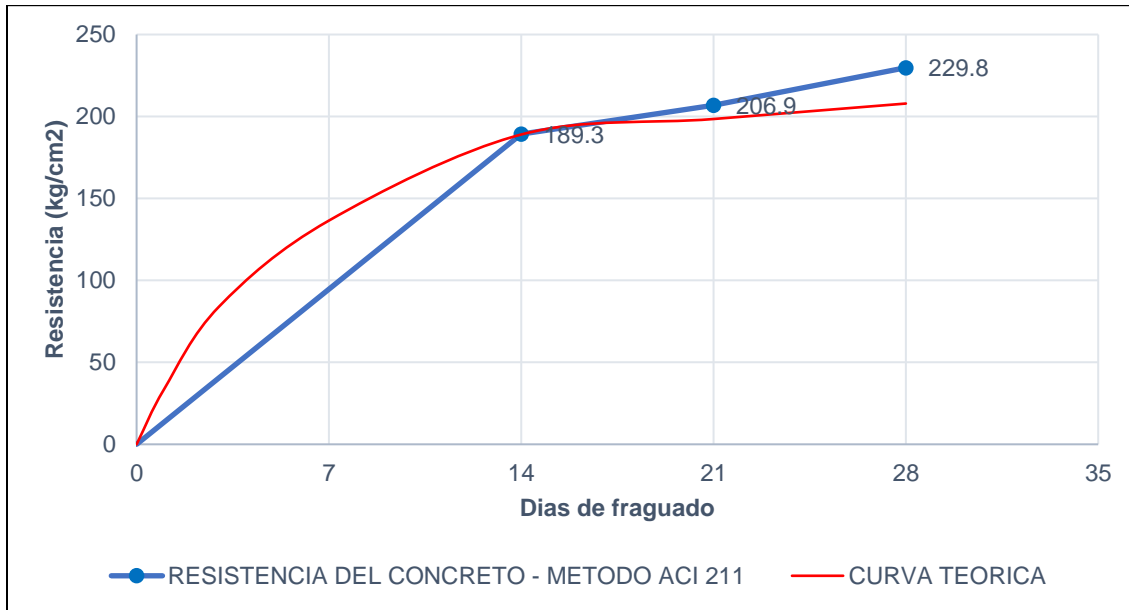
Tabla 42

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², método ACI 211.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | ACI-210-M1 | 14 | 176.7 | 12.79 | 33710 | 190.8 | |
| 2 | ACI-210-M2 | 14 | 174.4 | 12.88 | 32830 | 188.3 | 189.3 |
| 3 | ACI-210-M3 | 14 | 174.4 | 12.77 | 32930 | 188.9 | |
| 4 | ACI-210-M4 | 21 | 176.7 | 12.70 | 36580 | 207.0 | |
| 5 | ACI-210-M5 | 21 | 179.1 | 12.80 | 37400 | 208.8 | 206.9 |
| 6 | ACI-210-M6 | 21 | 176.7 | 12.70 | 36540 | 206.8 | |
| 7 | ACI-210-M7 | 28 | 176.7 | 12.60 | 40540 | 229.4 | |
| 8 | ACI-210-M8 | 28 | 179.1 | 12.60 | 41880 | 233.9 | 229.8 |
| 9 | ACI-210-M9 | 28 | 176.7 | 12.60 | 39940 | 226.0 | |

Figura 12

Curva de la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, método ACI 211.



En la **Figura 12** se observa las resistencias a la compresión de las briquetas ensayadas a los 14, 21 y 28 días, los mismos que son comparados con una curva teórica (rojo) del crecimiento de la resistencia del concreto. La resistencia alcanzada a los 28 días es de 229.8 kg/cm² la cual es mayor a la resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Los resultados obtenidos de los ensayos por el método de módulo de finura de la combinación de agregados se observan en la **Tabla 43**, para la resistencia de 210 kg/cm².

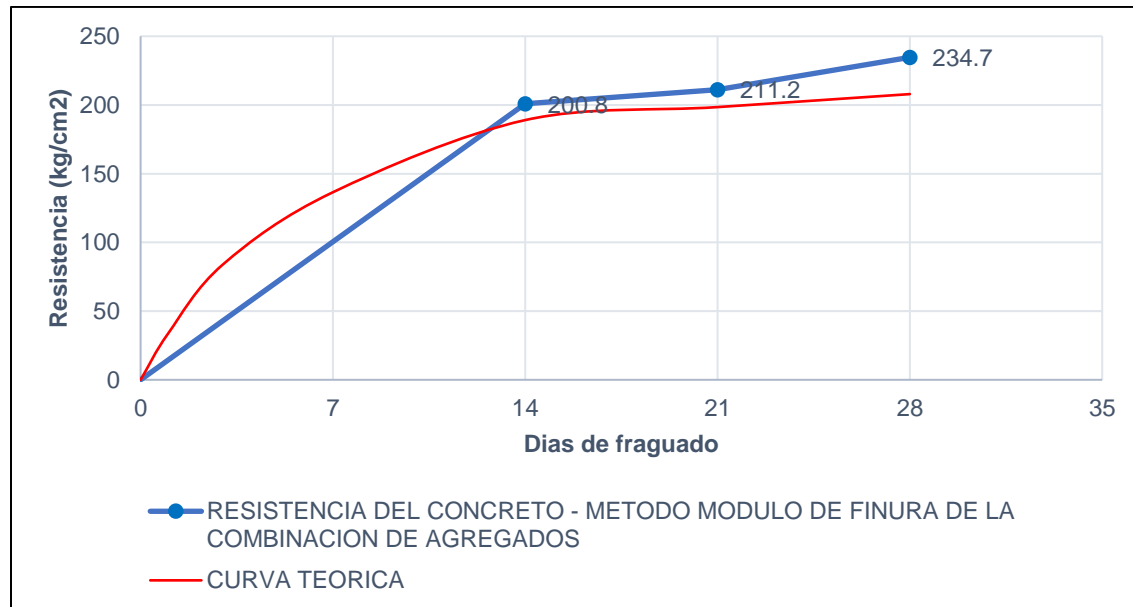
Tabla 43

Resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Módulo de finura de la combinación de agregados.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | MF-210-M1 | 14 | 176.7 | 12.7 | 34940 | 197.7 | |
| 2 | MF-210-M2 | 14 | 179.1 | 12.6 | 36590 | 204.3 | 200.8 |
| 3 | MF-210-M3 | 14 | 176.7 | 12.6 | 35390 | 200.3 | |
| 4 | MF-210-M4 | 21 | 176.7 | 12.70 | 37200 | 210.5 | |
| 5 | MF-210-M5 | 21 | 179.1 | 12.70 | 38180 | 213.2 | 211.2 |
| 6 | MF-210-M6 | 21 | 176.7 | 12.60 | 37070 | 209.8 | |
| 7 | MF-210-M7 | 28 | 176.7 | 12.50 | 41620 | 235.5 | |
| 8 | MF-210-M8 | 28 | 176.7 | 12.50 | 41090 | 232.5 | 234.7 |
| 9 | MF-210-M9 | 28 | 179.1 | 12.50 | 42260 | 236.0 | |

Figura 13

Curva de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², método módulo de finura de la combinación de agregados.



En la **Figura 13** se observa las resistencias de las briquetas ensayadas a los 14, 21 y 28 días, los mismos que son comparados con una curva teórica (rojo) del crecimiento de la

resistencia del concreto. Las resistencias alcanzadas en los días de ensayo superan la curva teórica y a los 28 días se alcanza una resistencia promedio de 234.7 kg/cm², la cual es superior a la resistencia de $f'c=210$ kg/cm² para la cual se diseñó.

Los resultados obtenidos por el método de Walker se observan en la **Tabla 44** y **Figura 14**.

Tabla 44

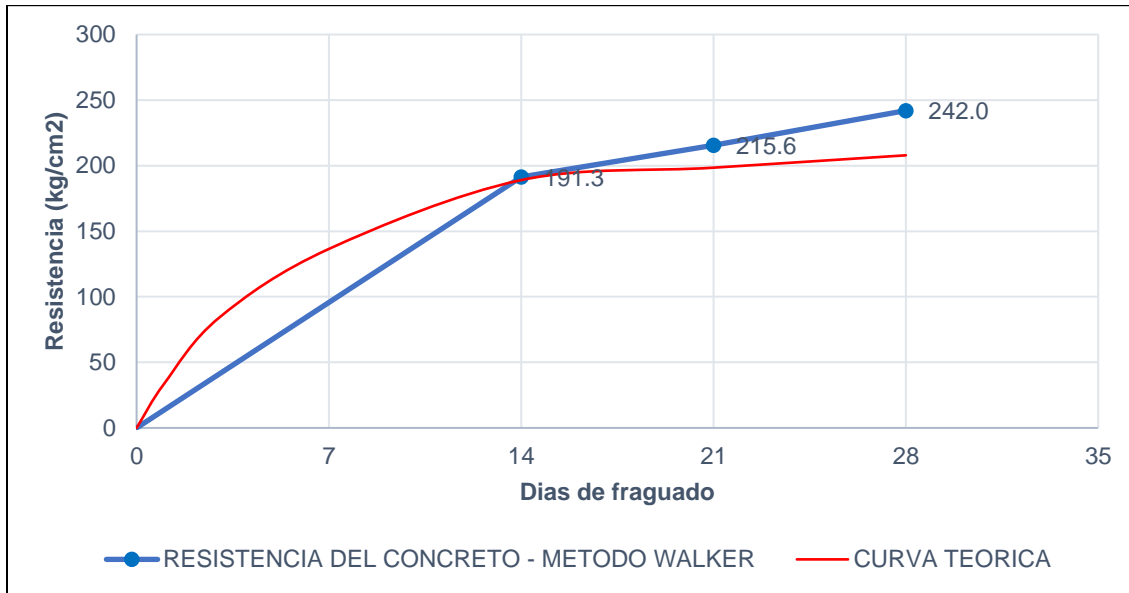
Resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Walker.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | W-210-M1 | 14 | 174.4 | 12.7 | 32350 | 185.5 | |
| 2 | W-210-M2 | 14 | 176.7 | 12.8 | 35160 | 199.0 | 191.3 |
| 3 | W-210-M3 | 14 | 176.7 | 12.8 | 33480 | 189.5 | |
| 4 | W-210-M4 | 21 | 176.7 | 12.80 | 37800 | 213.9 | |
| 5 | W-210-M5 | 21 | 176.7 | 12.80 | 39440 | 223.2 | 215.6 |
| 6 | W-210-M6 | 21 | 176.7 | 12.70 | 37080 | 209.8 | |
| 7 | W-210-M7 | 28 | 176.7 | 12.50 | 42770 | 242.0 | |
| 8 | W-210-M8 | 28 | 176.7 | 12.70 | 42800 | 242.2 | 242.0 |
| 9 | W-210-M9 | 28 | 179.1 | 12.50 | 43290 | 241.7 | |

En la **Figura 14** se observa las resistencias a la compresión de las briquetas ensayadas a los 14, 21 y 28 días. A los 14 días alcanza la resistencia teórica, a los 21 días supera holgadamente y a los 28 días se alcanza 242.0 kg/cm², el cual es mayor a la resistencia de diseño que es $f'c=210$ kg/cm².

Figura 14

Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Walker.



En la **Tabla 45** se muestra los resultados por el método Fuller, ensayados a los 14, 21 y 28 días.

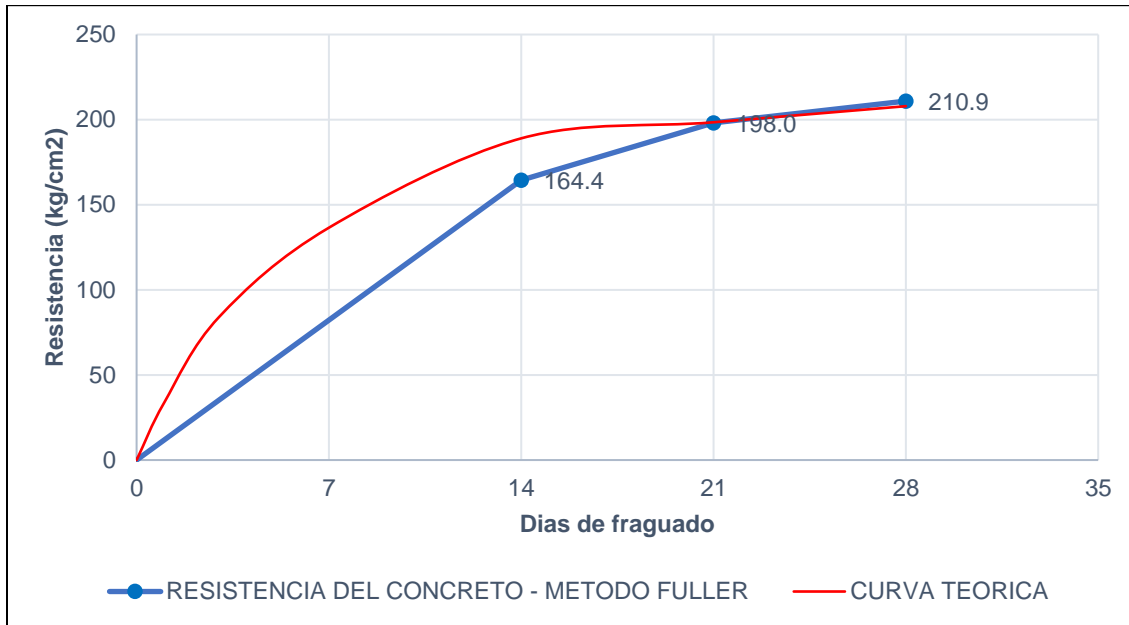
Tabla 45

Resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Fuller.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | F-210-M1 | 14 | 176.7 | 12.7 | 29390 | 166.3 | |
| 2 | F-210-M2 | 14 | 176.7 | 12.7 | 28720 | 162.5 | 164.4 |
| 3 | F-210-M3 | 14 | 174.4 | 12.7 | 28640 | 164.3 | |
| 4 | F-210-M4 | 21 | 176.7 | 12.76 | 35250 | 199.5 | |
| 5 | F-210-M5 | 21 | 176.7 | 12.79 | 34580 | 195.7 | 198.0 |
| 6 | F-210-M6 | 21 | 176.7 | 12.75 | 35150 | 198.9 | |
| 7 | F-210-M7 | 28 | 176.7 | 12.50 | 37110 | 210.0 | |
| 8 | F-210-M8 | 28 | 174.4 | 12.40 | 36830 | 211.2 | 210.9 |
| 9 | F-210-M9 | 28 | 176.7 | 12.50 | 37370 | 211.5 | |

Figura 15

Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Fuller.



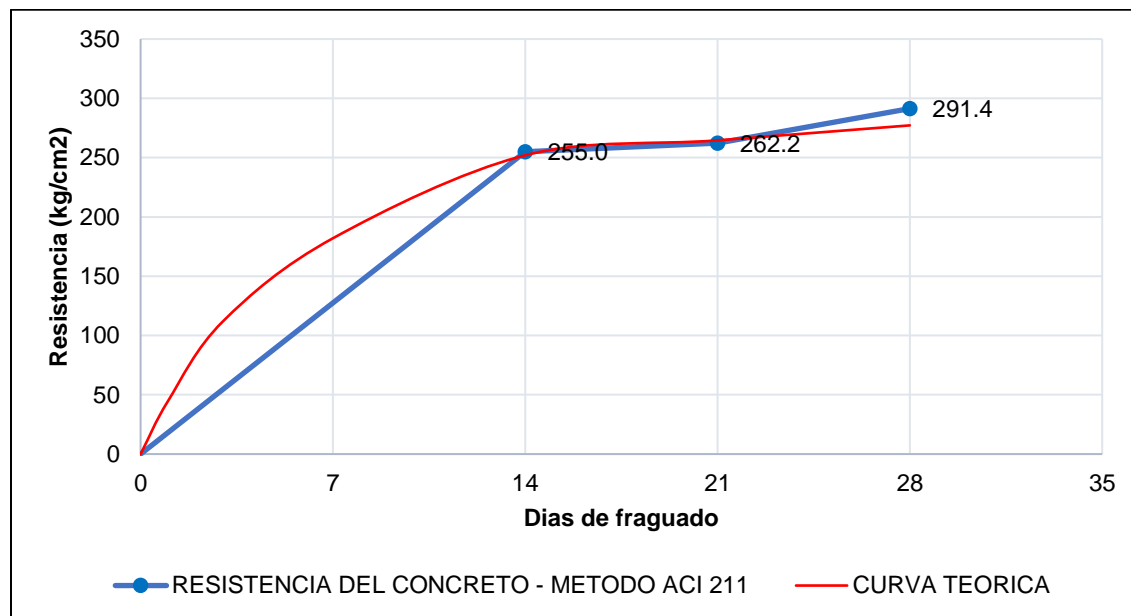
En la **Figura 15** se observa que la resistencia alcanzada a los 14 días está por debajo de la curva teórica, mientras a los 21 días logra alcanzar y a los 28 días también supera. 210.9 kg/cm² es la resistencia obtenida mediante el método de Fuller.

5.1.1.2 Resultados de ensayo para $f'c=280$ kg/cm²

En la **Tabla 46** podemos observar los resultados de las briquetas sometidas al ensayo de compresión para una resistencia de 280 kg/cm², por el método ACI 211.

Tabla 46*Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm², método ACI 211.*

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | ACI-280-M1 | 14 | 172.0 | 12.74 | 42170 | 245.1 | |
| 2 | ACI-280-M2 | 14 | 176.7 | 12.70 | 46470 | 263.0 | 255.0 |
| 3 | ACI-280-M3 | 14 | 176.7 | 12.74 | 45420 | 257.0 | |
| 4 | ACI-280-M4 | 21 | 176.7 | 12.70 | 47110 | 266.6 | |
| 5 | ACI-280-M5 | 21 | 176.7 | 12.70 | 47230 | 267.3 | 262.2 |
| 6 | ACI-280-M6 | 21 | 176.7 | 12.70 | 44660 | 252.7 | |
| 7 | ACI-280-M7 | 28 | 174.4 | 12.70 | 50530 | 289.8 | |
| 8 | ACI-280-M8 | 28 | 176.7 | 12.50 | 51420 | 291.0 | 291.4 |
| 9 | ACI-280-M9 | 28 | 176.7 | 12.70 | 51840 | 293.4 | |

Figura 16*Curva de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm², método ACI 211.*

En la **Figura 16** se observa las resistencias a la compresión de las briquetas ensayadas a los 14, 21 y 28 días, los mismos que son comparados con una curva teórica (rojo) del crecimiento de la resistencia del concreto. A los 14 días la resistencia alcanza lo mencionado

en la norma, mientras tanto, a los 21 días se observa que alcanza ajustando bastante y a los 28 días logra superar, alcanzando 291.4 kg/cm² la cual es superior a la resistencia de $f'c=280$ kg/cm².

En la **Tabla 47** se muestra los resultados de los ensayos por el método módulo de finura de la combinación de agregados. A los 14 días se obtiene 257.40, mientras a los 21 días alcanza 280.90 y finalmente a los 28 días se tiene 305 kg/cm².

Tabla 47

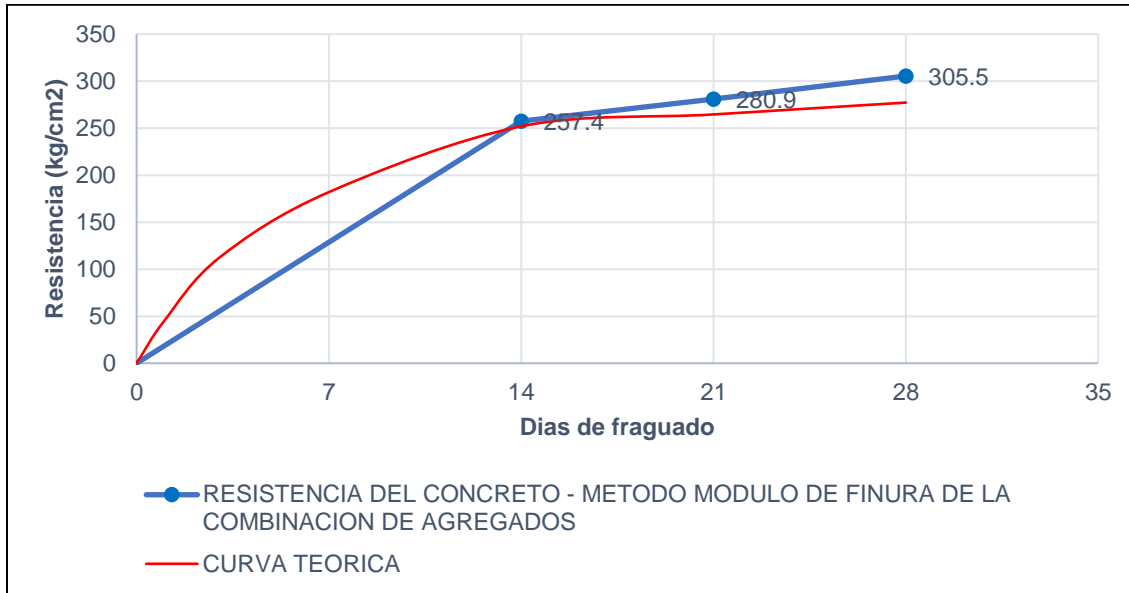
Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Módulo de finura de la combinación de agregados.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | MF-280-M1 | 14 | 176.7 | 12.7 | 45490 | 257.4 | |
| 2 | MF-280-M2 | 14 | 179.1 | 12.9 | 45850 | 256.0 | 257.4 |
| 3 | MF-280-M3 | 14 | 176.7 | 12.9 | 45710 | 258.7 | |
| 4 | MF-280-M4 | 21 | 179.1 | 12.70 | 51240 | 286.1 | |
| 5 | MF-280-M5 | 21 | 176.7 | 12.80 | 48980 | 277.2 | 280.9 |
| 6 | MF-280-M6 | 21 | 176.7 | 12.80 | 49390 | 279.5 | |
| 7 | MF-280-M7 | 28 | 179.1 | 12.70 | 55050 | 307.4 | |
| 8 | MF-280-M8 | 28 | 179.1 | 12.60 | 54810 | 306.1 | 305.5 |
| 9 | MF-280-M9 | 28 | 176.7 | 12.60 | 53530 | 302.9 | |

En la **Figura 17** se observa los resultados, los cuales alcanzan y superan la resistencia que debería de alcanzar a los 14, 21 y 28 días.

Figura 17

Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, método módulo de finura de la combinación de agregados.



En la **Tabla 48** y **Figura 18** podemos observar los resultados por método Walker.

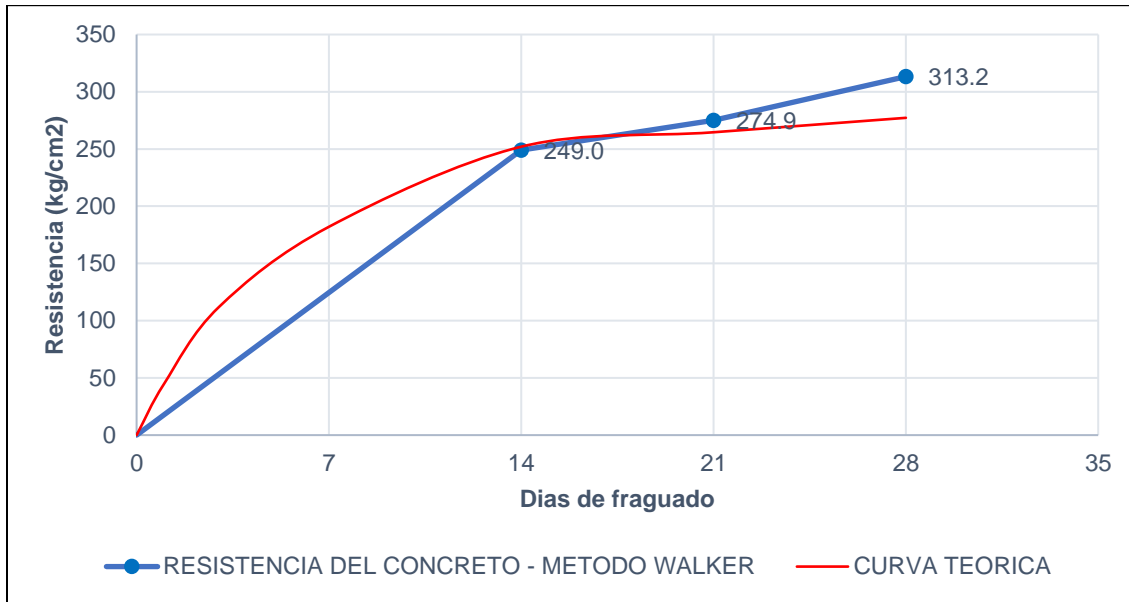
Tabla 48

Resistencia a compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, método Walker.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | W-280-M1 | 14 | 176.7 | 12.8 | 43950 | 248.7 | |
| 2 | W-280-M2 | 14 | 179.1 | 12.9 | 44650 | 249.3 | 249.0 |
| 3 | W-280-M3 | 14 | 176.7 | 12.8 | 43980 | 248.9 | |
| 4 | W-280-M4 | 21 | 176.7 | 12.70 | 48310 | 273.4 | |
| 5 | W-280-M5 | 21 | 176.7 | 12.80 | 48160 | 272.5 | 274.9 |
| 6 | W-280-M6 | 21 | 179.1 | 12.80 | 49940 | 278.9 | |
| 7 | W-280-M7 | 28 | 179.1 | 12.70 | 56050 | 313.0 | |
| 8 | W-280-M8 | 28 | 176.7 | 12.80 | 55530 | 314.2 | 313.2 |
| 9 | W-280-M9 | 28 | 179.1 | 12.60 | 55950 | 312.4 | |

Figura 18

Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Walker.



En la **Figura 18** se observa que la resistencia alcanzada a los 14, 21 y 28 días es de 249.0, 274.9 y 313.2 kg/cm² respectivamente. Los mismos que cumplen con la teoría.

Los resultados por el método Fuller se observan en la **Tabla 49** y **Figura 19**.

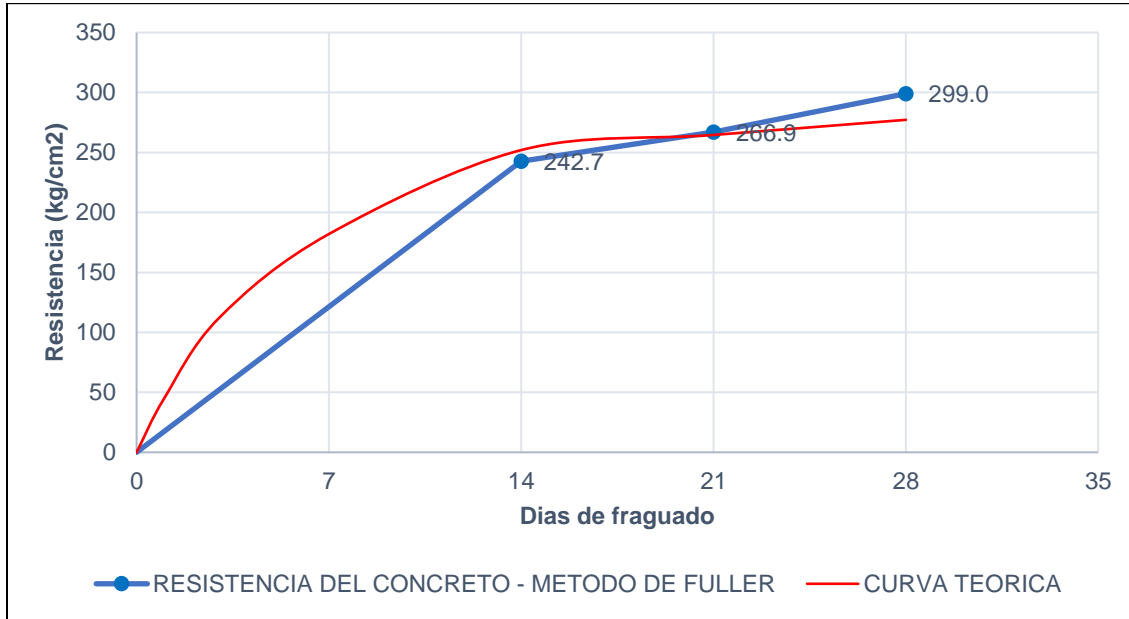
Tabla 49

Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Fuller.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | F-280-M1 | 14 | 176.7 | 12.7 | 42840 | 242.4 | |
| 2 | F-280-M2 | 14 | 174.4 | 12.7 | 42040 | 241.1 | 242.7 |
| 3 | F-280-M3 | 14 | 176.7 | 12.6 | 43220 | 244.6 | |
| 4 | F-280-M4 | 21 | 179.1 | 12.72 | 47450 | 265.0 | |
| 5 | F-280-M5 | 21 | 176.7 | 12.81 | 46800 | 264.8 | 266.9 |
| 6 | F-280-M6 | 21 | 176.7 | 12.79 | 47860 | 270.8 | |
| 7 | F-280-M7 | 28 | 176.7 | 12.50 | 52490 | 297.0 | |
| 8 | F-280-M8 | 28 | 179.1 | 12.60 | 53460 | 298.5 | 299.0 |
| 9 | F-280-M9 | 28 | 176.7 | 12.60 | 53290 | 301.6 | |

Figura 19

Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Fuller.



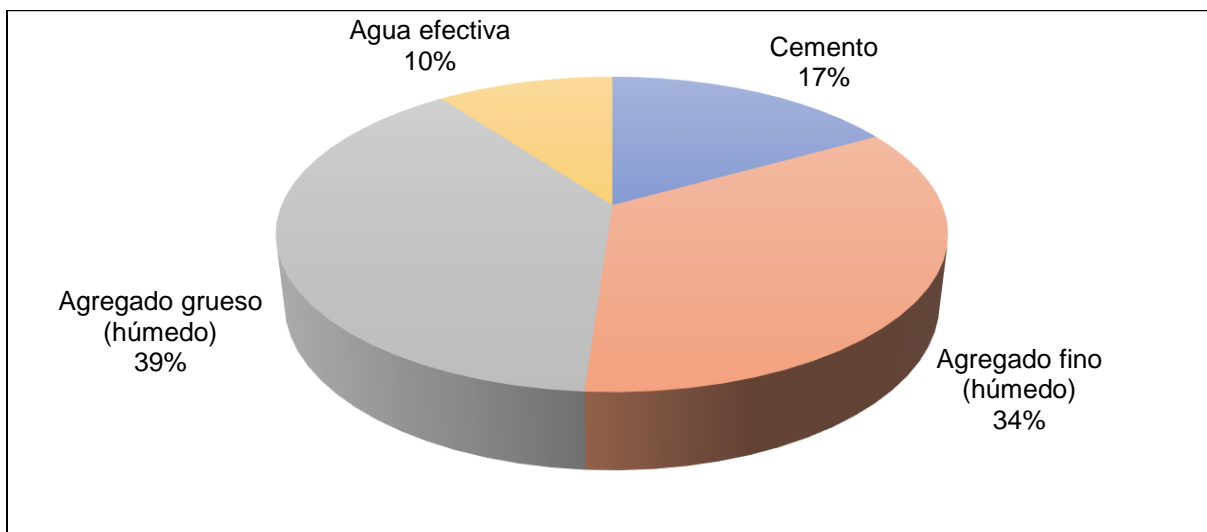
En la **Figura 19** se observa las resistencias a la compresión de las briquetas ensayadas a los 14, 21 y 28 días, los mismos que alcanzan 242.7, 260.9 y 299.0 kg/cm² respectivamente.

5.1.2 Resultados de la cantidad de materiales.

5.1.2.1 Cantidad de materiales para concreto $f'c=210$ kg/cm².

Figura 20

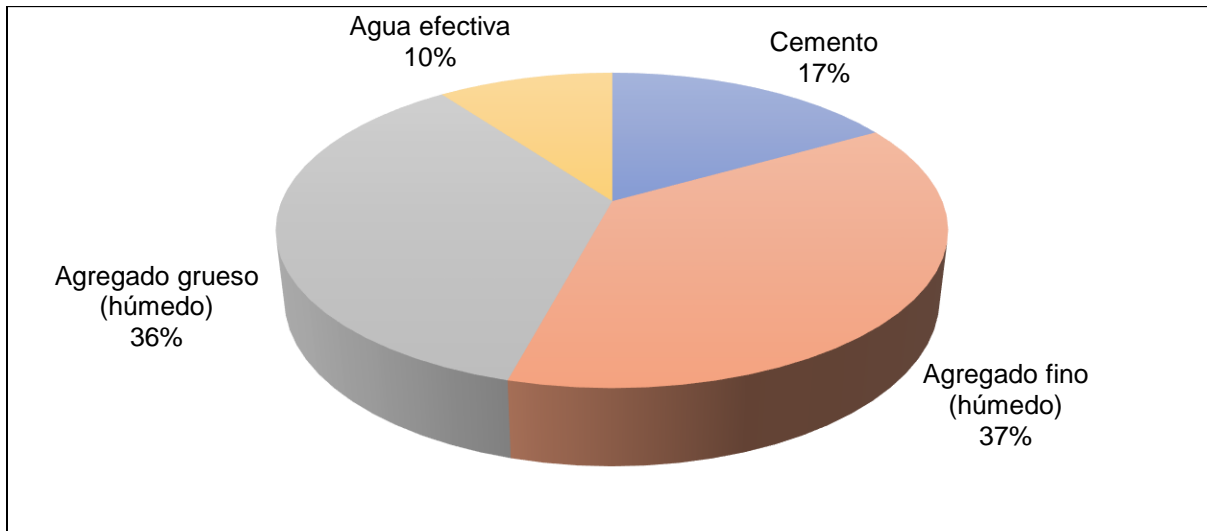
Porcentaje en peso de material por 1 m³ de concreto, método ACI 211.



En la **Figura 20** se muestra los porcentajes de insumos por m³ de concreto, donde el agregado grueso tiene un porcentaje de 39 %, el agregado fino 34%, el cemento un 17 % y el agua efectiva un porcentaje de 10 %.

Figura 21

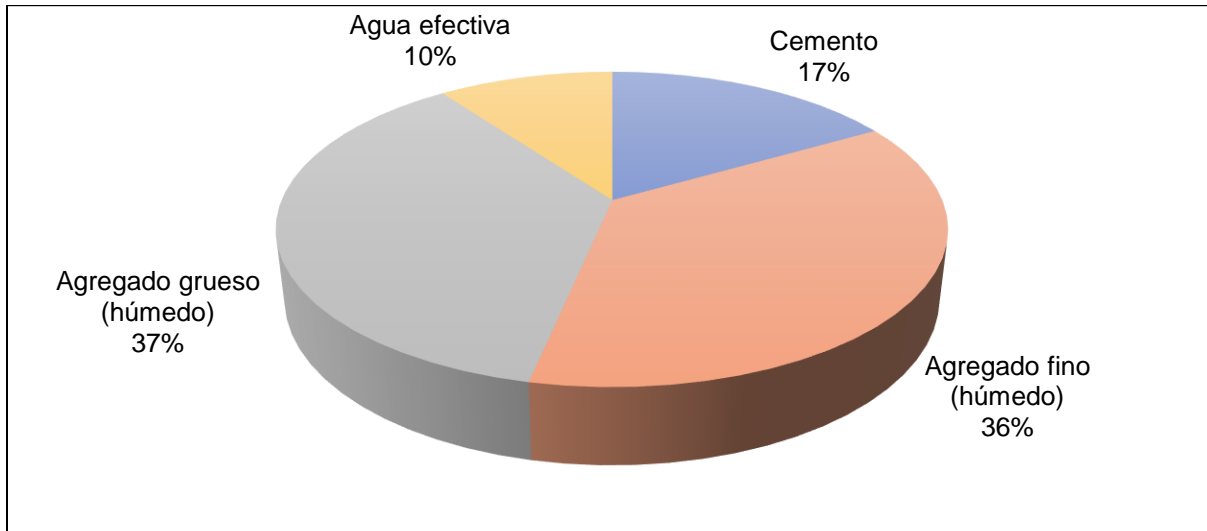
Porcentaje en peso de material por 1 m³ de concreto, método módulo de finura de la combinación de agregados.



En la **Figura 21** se observa que los agregados tienen un mayor porcentaje de incidencia con un 37% de agregado fino y 36% de agregado grueso seguido por el cemento con un 17 % y el agua efectiva con un porcentaje de 10 %.

Figura 22

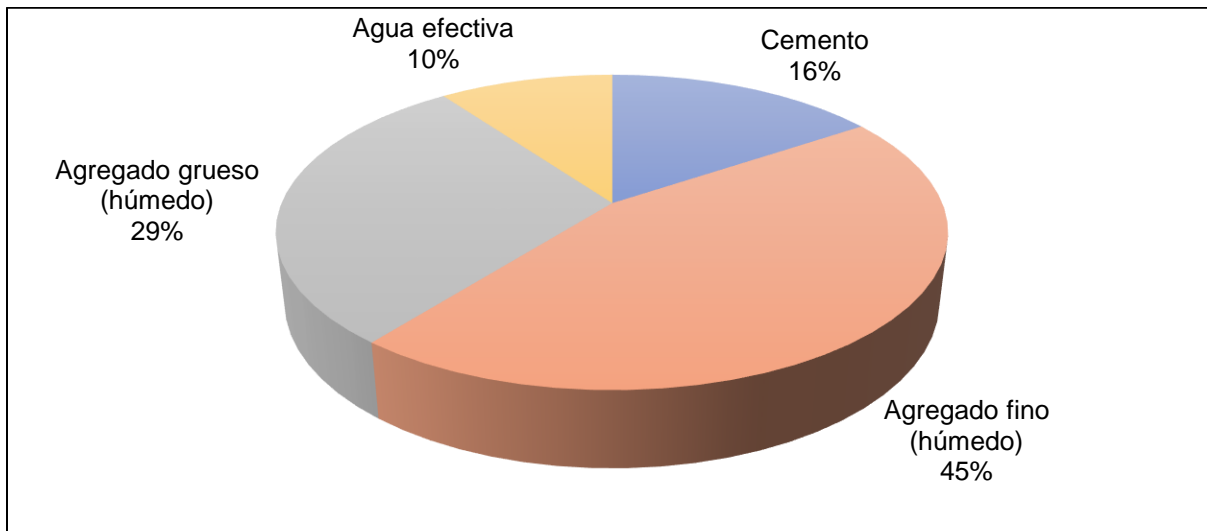
Porcentaje en peso de material por 1 m³ de concreto, método Walker.



En la **Figura 22** se observa que el agregado grueso tiene un porcentaje de 37 %, el agregado fino 36%, el cemento un 17 % y el agua efectiva un porcentaje de 10 %.

Figura 23

Porcentaje en peso de material por 1 m³ de concreto, método Fuller.

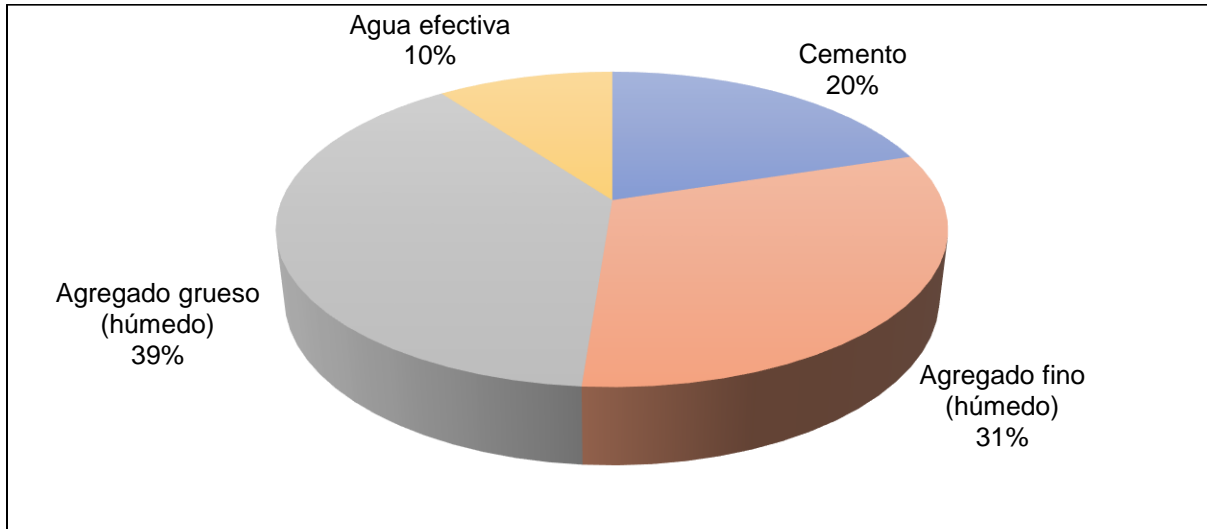


En la **Figura 23** se observa que el agregado fino tiene un mayor porcentaje de incidencia con un 45%, seguido del agregado grueso con un 29%, luego por el cemento con un 16 % y el agua efectiva con un porcentaje de 10 %.

5.1.2.2 Cantidad de materiales para concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 24

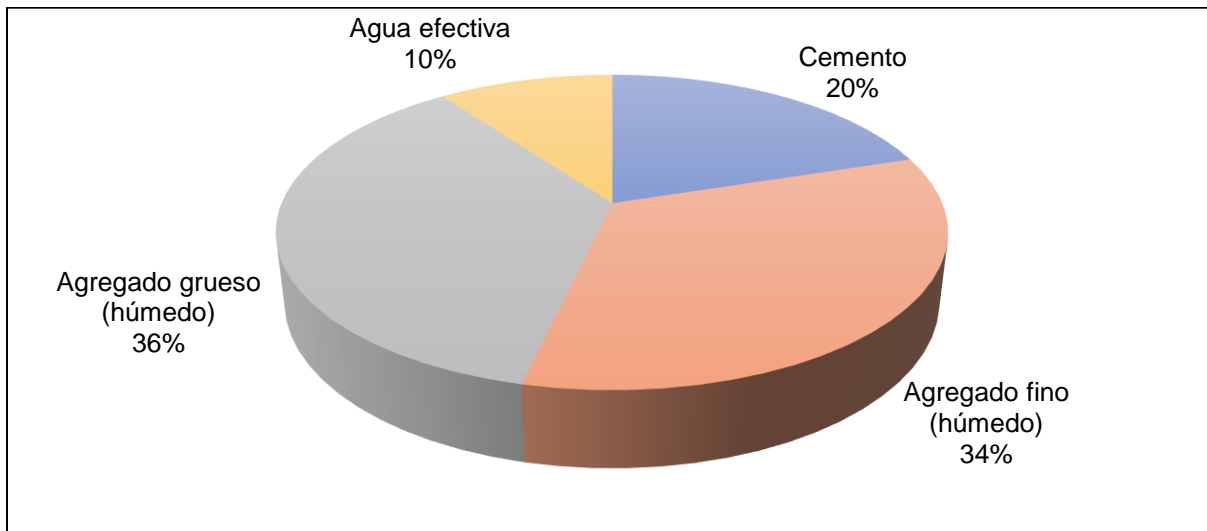
Porcentaje en peso de material por 1 m³ de concreto, método ACI 211.



En la **Figura 24** se muestra los porcentajes de insumos por m³ de concreto, donde el agregado grueso tiene un porcentaje de 39 %, el agregado fino 31%, el cemento un 20 % y el agua efectiva un porcentaje de 10 %.

Figura 25

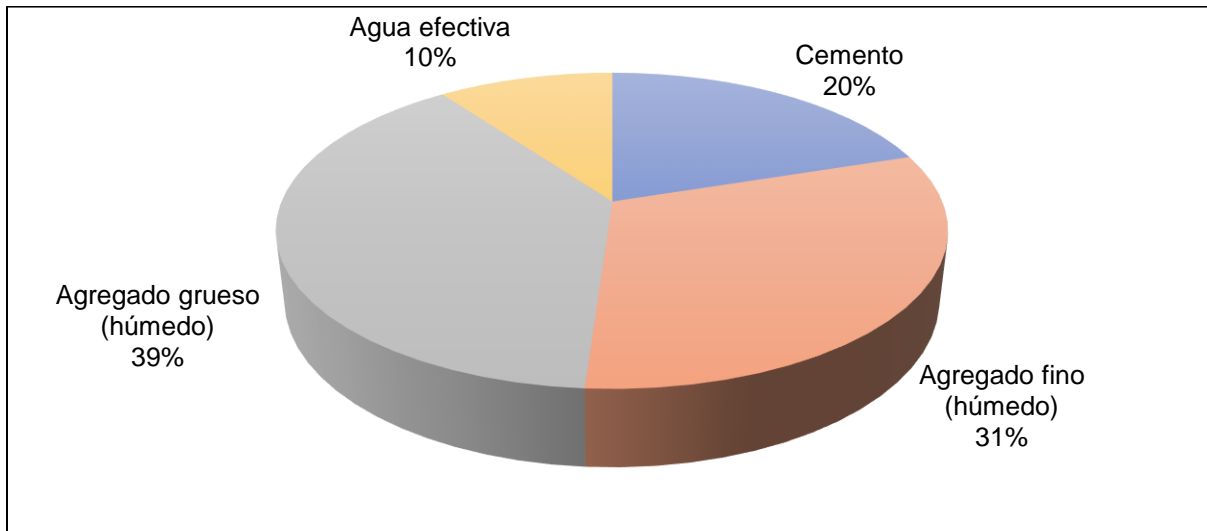
Porcentaje de material por 1 m³ de concreto, método módulo de finura de la combinación de agregados.



En la **Figura 25** se observa que los agregados tienen un mayor porcentaje de incidencia con un 37% de agregado fino y 33% de agregado grueso seguido por el cemento con un 20 % y el agua efectiva con un porcentaje de 10 %.

Figura 26

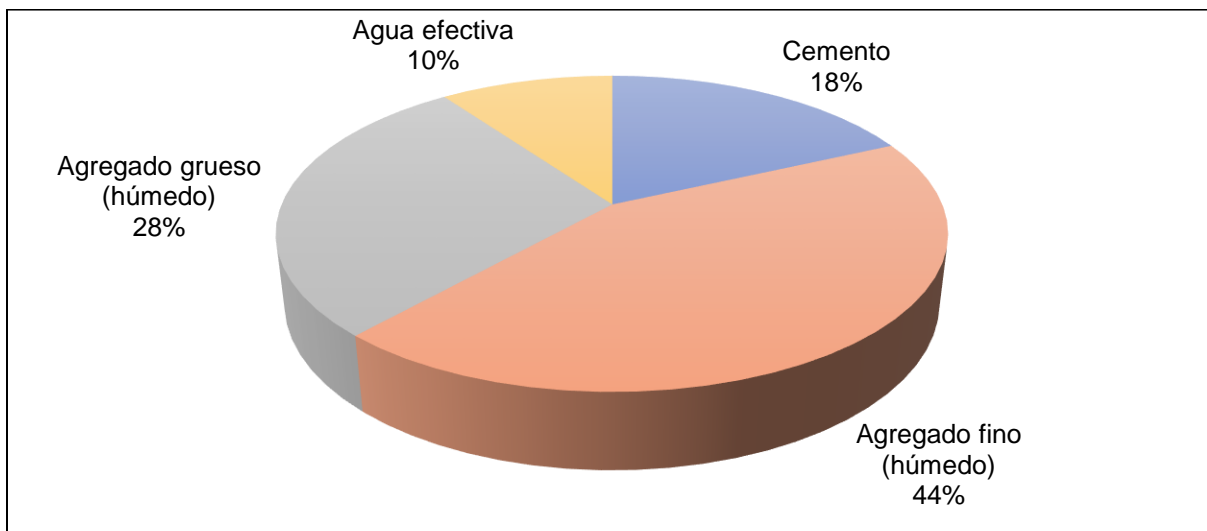
Porcentaje de material por 1 m³ de concreto, método Walker.



En la **Figura 26** se observa que el agregado grueso tiene un porcentaje de 39 %, el agregado fino 31%, el cemento un 20 % y el agua efectiva un porcentaje de 10 %.

Figura 27

Porcentaje de material por 1 m³ de concreto, método Fuller.



En la **Figura 27** se observa que el agregado fino tiene un mayor porcentaje de incidencia con un 44%, seguido del agregado grueso con un 28%, luego por el cemento con un 18 % y el agua efectiva con un porcentaje de 10 %.

5.1.3 Costos de producción

Los costos de la mano de obra se obtuvieron de Determinación del costo hora hombre para Cusco (Aguilar Huerta, 2024).

5.1.3.1 Costos de producción del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Tabla 50

Costos de producción para un concreto $f'c=210$ kg/cm², método ACI 211.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | m3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | hh | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | hh | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | bol | | 8.6440 | 24.12 | 208.49 |
| Arena fina | m3 | | 0.1800 | 69.21 | 12.46 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.2700 | 60.73 | 16.40 |
| Piedra chancada de 1/2" | m3 | | 0.6650 | 52.26 | 34.75 |
| Agua | m3 | | 0.2210 | 1.04 | 0.23 |
| | | | | | 272.33 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.16 | 1.02 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 312.76 |

Nota. No se considera el IGV.

Se observa en la **Tabla 50**, la mano de obra cuesta 34.19, los materiales 272.33 y los equipos y herramientas 6.24. Por tanto, el costo de producción es de 312.76 soles sin considerar IGV.

Los costos de mano de obra y equipos será constante para los demás costos de producción, debido a que la cantidad de materiales es variable de método a método.

Tabla 51

Costos de producción para un concreto $f'c=210$ kg/cm², método módulo de finura de la combinación de agregados.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | m3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | hh | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | hh | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | bol | | 8.6440 | 24.12 | 208.49 |
| Arena fina | m3 | | 0.1968 | 69.21 | 13.62 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.2952 | 60.73 | 17.93 |
| Piedra chancada de 1/2" | m3 | | 0.6150 | 52.26 | 32.14 |
| Agua | m3 | | 0.2210 | 1.04 | 0.23 |
| | | | | | 272.41 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.16 | 1.02 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 312.84 |

Nota. No se considera el IGV.

Se observa en la **Tabla 51**, que el costo de producción es de 312.84 soles.

Tabla 52

Costos de producción para un concreto $f'c=210$ kg/cm², método Walker.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | M3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | HH | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | HH | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | BOL | | 8.6020 | 24.12 | 207.48 |
| Arena fina | M3 | | 0.1924 | 69.21 | 13.32 |
| Arena gruesa | M3 | | 0.2886 | 60.73 | 17.53 |
| Piedra chancada de 1/2" | M3 | | 0.6300 | 52.26 | 32.92 |
| Agua | M3 | | 0.2200 | 1.04 | 0.23 |
| | | | | | 271.47 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.16 | 1.02 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 311.90 |

Nota. No se considera el IGV.

El costo de producción por el método de Walker para una resistencia de 210 kg/cm² es de 311.90 soles, como se observa en la **Tabla 52**.

Tabla 53

Costos de producción para un concreto $f'c=210$ kg/cm², método Fuller.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | M3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | HH | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | HH | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | BOL | | 8.0800 | 24.12 | 194.89 |
| Arena fina | M3 | | 0.2384 | 69.21 | 16.50 |
| Arena gruesa | M3 | | 0.3576 | 60.73 | 21.72 |
| Piedra chancada de 1/2" | M3 | | 0.5070 | 52.26 | 26.50 |
| Agua | M3 | | 0.2200 | 1.04 | 0.23 |
| | | | | | 259.83 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.16 | 1.02 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 300.26 |

Nota. No se considera el IGV.

En la **Tabla 53**, observamos 300.26 soles como costo de producción por el método de Fuller para 210 kg/cm².

5.1.3.2 Costos de producción del concreto $f'c=280$ kg/cm².

Tabla 54

Costos de producción para un concreto $f'c=280$ kg/cm², método ACI 211.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | M3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | HH | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | HH | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | BOL | | 10.3510 | 24.12 | 249.67 |
| Arena fina | M3 | | 0.1636 | 69.21 | 11.32 |
| Arena gruesa | M3 | | 0.2454 | 60.73 | 14.90 |
| Piedra chancada de 1/2" | M3 | | 0.6650 | 52.26 | 34.75 |
| Agua | M3 | | 0.2210 | 1.04 | 0.23 |
| | | | | | 310.87 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.16 | 1.02 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 351.30 |

Nota. No se considera el IGV.

Se observa en la **Tabla 54**, 351.30 soles en producción de concreto 280 kg/cm² por el método del comité ACI 211. En todos los métodos, los costos de mano de obra y equipos es constante, por tanto 34.19 y 6.24 soles son constantes.

Tabla 55

Costos de producción para un concreto $f'c=280$ kg/cm², método módulo de finura de la combinación de agregados.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | M3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | HH | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | HH | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | BOL | | 10.3510 | 24.12 | 249.67 |
| Arena fina | M3 | | 0.1768 | 69.21 | 12.24 |
| Arena gruesa | M3 | | 0.2652 | 60.73 | 16.11 |
| Piedra chancada de 1/2" | M3 | | 0.6260 | 52.26 | 32.71 |
| Agua | M3 | | 0.2210 | 1.04 | 0.23 |
| | | | | | 310.95 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.16 | 1.02 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 351.38 |

Nota. No se considera el IGV.

Se observa 351.38 soles como costo de producción del concreto por el método de módulo de finura de la combinación de agregados, como se observa en la **Tabla 55**.

Tabla 56

Costos de producción para un concreto $f'c=280$ kg/cm², método Walker.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | M3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | HH | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | HH | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | BOL | | 10.3000 | 24.12 | 248.44 |
| Arena fina | M3 | | 0.1636 | 69.21 | 11.32 |
| Arena gruesa | M3 | | 0.2454 | 60.73 | 14.90 |
| Piedra chancada de 1/2" | M3 | | 0.6690 | 52.26 | 34.96 |
| Agua | M3 | | 0.2200 | 1.04 | 0.23 |
| | | | | | 309.85 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.16 | 1.02 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 350.28 |

Nota. No se considera el IGV.

Se observa en la **Tabla 56**, que el costo de producción es de 350.28 soles.

Tabla 57

Análisis de costos de producción para un concreto $f'_c=280$ kg/cm², método Fuller.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | M3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | HH | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | HH | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | BOL | | 9.4390 | 24.12 | 227.67 |
| Arena fina | M3 | | 0.2308 | 69.21 | 15.97 |
| Arena gruesa | M3 | | 0.3462 | 60.73 | 21.02 |
| Piedra chancada de 1/2" | M3 | | 0.4920 | 52.26 | 25.71 |
| Agua | M3 | | 0.2190 | 1.04 | 0.23 |
| | | | | | 290.61 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.16 | 1.02 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 331.03 |

Nota. No se considera el IGV.

Por el método de Fuller se obtiene 331.03 soles como costo de producción, de acuerdo a la **Tabla 57**.

5.2 Análisis comparativo

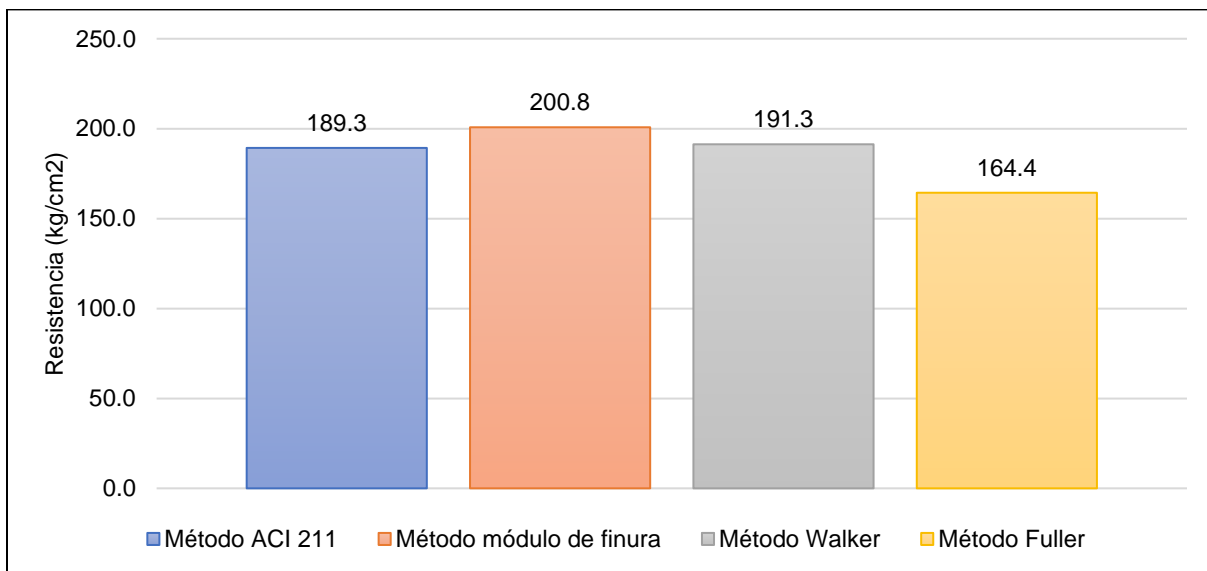
5.2.1 Comparación de los resultados de ensayo a la compresión de briquetas

El vaciado de concreto en las briquetas y el curado de las mismas se realizaron en las mismas condiciones para todos, afín de obtener una homogeneidad en las características físicas de las briquetas.

5.2.1.1 Resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm²

Figura 28

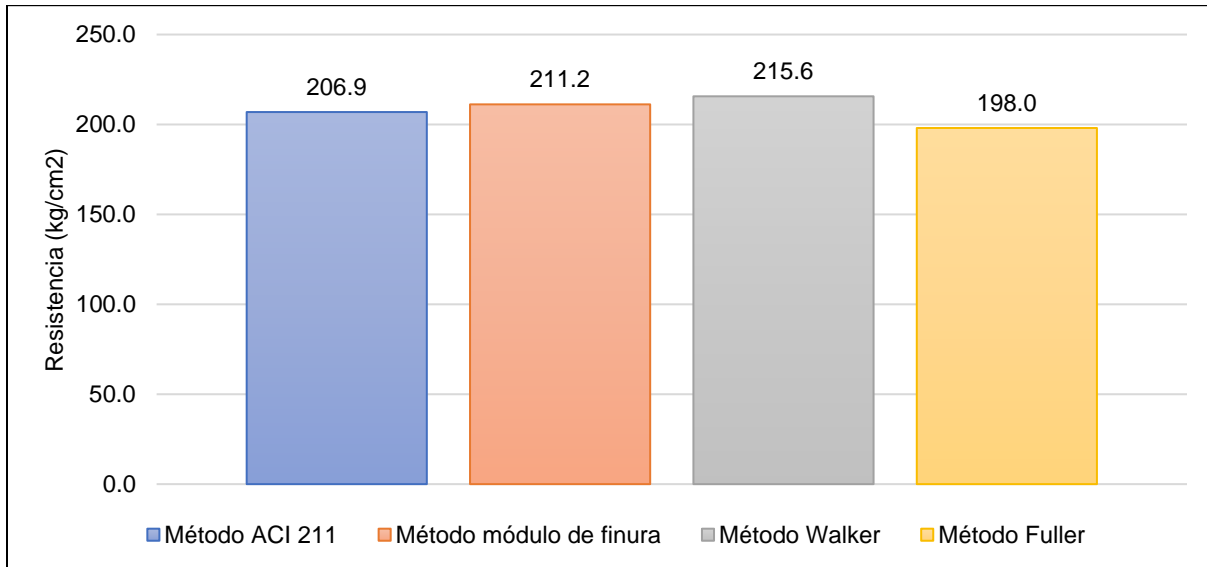
Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² a los 14 días.



En la **Figura 28** se observa que las briquetas diseñadas por el método de módulo de finura de la combinación de agregados alcanza una mayor resistencia, alcanzando 200.8 kg/cm² a los 14 días y la menor resistencia se obtiene por el método de Fuller con una resistencia de 164.4 kg/cm².

Figura 29

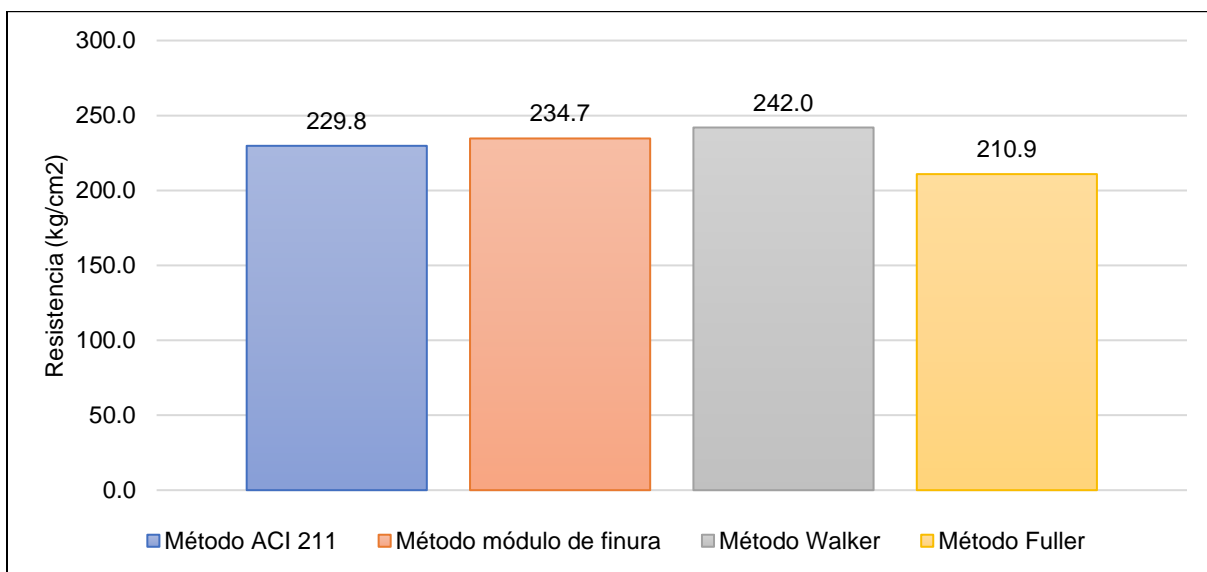
Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² a los 21 días.



De la **Figura 29** se observa que el método de Walker tiene una resistencia a la compresión de 215.6 kg/cm² a los 21 días, la cual es mayor en comparación de los otros métodos.

Figura 30

Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días.



La **Figura 30** muestra que el método de Walker alcanza una resistencia a la compresión de 242.0 kg/cm² a los 28 días, considerándose como el método con mayor resistencia alcanzada, seguidamente por el método de módulo de finura de la combinación de agregados con una resistencia de 234.7 kg/cm², en tercera ubicación tenemos el método del ACI 211 con una resistencia de 229.8 kg/cm² y en última ubicación tenemos el método de Fuller con una resistencia de 210.9 kg/cm². El diseño de mezclas de concreto obtenido para los cuatro métodos se realizó para una resistencia de 210 kg/cm².

En la **Tabla 58** se muestra la resistencia alcanzada a los 28 días para un concreto de $f'c=210$ kg/cm² diseñados por los cuatro métodos, además de ello se muestra los porcentajes alcanzados en comparación a la resistencia del concreto para el cual fue diseñado ($f'c=210$ kg/cm²).

Tabla 58

Resistencias a los 28 días, para un concreto $f'c=210$ kg/cm².

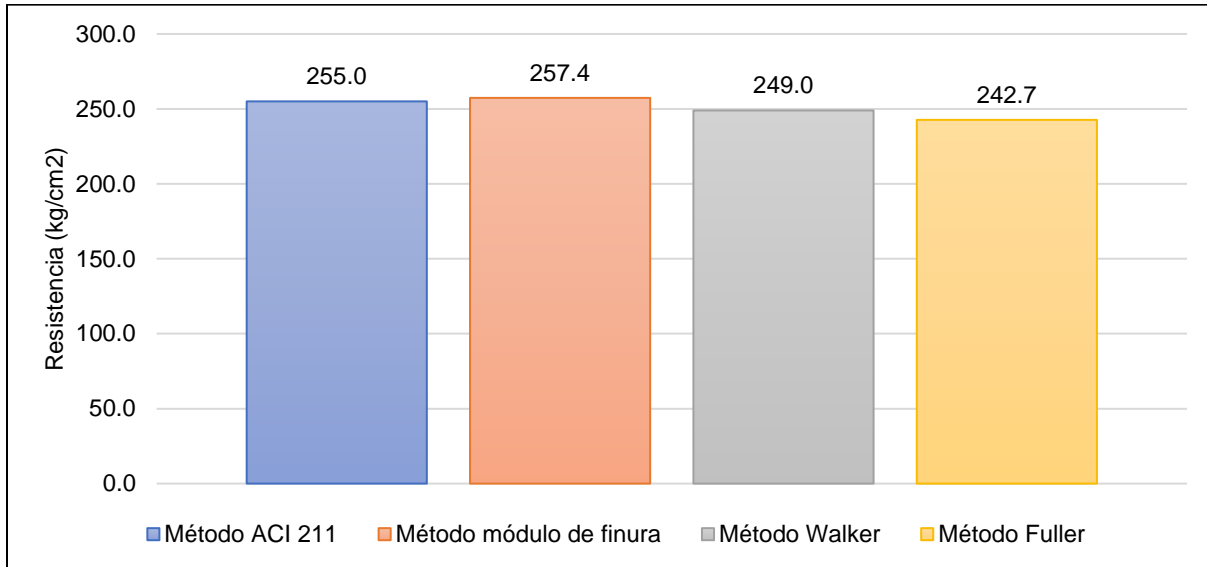
| | ACI 211 | Módulo finura de la combinación de agregados | Walker | Fuller |
|--|---------|--|---------|---------|
| Resistencia promedio (kg/cm ²) | 229.8 | 234.7 | 242.0 | 210.9 |
| % alcanzado | 109.41% | 111.75% | 115.23% | 100.43% |

Los cuatro métodos superaron la resistencia de 210 kg/cm², valor para el cual fue diseñado, el método de Walker alcanza un porcentaje mayor de 115.23 % y el método de Fuller es el método que superó ligeramente con un porcentaje de 100.43 %.

5.2.1.2 Resistencia a la compresión $f'c=280$ kg/cm²

Figura 31

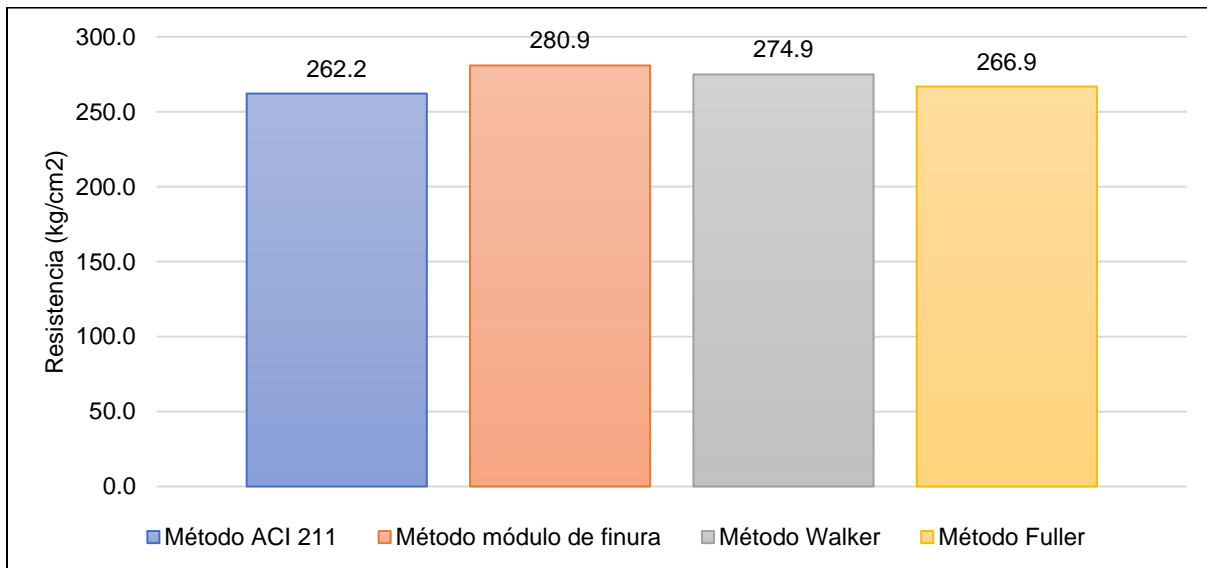
Resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días.



En la **Figura 31** se observa que por el método de módulo de finura de la combinación de agregados se alcanza una resistencia de 257.4 kg/cm² a los 14 días, la cual es ligeramente superior al método del ACI 211 que tiene una resistencia de 255.0 kg/cm², seguidos por los métodos de Walker y Fuller.

Figura 32

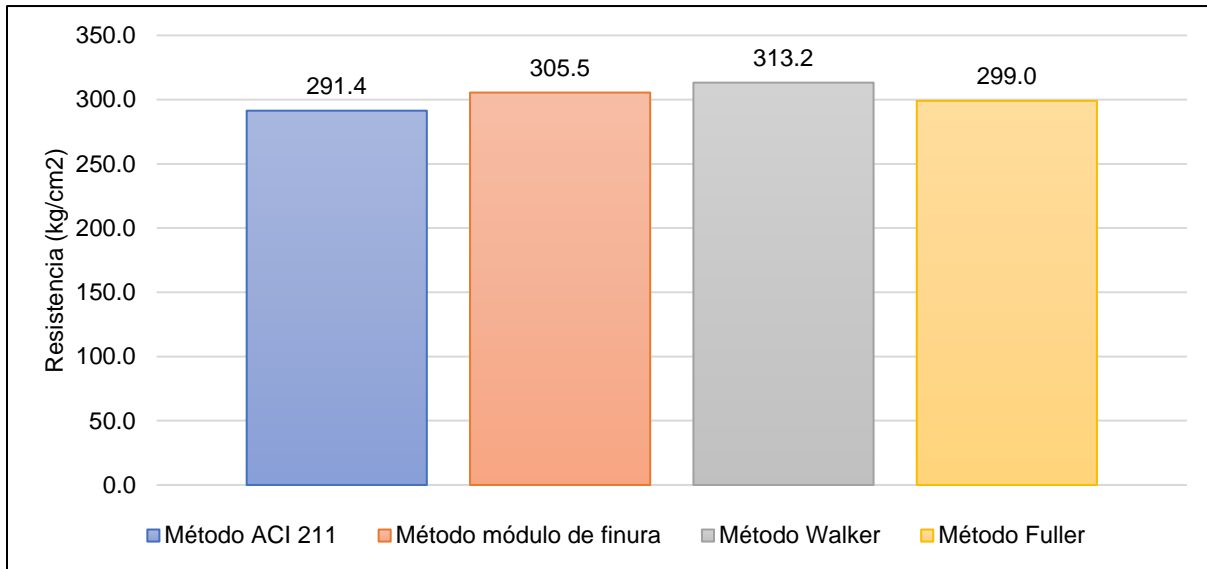
Resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm² a los 21 días.



En la **Figura 32** se observa que el método de módulo de finura de la combinación de agregados tiene una resistencia de 280.9 kg/cm² a los 21 días, siendo este método superior a los demás y el método de ACI 211 es el que tiene menor resistencia a la compresión alcanza, 262.2 kg/cm².

Figura 33

Resistencia del concreto $f'_c=280$ kg/cm² a los 28 días.



La **Figura 33** muestra las resistencias alcanzadas para un concreto con una resistencia de $f'_c=280$ kg/cm², en la cual se observa que el método de Walker tiene una resistencia de 313.2 kg/cm² a los 28 días, siendo este método el que mejor resistencia tiene, seguido del método de módulo de finura de la combinación de agregados con una resistencia de 305.5 kg/cm², seguido por el método de Fuller con 299.0 kg/cm² y el método del ACI 211 con una resistencia de 291.4 kg/cm².

La **Tabla 59** muestra las resistencias y porcentajes alcanzados a los 28 días para un concreto de $f'_c=280$ kg/cm².

Tabla 59

Resistencias a los 28 días, para un concreto $f'c=280$ kg/cm².

| | ACI 211 | Módulo finura de la combinación de agregados | Walker | Fuller |
|--|---------|--|---------|---------|
| Resistencia promedio (kg/cm ²) | 291.4 | 305.5 | 313.2 | 299.0 |
| % alcanzado | 104.06% | 109.09% | 111.86% | 106.80% |

Los cuatro métodos superaron la resistencia de $f'c=280$ kg/cm² valor para el cual fue diseñado, el método de Walker alcanza un porcentaje mayor de 111.86 %, seguido por el método de módulo de finura de la combinación de agregados con un porcentaje de 109.09 %, seguido por el método de Fuller y el método del ACI 211 es el método que superó ligeramente con un porcentaje de 104.06 %.

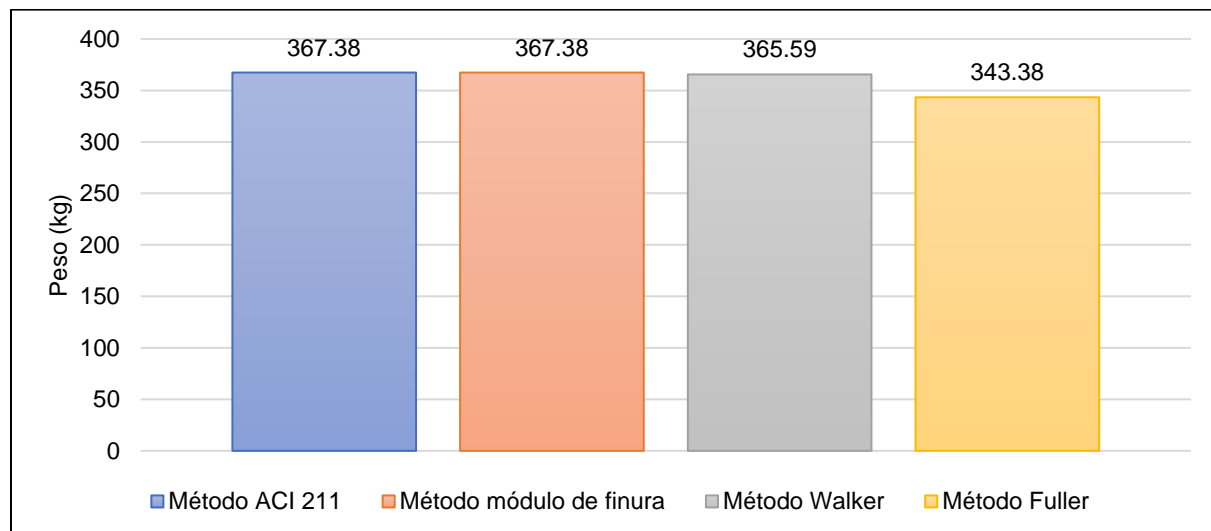
5.2.2 Comparación de cantidades de materiales por m³ de concreto

5.2.2.1 Cantidad de materiales para un concreto de $f'c=210$ kg/cm².

Se muestra la variación del cemento necesario para la elaboración de 1 m³ de concreto $f'c=210$ kg/cm² por los cuatro métodos.

Figura 34

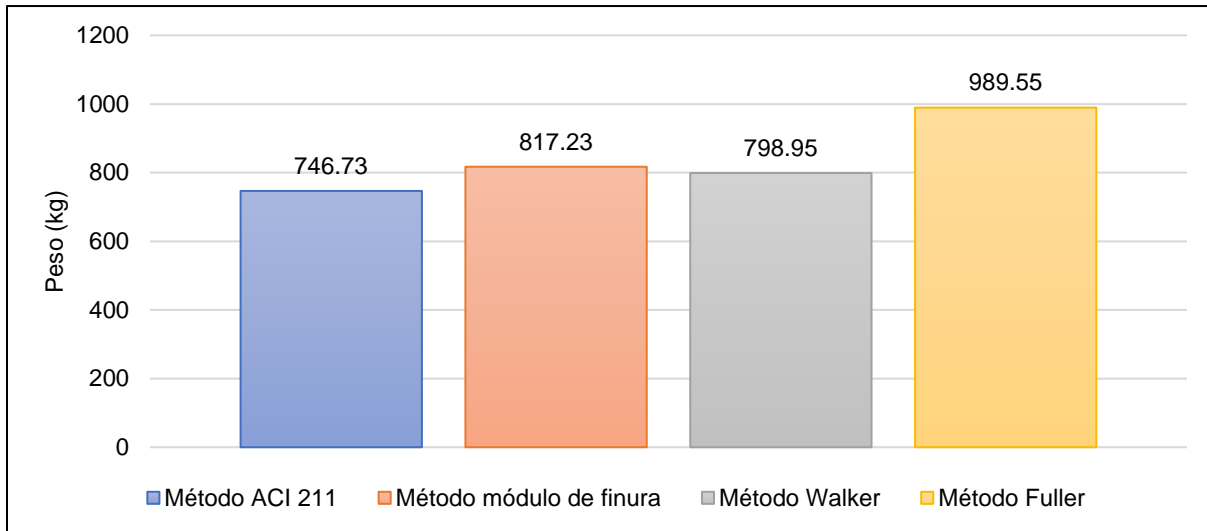
Cemento por 1 m³ de concreto $f'c=210$ kg/cm².



En la **Figura 34** observamos que los métodos del ACI 211 y módulo de finura de la combinación de agregados requieren de mayor cantidad de cemento (367.38 kg) y el método de Fuller requiere 343.38 kg siendo este el método que tiene la menor cantidad de cemento para un concreto de $f'c=210$ kg/cm².

Figura 35

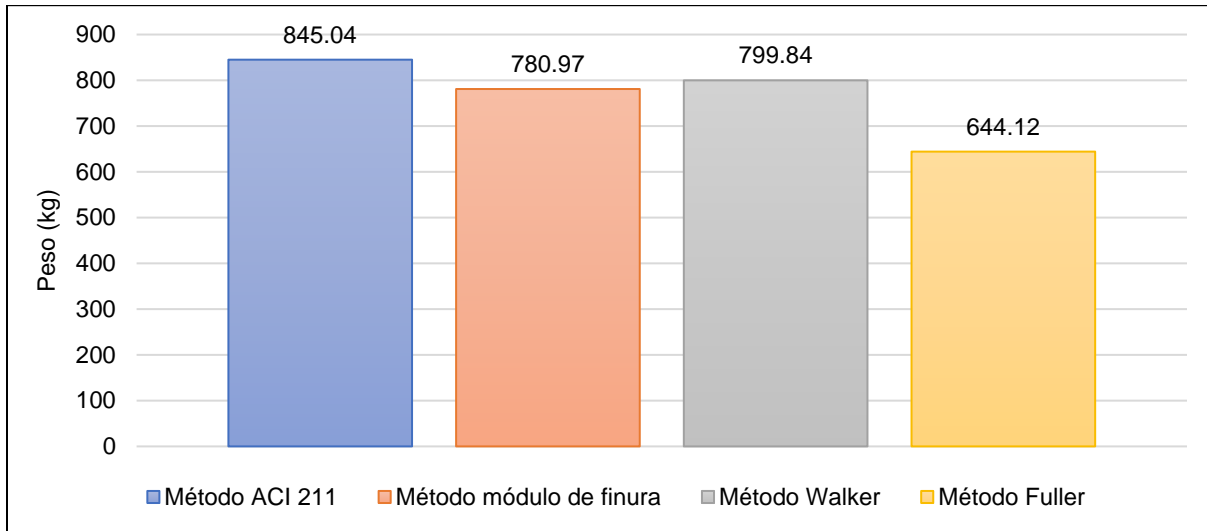
Agregado fino por 1 m³ de concreto $f'c=210$ kg/cm².



En la **Figura 35** se observa que el método de Fuller es el que requiere una cantidad de 989.55 kg de agregado fino para la elaboración de 1 m³ de concreto, siendo el método que más finos utiliza en su diseño, y el método del ACI 211 es el que requiere menor cantidad de agregado con un valor de 746.73 kg.

Figura 36

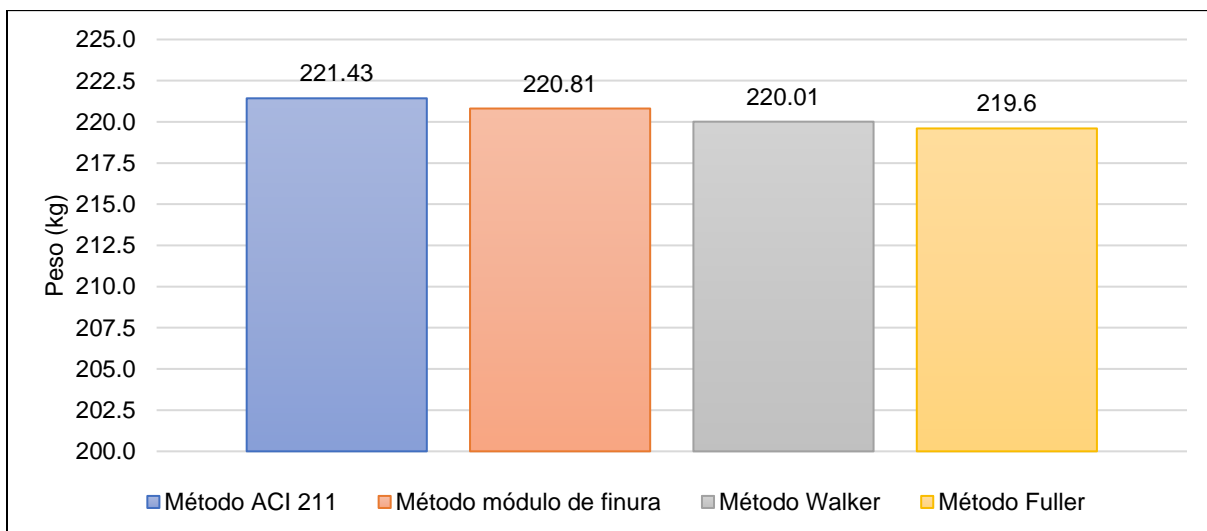
Agregado grueso por 1 m³ de concreto $f'c=210$ kg/cm².



En la **Figura 36** se observa que el método del ACI 211 requiere mayor cantidad de agregado grueso (845.04 kg), seguido de cerca por los métodos de Walker y módulo de finura de la combinación de agregados; con una cantidad de 644.12 kg se encuentra el método de Fuller siendo este el que requiere la menor cantidad de agregado fino en comparación a los demás métodos.

Figura 37

Agua por 1 m³ de concreto $f'c=210$ kg/cm².



En la **Figura 37** se observa que el método que requiere la mayor cantidad de agua efectiva es el método de ACI 211 con una cantidad de 221.43 l, y el método que requiere la menor cantidad de agua es el de Fuller.

Tabla 60

Pesos de material por 1 m3 de concreto $f'c=210$ kg/cm2.

| Materiales | | Módulo de finura de la | | | |
|--------------------------|------|------------------------|--------------------------|--------|--------|
| | | ACI 211 | combinación de agregados | Walker | Fuller |
| Cemento | (kg) | 367.38 | 367.38 | 365.59 | 343.38 |
| Agregado fino (húmedo) | (kg) | 746.73 | 817.23 | 798.95 | 989.55 |
| Agregado grueso (húmedo) | (kg) | 845.04 | 780.97 | 799.84 | 644.12 |
| Agua efectiva | (l) | 221.43 | 220.81 | 220.01 | 219.6 |

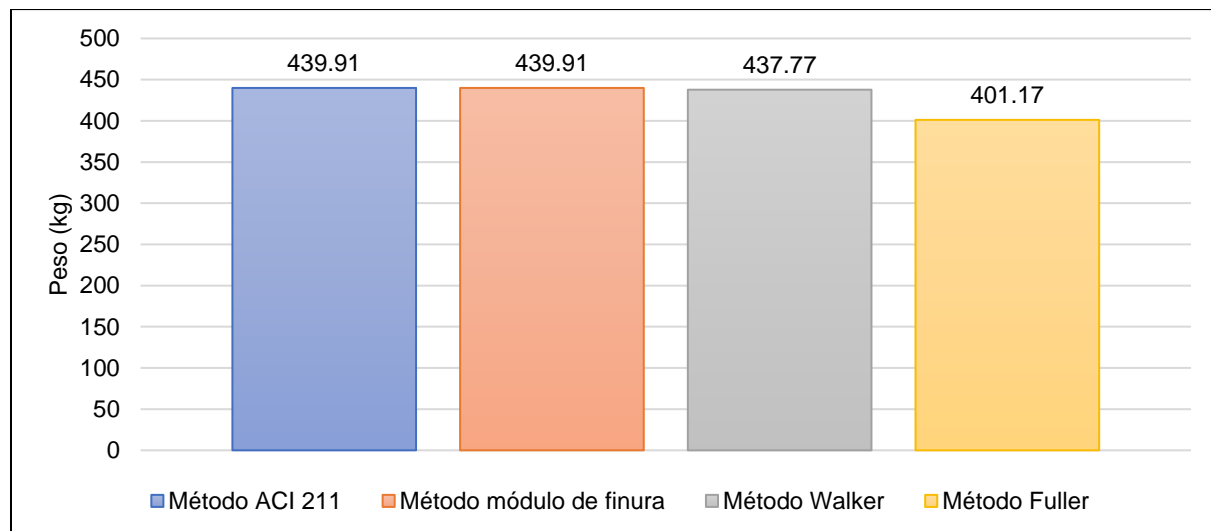
En la **Tabla 60** observamos las cantidades de materiales por los cuatro métodos, para 1 m3 de concreto, con una resistencia de 210 kg/cm2.

5.2.2.2 Cantidad de materiales para un concreto de $f'c=280$ kg/cm2.

Se muestra la variación del cemento necesario para la elaboración de 1 m3 de concreto por los cuatro métodos.

Figura 38

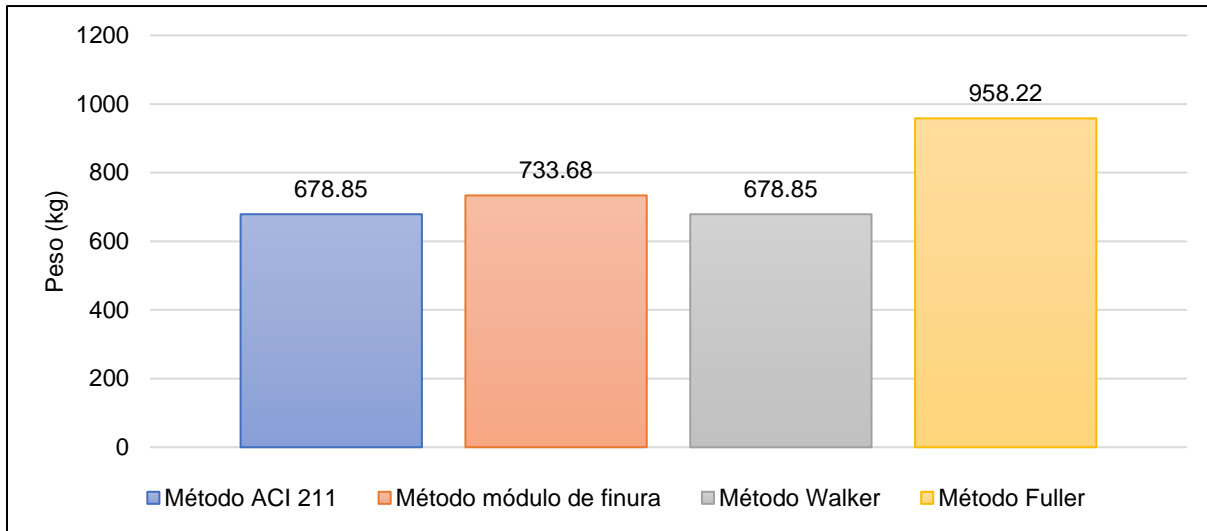
Cemento por 1 m3 de concreto $f'c=280$ kg/cm2.



En la **Figura 38** observamos que los métodos del ACI 211 y módulo de finura de la combinación de agregados requieren de mayor cantidad de cemento (439.91 kg) y el método de Fuller requiere 401.17 kg siendo este el método que tiene la menor cantidad de cemento para un concreto de $f'c=280$ kg/cm².

Figura 39

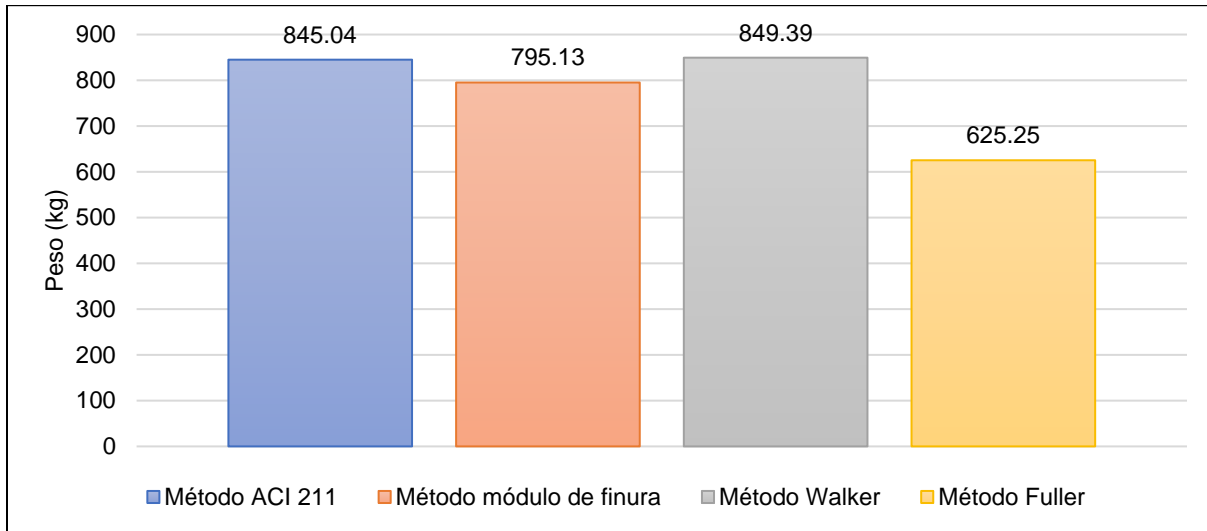
Agregado fino por 1 m³ de concreto $f'c=280$ kg/cm².



En la **Figura 39** se observa que el método de Fuller es el que requiere una cantidad de 958.22 kg de agregado fino para la elaboración de 1 m³ de concreto, siendo el método que más agregado fino utiliza en su diseño, y el método de Walker es el que requiere menor cantidad de agregado con una cantidad de 678.85 kg.

Figura 40

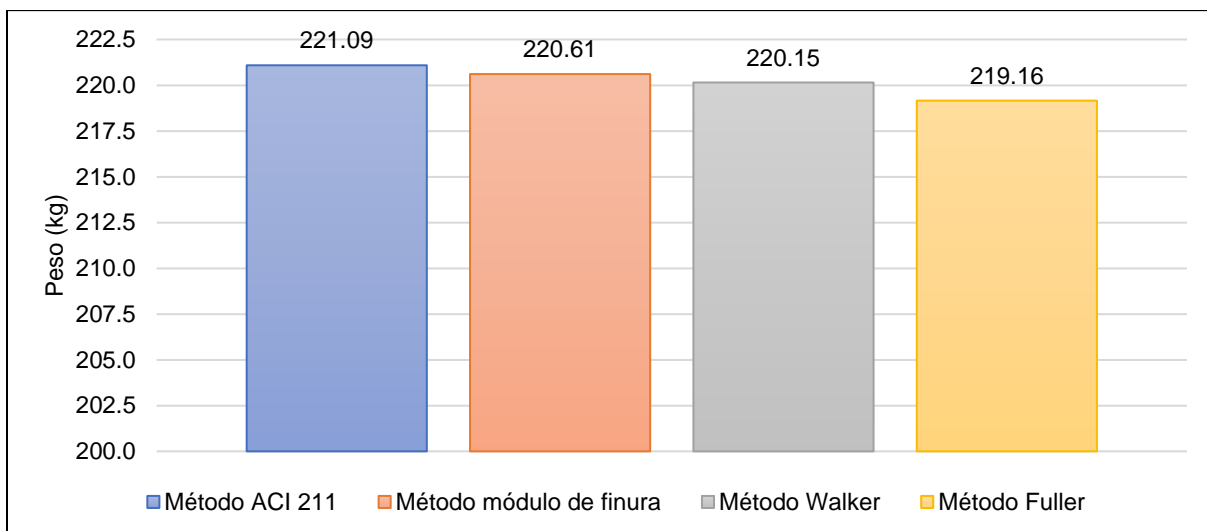
Agregado grueso por 1 m³ de concreto $f'c=280$ kg/cm².



En la **Figura 40** se observa que el método de Walker requiere mayor cantidad de agregado grueso (849.39 kg), seguido de cerca por los métodos de ACI 211 y módulo de finura de la combinación de agregados. Con una cantidad de 625.25 kg se encuentra el método de Fuller siendo este el que requiere la menor cantidad de agregado fino en comparación a los demás métodos.

Figura 41

Agua por 1 m³ de concreto $f'c=280$ kg/cm².



En la **Figura 41** se observa que el método que requiere la mayor cantidad de agua efectiva es el método de ACI 211 con una cantidad de 221.09 l, y el método que requiere la menor cantidad de agua es el de Fuller con una cantidad de 219.16 l.

Tabla 61

Pesos de material por 1 m³ de concreto f'_c=280 kg/cm².

| Materiales | | Módulo de finura de la | | | |
|--------------------------|------|------------------------|--------------------------|--------|--------|
| | | ACI 211 | combinación de agregados | Walker | Fuller |
| Cemento | (kg) | 439.91 | 439.91 | 437.77 | 401.17 |
| Agregado fino (húmedo) | (kg) | 678.85 | 733.68 | 678.85 | 958.22 |
| Agregado grueso (húmedo) | (kg) | 845.04 | 795.13 | 849.39 | 625.25 |
| Agua efectiva | (l) | 221.09 | 220.61 | 220.15 | 219.16 |

En la **Tabla 61** se observa un resumen de las cantidades de materiales por cada método de diseño.

5.2.3 Comparación de costos de producción por m³ de concreto.

5.2.3.1 Costos de producción para la resistencia a la compresión f'_c=210 kg/cm².

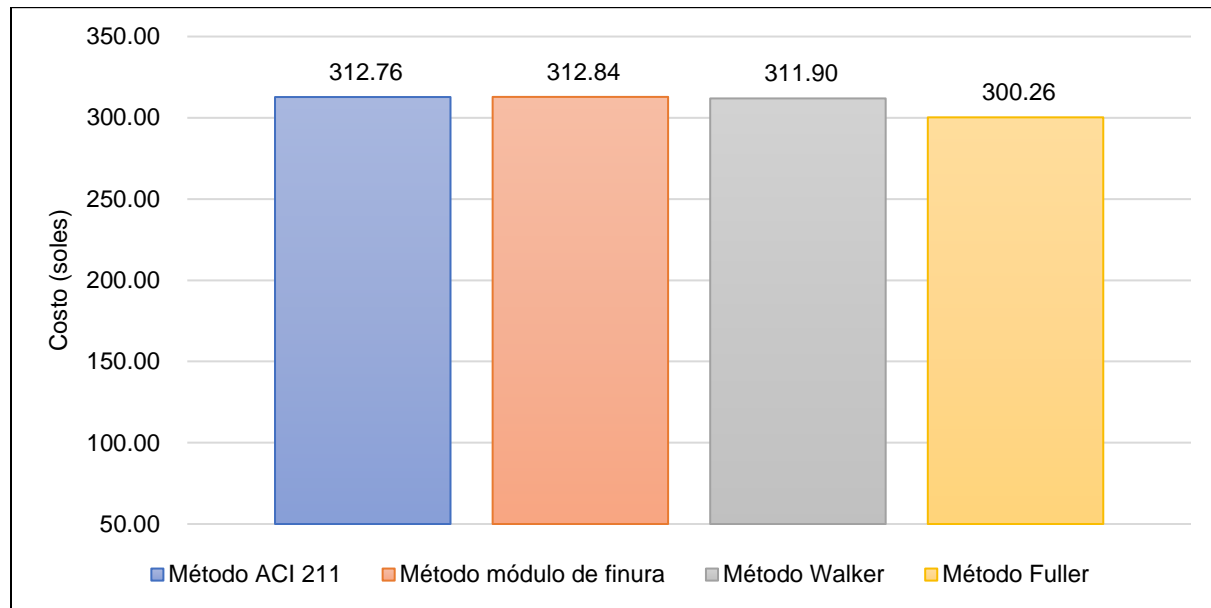
Tabla 62

Costo de producción en soles por 1 m³ de concreto f'_c=210 kg/cm².

| | ACI 211 | Módulo de finura de la combinación de agregados | Walker | Fuller |
|---|---------------|---|---------------|---------------|
| Mano de Obra | 34.19 | 34.19 | 34.19 | 34.19 |
| Materiales | 272.33 | 272.41 | 271.47 | 259.83 |
| Equipos y Herramientas | 6.24 | 6.24 | 6.24 | 6.24 |
| Costo Unitario por m³ | 312.76 | 312.84 | 311.90 | 300.26 |

Figura 42

Costo de producción en soles por 1 m³ de concreto f'_c=210 kg/cm².



En la **Figura 42** se muestra que el concreto elaborado por el método módulo de finura de la combinación de agregados tiene un costo de producción del concreto f'_c=210 kg/cm² de 312.84 soles, asimismo los concreto elaborados por los métodos de ACI 211 y Walker se encuentran ligeramente inferiores a dicho costo; sin embargo el costo de producción de concreto diseñado por el método de Fuller tiene un costo de 300.26 soles, costo considerablemente menor en comparación a los demás métodos.

5.2.3.2 Resistencia a la compresión f'_c=280 kg/cm².

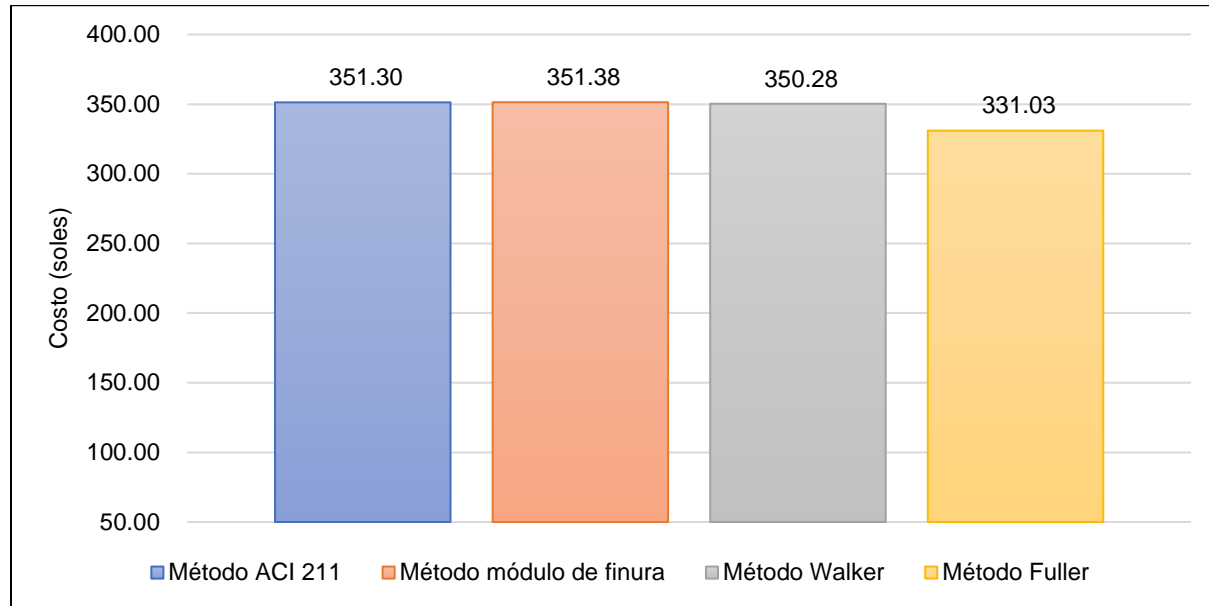
Tabla 63

Costo de producción en soles por 1 m³ de concreto f'_c=280 kg/cm².

| | Módulo de finura de la | | | |
|---|------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|
| | ACI 211 | combinación de agregados | Walker | Fuller |
| Mano de Obra | 34.19 | 34.19 | 34.19 | 34.19 |
| Materiales | 310.87 | 310.95 | 309.85 | 290.61 |
| Equipos y Herramientas | 6.24 | 6.24 | 6.24 | 6.24 |
| Costo Unitario por m³ | 351.30 | 351.38 | 350.28 | 331.03 |

Figura 43

Costo de producción en soles por 1 m³ de concreto $f'_c=280$ kg/cm².



En la **Figura 43** se muestra que el costo de producción de 1 m³ de concreto elaborado por los métodos ACI 211, módulo de finura de la combinación de agregados y Walker tienen un costo similar, en cambio el costo de producción de m³ de concreto elaborado por el método de Fuller tiene un costo de 331.03 soles el cual es menor que el costo de producción de concreto elaborado por el método módulo de finura de la combinación de agregados.

5.3 Aplicación en obra

La aplicación del presente estudio se realizó en una construcción de una vivienda unifamiliar, la misma que se encuentra ubicada en el sector de Pumaránra, calle N° 2, distrito de San Jerónimo, provincia y departamento del Cusco.

La construcción será una vivienda unifamiliar de 5 niveles, el mismo que es un sistema aporticado, basado en columnas, vigas y losas. La separación de ambientes es mediante muros no portantes con ladrillo pandereta. La construcción se realiza en un área de 5.25m x 27m.

Se elaboraron briquetas en condiciones de obra para las resistencias de $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm², diseñados mediante los métodos del ACI 211, módulo de finura de la

combinación de agregados, Walker y Fuller de acuerdo a lo indicado en la norma NTP 339.033, los mismos que fueron curados en agua hasta el día de su ensayo a la compresión. El ensayo a la compresión de las briquetas se realizó de acuerdo a la norma NTP 339.034 y según la ASTM C-39, se ensayaron 3 briquetas a los 14, 21 y 28 días respectivamente.

5.3.1 Ensayo a la compresión de briquetas – aplicación en obra

5.3.1.1 Resultados de ensayo para $f'c=210$ kg/cm²

En la **Tabla 64** se muestra los resultados obtenidos por el método ACI 211, para 14, 21 y 28 días respectivamente.

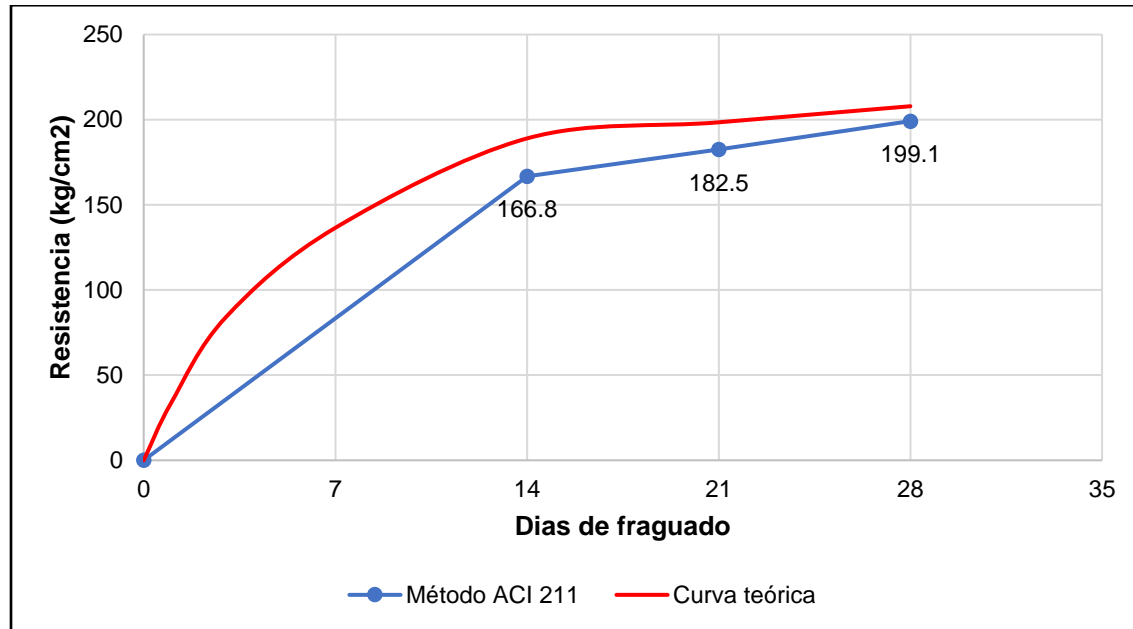
Tabla 64

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², método ACI 211.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | ACI-210-S1 | 14 | 174.4 | 12.40 | 28970 | 166.1 | |
| 2 | ACI-210-S2 | 14 | 176.7 | 12.50 | 29440 | 166.6 | 166.8 |
| 3 | ACI-210-S3 | 14 | 174.4 | 12.30 | 29240 | 167.7 | |
| 4 | ACI-210-S4 | 21 | 174.4 | 12.45 | 31870 | 182.8 | |
| 5 | ACI-210-S5 | 21 | 176.7 | 12.50 | 32170 | 182.0 | 182.5 |
| 6 | ACI-210-S6 | 21 | 174.4 | 12.45 | 31780 | 182.3 | |
| 7 | ACI-210-S7 | 28 | 176.7 | 12.45 | 34870 | 197.3 | |
| 8 | ACI-210-S8 | 28 | 176.7 | 12.35 | 34770 | 196.8 | 199.1 |
| 9 | ACI-210-S9 | 28 | 174.4 | 12.40 | 35460 | 203.4 | |

Figura 44

Curva de la resistencia del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, método ACI 211.



En la **Figura 44** se observa las resistencias a la compresión de las briquetas ensayadas a los 14, 21 y 28 días, los mismos que son comparados con una curva teórica (rojo) del crecimiento de la resistencia del concreto. La resistencia alcanzada a los 28 días es de 199.1 kg/cm² la cual es menor a la resistencia de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Los resultados obtenidos de los ensayos por el método de módulo de finura de la combinación de agregados se observan en la **Tabla 65**, para la resistencia de 210 kg/cm².

En la **Figura 45** se observa las resistencias de las briquetas ensayadas a los 14, 21 y 28 días, los mismos que son comparados con una curva teórica (rojo) del crecimiento de la resistencia del concreto. Las resistencias alcanzadas en los días de ensayo superan la curva teórica y a los 28 días se alcanza una resistencia promedio de 199.4 kg/cm², la cual es inferior a la resistencia de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la cual se diseñó.

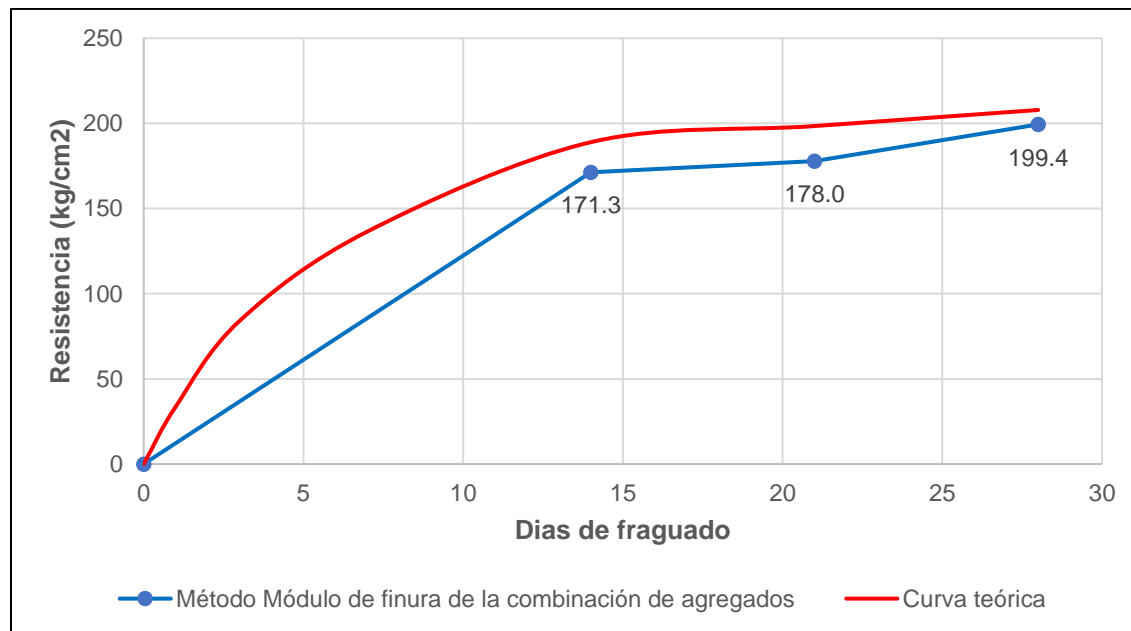
Tabla 65

Resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, método Módulo de finura de la combinación de agregados.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | MF-210-S1 | 14 | 174.4 | 12.6 | 30020 | 172.2 | |
| 2 | MF-210-S2 | 14 | 174.4 | 12.4 | 29600 | 169.8 | 171.3 |
| 3 | MF-210-S3 | 14 | 174.4 | 12.3 | 30010 | 172.1 | |
| 4 | MF-210-S4 | 21 | 176.7 | 12.50 | 31260 | 176.9 | |
| 5 | MF-210-S5 | 21 | 176.7 | 12.40 | 31450 | 178.0 | 178.0 |
| 6 | MF-210-S6 | 21 | 174.4 | 12.45 | 31210 | 179.0 | |
| 7 | MF-210-S7 | 28 | 176.7 | 12.55 | 35170 | 199.0 | |
| 8 | MF-210-S8 | 28 | 174.4 | 12.50 | 35140 | 201.5 | 199.4 |
| 9 | MF-210-S9 | 28 | 176.7 | 12.35 | 34930 | 197.7 | |

Figura 45

Curva de la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, método módulo de finura de la combinación de agregados.



Los resultados obtenidos por el método de Walker se observan en la **Tabla 66** y **Figura 46**.

Tabla 66

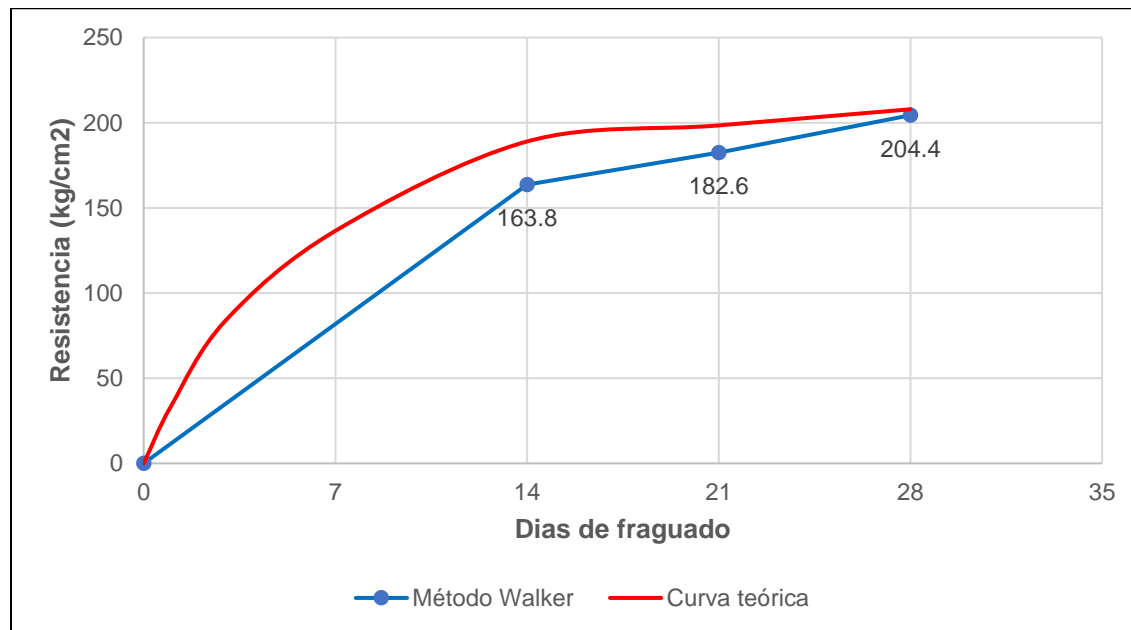
Resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Walker.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | W-210-S1 | 14 | 176.7 | 12.5 | 29410 | 166.4 | |
| 2 | W-210-S2 | 14 | 174.4 | 12.3 | 28220 | 161.8 | 163.8 |
| 3 | W-210-S3 | 14 | 174.4 | 12.3 | 28430 | 163.0 | |
| 4 | W-210-S4 | 21 | 174.4 | 12.35 | 32900 | 188.7 | |
| 5 | W-210-S5 | 21 | 176.7 | 12.35 | 31900 | 180.5 | 182.6 |
| 6 | W-210-S6 | 21 | 176.7 | 12.50 | 31540 | 178.5 | |
| 7 | W-210-S7 | 28 | 176.7 | 12.50 | 35920 | 203.3 | |
| 8 | W-210-S8 | 28 | 176.7 | 12.50 | 35920 | 203.3 | 204.4 |
| 9 | W-210-S9 | 28 | 174.4 | 12.35 | 36030 | 206.6 | |

En la **Tabla 66** se observa las resistencias a la compresión de las briquetas ensayadas a los 14, 21 y 28 días. La curva queda por debajo de la teórica.

Figura 46

Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Walker.



En la **Tabla 67** se muestra los resultados por el método Fuller.

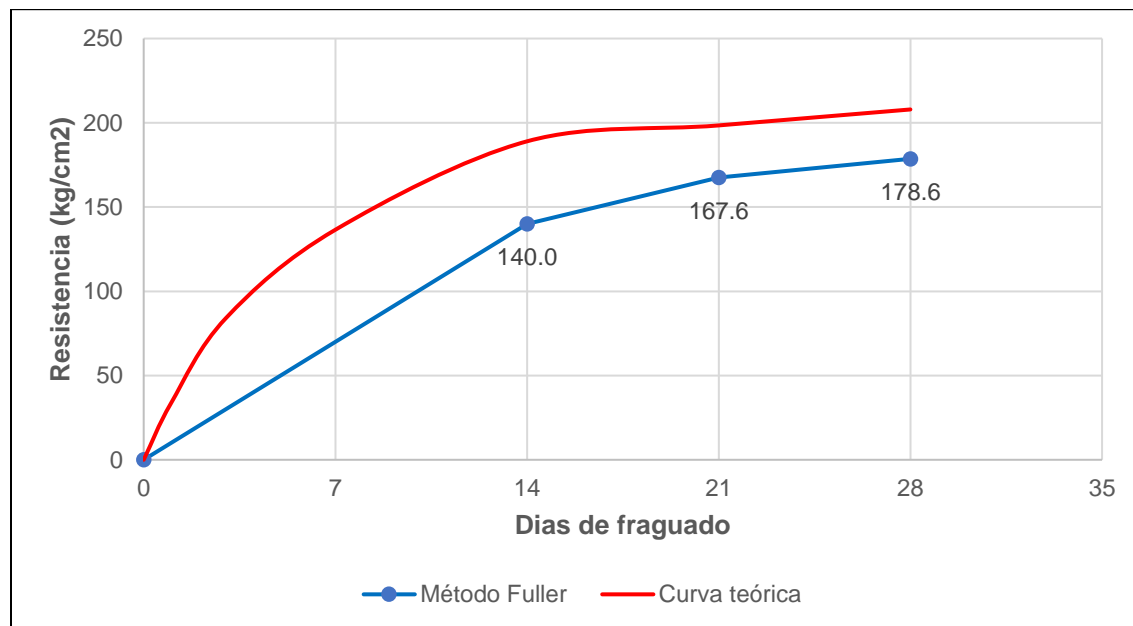
Tabla 67

Resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Fuller.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | F-210-S1 | 14 | 174.4 | 12.3 | 24560 | 140.9 | |
| 2 | F-210-S2 | 14 | 176.7 | 12.4 | 24380 | 138.0 | 140.0 |
| 3 | F-210-S3 | 14 | 174.4 | 12.6 | 24640 | 141.3 | |
| 4 | F-210-S4 | 21 | 176.7 | 12.50 | 29420 | 166.5 | |
| 5 | F-210-S5 | 21 | 174.4 | 12.40 | 29690 | 170.3 | 167.6 |
| 6 | F-210-S6 | 21 | 176.7 | 12.40 | 29330 | 166.0 | |
| 7 | F-210-S7 | 28 | 174.4 | 12.45 | 31350 | 179.8 | |
| 8 | F-210-S8 | 28 | 176.7 | 12.55 | 31450 | 178.0 | 178.6 |
| 9 | F-210-S9 | 28 | 176.7 | 12.30 | 31470 | 178.1 | |

Figura 47

Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², método Fuller.



En la **Figura 47** se observa que la resistencia alcanzada a los 28 días está por debajo de la curva teórica, 178.6 kg/cm² es la resistencia obtenida mediante el método de Fuller.

5.3.1.2 Resultados de ensayo para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

En la **Tabla 68** podemos observar los resultados de las briquetas sometidas al ensayo de compresión para una resistencia de 280 kg/cm^2 , por el método ACI 211.

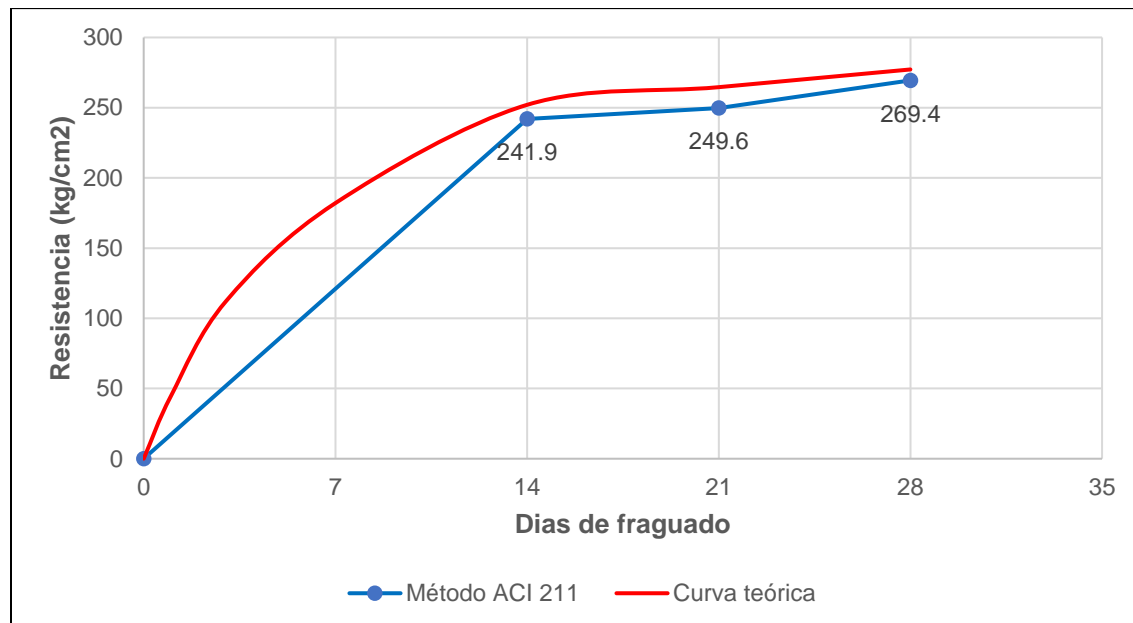
Tabla 68

Resistencia a compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, método ACI 211.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | ACI-280-S1 | 14 | 174.4 | 12.45 | 42070 | 241.3 | |
| 2 | ACI-280-S2 | 14 | 174.4 | 12.35 | 42600 | 244.3 | 241.9 |
| 3 | ACI-280-S3 | 14 | 174.4 | 12.30 | 41890 | 240.2 | |
| 4 | ACI-280-S4 | 21 | 176.7 | 12.40 | 44350 | 251.0 | |
| 5 | ACI-280-S5 | 21 | 174.4 | 12.35 | 44380 | 254.5 | 249.6 |
| 6 | ACI-280-S6 | 21 | 174.4 | 12.40 | 42430 | 243.3 | |
| 7 | ACI-280-S7 | 28 | 176.7 | 12.35 | 47270 | 267.5 | |
| 8 | ACI-280-S8 | 28 | 176.7 | 12.45 | 47390 | 268.2 | 269.4 |
| 9 | ACI-280-S9 | 28 | 174.4 | 12.30 | 47530 | 272.6 | |

Figura 48

Curva de la resistencia del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, método ACI 211.



En la **Figura 48** se observa las resistencias a la compresión de las briquetas ensayadas a los 14, 21 y 28 días, los mismos que son comparados con una curva teórica (rojo) del crecimiento de la resistencia del concreto. A los 14 días la resistencia se aproxima a lo mencionado en la norma, mientras tanto, a los 21 días y a los 28 días no logra superar, alcanzando 269.4 kg/cm² la cual es superior a la resistencia de $f'c=280$ kg/cm².

Los resultados obtenidos por el método de módulo de finura de la combinación de agregados se muestran en la **Tabla 69** y **Figura 49**.

Tabla 69

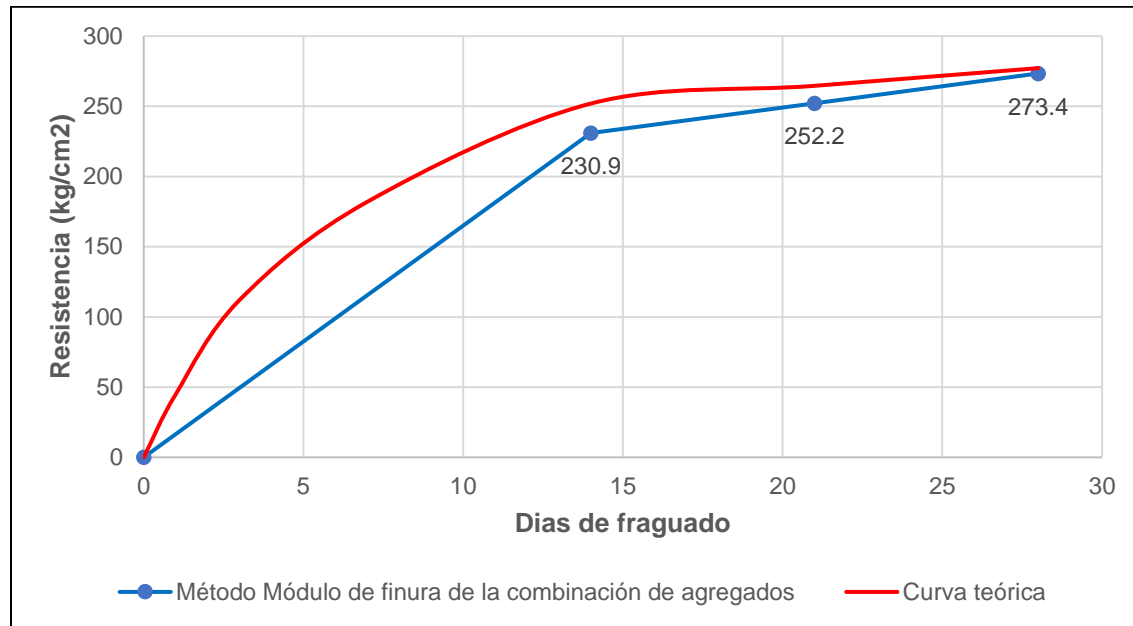
Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Módulo de finura de la combinación de agregados.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | MF-280-S1 | 14 | 174.4 | 12.4 | 40500 | 232.3 | |
| 2 | MF-280-S2 | 14 | 174.4 | 12.6 | 40440 | 231.9 | 230.9 |
| 3 | MF-280-S3 | 14 | 176.7 | 12.4 | 40370 | 228.4 | |
| 4 | MF-280-S4 | 21 | 174.4 | 12.30 | 44080 | 252.8 | |
| 5 | MF-280-S5 | 21 | 174.4 | 12.35 | 43970 | 252.2 | 252.2 |
| 6 | MF-280-S6 | 21 | 174.4 | 12.55 | 43870 | 251.6 | |
| 7 | MF-280-S7 | 28 | 176.7 | 12.40 | 48020 | 271.7 | |
| 8 | MF-280-S8 | 28 | 176.7 | 12.55 | 48100 | 272.2 | 373.4 |
| 9 | MF-280-S9 | 28 | 174.4 | 12.50 | 48180 | 276.3 | |

En la **Tabla 69** se observa los resultados, los cuales no alcanzan la resistencia que debería de alcanzar a los 14, 21 y 28 días.

Figura 49

Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, método módulo de finura de la combinación de agregados.



En la **Tabla 70** y **Figura 50** podemos observar los resultados por método Walker.

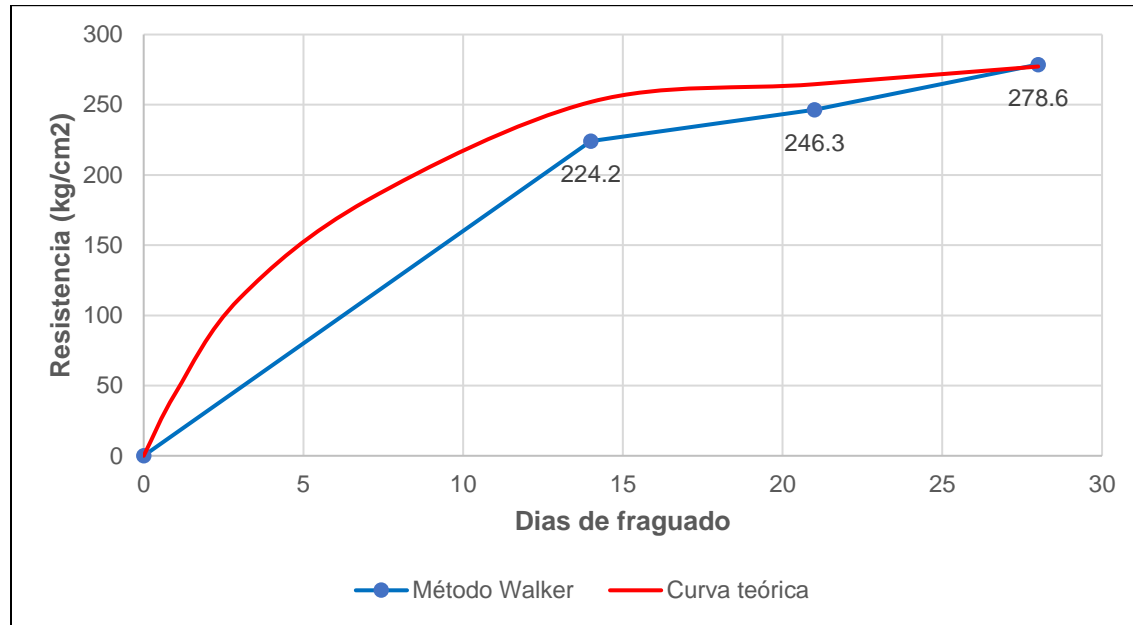
Tabla 70

Resistencia a compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, método Walker.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | W-280-S1 | 14 | 174.4 | 12.4 | 39230 | 225.0 | |
| 2 | W-280-S2 | 14 | 176.7 | 12.5 | 39330 | 222.6 | 224.2 |
| 3 | W-280-S3 | 14 | 174.4 | 12.4 | 39240 | 225.0 | |
| 4 | W-280-S4 | 21 | 176.7 | 12.55 | 43300 | 245.0 | |
| 5 | W-280-S5 | 21 | 174.4 | 12.35 | 42800 | 245.5 | 246.3 |
| 6 | W-280-S6 | 21 | 174.4 | 12.45 | 43340 | 248.6 | |
| 7 | W-280-S7 | 28 | 176.7 | 12.50 | 49190 | 278.4 | |
| 8 | W-280-S8 | 28 | 176.7 | 12.50 | 49320 | 279.1 | 278.6 |
| 9 | W-280-S9 | 28 | 176.7 | 12.35 | 49200 | 278.4 | |

Figura 50

Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Walker.



En la **Figura 50** se observa que la resistencia alcanzada a los 14, 21 y 28 días es de 224.2, 246.3 y 278.6 kg/cm² respectivamente. Los mismos que cumplen con la teoría.

Los resultados por el método Fuller se observan en la **Tabla 71** y la **Figura 51**.

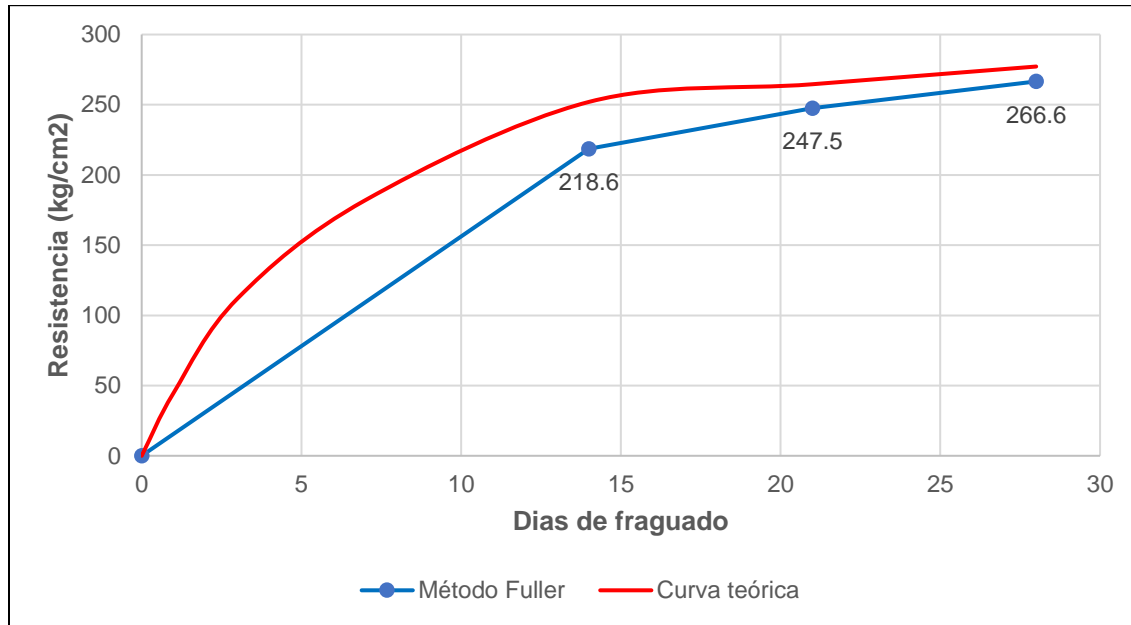
Tabla 71

Resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Fuller.

| N° | Identificación de muestra | Tiempo (días) | Área (cm ²) | Peso (kg) | Carga de rotura (kg) | Resistencia compresión (kg/cm ²) | Resistencia promedio (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| 1 | F-280-S1 | 14 | 174.4 | 12.4 | 38250 | 219.4 | |
| 2 | F-280-S2 | 14 | 174.4 | 12.5 | 38200 | 219.1 | 218.6 |
| 3 | F-280-S3 | 14 | 176.7 | 12.5 | 38410 | 217.4 | |
| 4 | F-280-S4 | 21 | 174.4 | 12.45 | 43780 | 251.1 | |
| 5 | F-280-S5 | 21 | 176.7 | 12.30 | 43670 | 247.1 | 247.5 |
| 6 | F-280-S6 | 21 | 176.7 | 12.35 | 43180 | 244.3 | |
| 7 | F-280-S7 | 28 | 176.7 | 12.35 | 47000 | 266.0 | |
| 8 | F-280-S8 | 28 | 176.7 | 12.40 | 46790 | 264.8 | 266.6 |
| 9 | F-280-S9 | 28 | 174.4 | 12.40 | 46910 | 269.0 | |

Figura 51

Crecimiento de la resistencia del concreto $f'c=280$ kg/cm², método Fuller.



En la **Figura 51** se observa las resistencias a la compresión de las briquetas ensayadas a los 14, 21 y 28 días, los mismos que alcanzan 218.6, 247.5 y 266.6 kg/cm² respectivamente.

5.3.2 Costos de producción – aplicación en obra

5.3.2.1 Costos de producción del concreto $f'c=210$ kg/cm² aplicado en condiciones de obra.

Se muestra los costos de producción del concreto en condiciones de obra por los cuatro métodos de diseño.

Se observa en la **Tabla 72**, la mano de obra cuesta 34.19, los materiales 277.53 y los equipos y herramientas 6.24. Por tanto, el costo de producción en condiciones de obra es de 317.96 soles sin considerar IGV.

Los costos de mano de obra y equipos será constante para los demás costos de producción, debido a que la cantidad de materiales es variable de método a método.

Tabla 72

Costos de un concreto $f'c=210$ kg/cm², método ACI 211 aplicado en obra.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | m3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | hh | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | hh | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | bol | | 8.6440 | 24.12 | 208.49 |
| Arena fina | m3 | | 0.1800 | 69.21 | 12.46 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.2700 | 60.73 | 16.40 |
| Piedra chancada de 1/2" | m3 | | 0.6650 | 52.26 | 34.75 |
| Agua | m3 | | 0.2210 | 24.58 | 5.43 |
| | | | | | 277.53 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.19 | 1.03 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 317.96 |

Nota. No se considera el IGV.

Tabla 73

Costos de un concreto $f'c=210$ kg/cm², método módulo de finura de la combinación de agregados aplicado en obra.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | m3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | hh | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | hh | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | bol | | 8.6440 | 24.12 | 208.49 |
| Arena fina | m3 | | 0.1968 | 69.21 | 13.62 |
| Arena gruesa | m3 | | 0.2952 | 60.73 | 17.93 |
| Piedra chancada de 1/2" | m3 | | 0.6150 | 52.26 | 32.14 |
| Agua | m3 | | 0.2210 | 24.58 | 5.43 |
| | | | | | 277.61 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.19 | 1.03 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 318.04 |

Nota. No se considera el IGV.

Se observa en la **Tabla 73**, que el costo de producción es de 318.04 soles.

Tabla 74

Costos de un concreto $f'c=210$ kg/cm², método Walker aplicado en obra.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | M3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | HH | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | HH | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | BOL | | 8.6020 | 24.12 | 207.48 |
| Arena fina | M3 | | 0.1924 | 69.21 | 13.32 |
| Arena gruesa | M3 | | 0.2886 | 60.73 | 17.53 |
| Piedra chancada de 1/2" | M3 | | 0.6300 | 52.26 | 32.92 |
| Agua | M3 | | 0.2200 | 24.58 | 5.41 |
| | | | | | 276.65 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.19 | 1.03 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 317.08 |

Nota. No se considera el IGV.

El costo de producción por el método de Walker para una resistencia de 210 kg/cm² es de 317.08 soles, como se observa en la **Tabla 74**.

Tabla 75

Costos de un concreto $f'c=210$ kg/cm², método Fuller aplicado en obra.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | M3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | HH | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | HH | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | BOL | | 8.0800 | 24.12 | 194.89 |
| Arena fina | M3 | | 0.2384 | 69.21 | 16.50 |
| Arena gruesa | M3 | | 0.3576 | 60.73 | 21.72 |
| Piedra chancada de 1/2" | M3 | | 0.5070 | 52.26 | 26.50 |
| Agua | M3 | | 0.2200 | 24.58 | 5.41 |
| | | | | | 265.01 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.19 | 1.03 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 305.44 |

Nota. No se considera el IGV.

En la **Tabla 75**, observamos 305.44 soles como costo de producción por el método de Fuller para 210 kg/cm².

5.3.2.2 Costos de producción del concreto $f'c=280$ kg/cm² aplicado en condiciones de obra.

Los costos calculados solo son de producción del concreto in situ.

Tabla 76

Costos de un concreto $f'c=280$ kg/cm², método ACI 211 aplicado en obra.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | M3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | HH | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | HH | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | BOL | | 10.3510 | 24.12 | 249.67 |
| Arena fina | M3 | | 0.1636 | 69.21 | 11.32 |
| Arena gruesa | M3 | | 0.2454 | 60.73 | 14.90 |
| Piedra chancada de 1/2" | M3 | | 0.6650 | 52.26 | 34.75 |
| Agua | M3 | | 0.2210 | 24.58 | 5.43 |
| | | | | | 316.08 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.19 | 1.03 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 356.50 |

Nota. No se considera el IGV.

Se observa en la **Tabla 76**, 356.50 soles en producción de concreto 280 kg/cm² por el método del comité ACI 211. En todos los métodos, los costos de mano de obra y equipos es constante, por tanto 34.19 y 6.24 soles son constantes.

Tabla 77

Costos de producción para un concreto $f'c=280$ kg/cm², método módulo de finura de la combinación de agregados.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | M3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | HH | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | HH | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | BOL | | 10.3510 | 24.12 | 249.67 |
| Arena fina | M3 | | 0.1768 | 69.21 | 12.24 |
| Arena gruesa | M3 | | 0.2652 | 60.73 | 16.11 |
| Piedra chancada de 1/2" | M3 | | 0.6260 | 52.26 | 32.71 |
| Agua | M3 | | 0.2210 | 24.58 | 5.43 |
| | | | | | 316.15 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.19 | 1.03 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 356.58 |

Nota. No se considera el IGV.

Se observa 356.58 soles como costo de producción del concreto por el método de módulo de finura de la combinación de agregados, como se observa en la **Tabla 77**.

Tabla 78

Costos de un concreto $f'c=280$ kg/cm², método Walker aplicado en obra.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | M3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | HH | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | HH | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | BOL | | 10.3000 | 24.12 | 248.44 |
| Arena fina | M3 | | 0.1636 | 69.21 | 11.32 |
| Arena gruesa | M3 | | 0.2454 | 60.73 | 14.90 |
| Piedra chancada de 1/2" | M3 | | 0.6690 | 52.26 | 34.96 |
| Agua | M3 | | 0.2200 | 24.58 | 5.41 |
| | | | | | 315.03 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.19 | 1.03 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 355.46 |

Nota. No se considera el IGV.

Se observa en la **Tabla 78**, que el costo de producción es de 355.46 soles.

Tabla 79

Análisis de costos de un concreto $f'c=280$ kg/cm², método Fuller aplicado en obra.

| Descripción Insumo | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio | Parcial |
|--------------------------------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|
| Unidad: | M3 | | Rendimiento | 20.00 | M3/DIA |
| Mano de Obra | | | | | |
| Operario | HH | 1.000 | 0.4000 | 27.24 | 10.90 |
| Peón | HH | 3.000 | 1.2000 | 19.41 | 23.29 |
| | | | | | 34.19 |
| Materiales | | | | | |
| Cemento portland tipo IP (42.5 kg) | BOL | | 9.4390 | 24.12 | 227.67 |
| Arena fina | M3 | | 0.2308 | 69.21 | 15.97 |
| Arena gruesa | M3 | | 0.3462 | 60.73 | 21.02 |
| Piedra chancada de 1/2" | M3 | | 0.4920 | 52.26 | 25.71 |
| Agua | M3 | | 0.2190 | 24.58 | 5.38 |
| | | | | | 295.76 |
| Equipos y Herramientas | | | | | |
| Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp) | HM | 1.000 | 0.4000 | 13.03 | 5.21 |
| Herramientas manuales | %MO | | 3.0000 | 34.19 | 1.03 |
| | | | | | 6.24 |
| Costo Unitario por M3: | | | | | 336.19 |

Nota. No se considera el IGV.

Por el método de Fuller se obtiene 336.19 soles como costo de producción, de acuerdo a la **Tabla 79**.

5.4 Discusión de resultados

Para el diseño de mezcla se utilizaron cuatro métodos, ACI 211, módulo de finura de la combinación de agregados, Walker y Fuller. En tanto, los agregados fueron adquiridos de los mas comerciales en la ciudad del Cusco, para el agregado grueso fue el material proveniente de la cantera de Vicho y la arena gruesa de Vicho y la arena fina de Pisac.

En la resistencia obtenida a los 28 días para un concreto $f'c=210$ kg/cm², Vásquez Bardales indica en su tesis "*Obtención del mejor método para elaborar el diseño de mezclas de concreto, al comparar los métodos ACI, Fuller, Walker Y Módulo de Fineza de la Combinación*

de los agregados, para una resistencia a la compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días)", que por el método ACI 211 se obtiene una menor variación del diseño, en cambio en la investigación, la menor variación se presenta en el método Fuller y para la resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ se presenta en el método ACI 211.

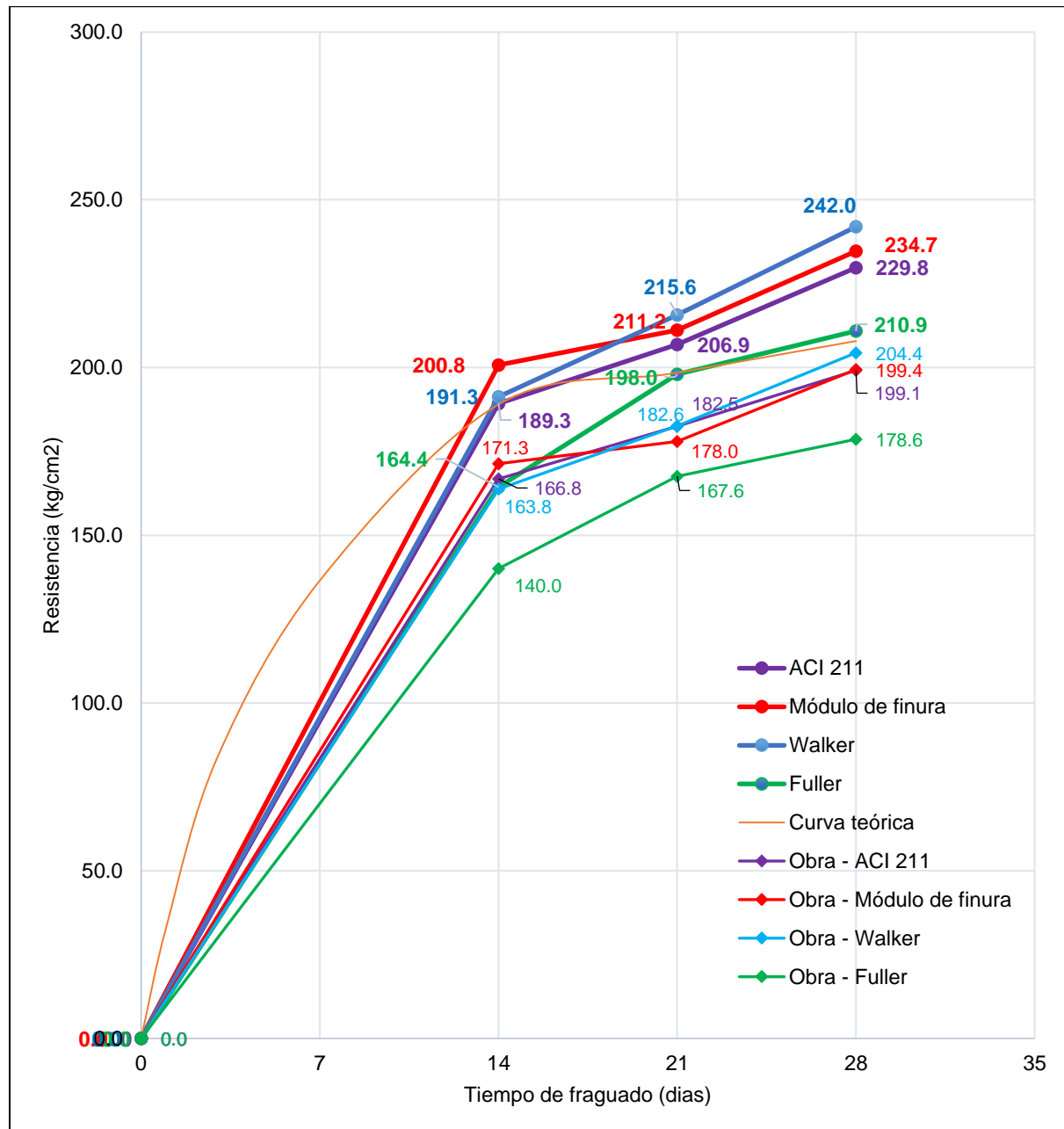
Obando y Romero afirma en la tesis "*Análisis comparativo de mezclas de concreto haciendo uso de los métodos A.C.I 211, método de Walker, método de Fuller, y método del módulo de finura de los agregados, 2019*", que el costo de producción del concreto mas barato es el de Fuller, seguido de ACI, módulo de finura de los agregados y Walker, mientras en la presente investigación el costo de producir 1 m³ de concreto mas barato coincide, siendo Fuller el mas barato, seguido de Walker, ACI 211 y finalmente módulo de finura de la combinación de agregados.

El cemento forma un porcentaje representativo del volumen de la mezcla, por ello Cáceres y Chira aseguran en su investigación "*Evaluación del mejor diseño de mezclas utilizando métodos ACI, Fuller y módulo de fineza en un concreto $f'c$ 210 y 280 kg/cm^2* " que el método módulo de fineza es el que presenta la menor cantidad de cemento en comparación con los otros métodos. En cambio, en la investigación, por el método Fuller se obtiene menos cemento, esto debido al cálculo que se desarrolla con la ecuación de Fuller, dependiendo de parámetros de forma del agregado y resistencia de diseño.

En el **Figura 52** podemos observar a los cuatro métodos para la resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Todos los métodos superan la resistencia de diseño, pero a los 14 días el método Fuller se encuentra debajo de la resistencia que debería de alcanzar. Las resistencias obtenidas en condiciones de obra no alcanzan para la resistencia diseñada por los cuatro métodos.

Figura 52

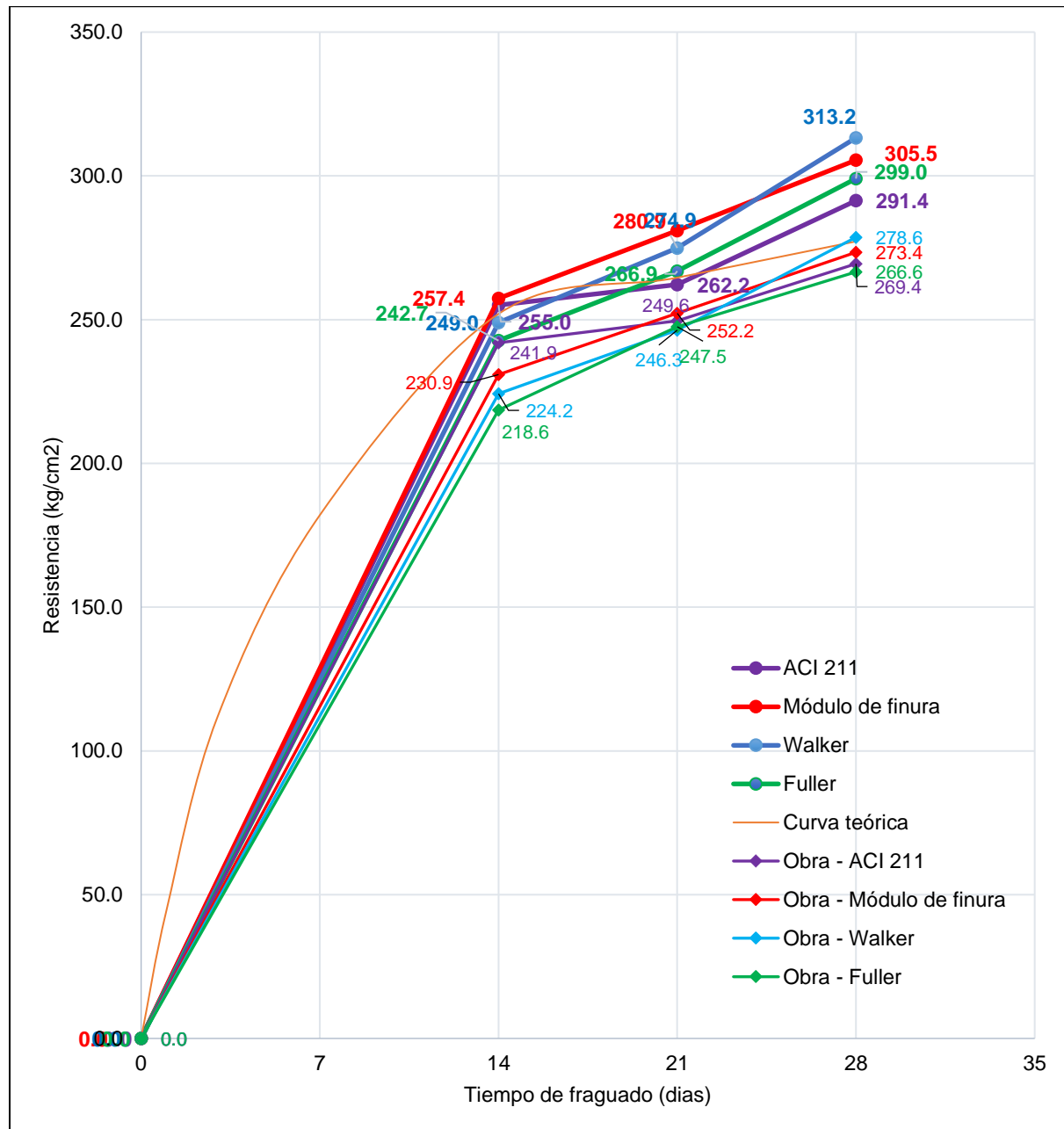
Comparación de resistencias de los cuatro métodos de diseño de mezcla para $f'c=210$ kg/cm².



Los diseños de mezcla para $f'c=280$ kg/cm² se muestran en la **Figura 53**, donde todos los métodos alcanzan la resistencia diseñada. A los 14 días observamos que los métodos Fuller y Walker no alcanzan y a 21 días solo el método ACI 211 no alcanza.

Figura 53

Comparación de resistencias de los cuatro métodos de diseño de mezcla para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.



Comparando los cuatro métodos de diseño para la resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, mostrado en la **Tabla 80**, con las mismas condiciones se tiene que la relación agua/cemento es mayor en el método de Fuller y esto influye que la cantidad de cemento disminuya en media bolsa por metro cúbico de mezcla de concreto. Los otros tres métodos tienen una relación agua/cemento similar entre ellos.

Tabla 80

Comparación de los cuatro métodos de diseño de mezcla para $f'c=210$ kg/cm².

| Descripción | Unidad | Componente | Métodos de diseño de mezcla | | | | |
|---|--------------------|------------------------------|-------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------|
| | | | ACI 211 | Módulo de finura de la combinación de agregados | | Walker | Fuller |
| | | | | Walker | Fuller | | |
| Resistencia de diseño | kg/cm ² | f'c | 210 | 210 | 210 | 210 | |
| Resistencia promedio a la compresión | kg/cm ² | f'cr | 294.00 | 294.00 | 294.00 | 294.00 | |
| Asentamiento | | Consistencia Asentamiento | Plástica 3" a 4" | Plástica 3" a 4" | Plástica 3" a 4" | Plástica 3" a 4" | |
| Tipo de Concreto a diseñar | | | Concreto sin aire incorporado | | | | |
| Volumen unitario de Agua | l/m ³ | | 205.00 | 205.00 | 204.00 | 205.00 | |
| Contenido de aire total | % | | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | |
| Relación agua/cemento | | | 0.558 | 0.558 | 0.558 | 0.597 | |
| Factor cemento | kg/m ³ | | 367.384 | 367.384 | 365.591 | 343.384 | |
| | bol/m ³ | | 8.644 | 8.644 | 8.602 | 8.080 | |
| | kg/m ³ | Cemento | 367.38 | 367.38 | 365.59 | 343.38 | |
| Cantidad de materiales por m ³ | l/m ³ | Agua | 205.00 | 205.00 | 204.00 | 205.00 | |
| | kg/m ³ | A. fino | 737.88 | 807.54 | 789.48 | 977.82 | |
| | kg/m ³ | Ag. grueso | 838.08 | 774.54 | 793.26 | 638.82 | |
| Humedad de agregados | % | Ag. fino | -0.50 | -0.50 | -0.50 | -0.50 | |
| | % | Ag. grueso | -1.52 | -1.52 | -1.52 | -1.52 | |
| Aporte de Humedad de los Agregados | l/m ³ | Ag. fino | -3.69 | -4.04 | -3.95 | -4.89 | |
| | l/m ³ | Ag. grueso | -12.74 | -11.77 | -12.06 | -9.71 | |
| | l/m ³ | Aporte total | -16.43 | -15.81 | -16.01 | -14.60 | |
| Agua Efectiva | l/m ³ | | 221.43 | 220.81 | 220.01 | 219.60 | |
| Pesos corregidos por humedad | kg/m ³ | Cemento | 367.38 | 367.38 | 365.59 | 343.38 | |
| | l/m ³ | Agua | 221.43 | 220.81 | 220.01 | 219.60 | |
| | kg/m ³ | Ag. fino | 746.73 | 817.23 | 798.95 | 989.55 | |
| | kg/m ³ | Ag. grueso | 845.04 | 780.97 | 799.84 | 644.12 | |
| Relación a/c efectiva | | | 0.603 | 0.601 | 0.602 | 0.640 | |

En cambio, para los diseños de mezcla de $f'c=280$ kg/cm², mostrado en la **Tabla 81**, se observa que la relación agua/cemento del método de Fuller es menor y por consiguiente la cantidad de cemento disminuye en una bolsa por metro de concreto en comparación con los otros tres métodos.

Tabla 81

Comparación de los cuatro métodos de diseño de mezcla para $f'c=280$ kg/cm².

| Descripción | Unidad | Componente | Métodos de diseño de mezcla | | | |
|---|--------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
| | | | ACI 211 | Módulo de finura | | |
| | | | | de la combinación de agregados | Walker | Fuller |
| Resistencia de diseño | kg/cm ² | $f'c$ | 280 | 280 | 280 | 280 |
| Resistencia promedio a la compresión | kg/cm ² | $f'cr$ | 364.00 | 364.00 | 364.00 | 364.00 |
| Asentamiento | | Consistencia Asentamiento | Plástica 3" a 4" | Plástica 3" a 4" | Plástica 3" a 4" | Plástica 3" a 4" |
| Tipo de Concreto a diseñar | | | Concreto sin aire incorporado | | | |
| Volumen unitario de Agua | l/m ³ | | 205.00 | 205.00 | 204.00 | 205.00 |
| Contenido de aire total | % | | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Relación agua/cemento | | | 0.466 | 0.466 | 0.466 | 0.511 |
| Factor cemento | kg/m ³ | | 439.914 | 439.914 | 437.768 | 401.174 |
| | bol/m ³ | | 10.351 | 10.351 | 10.300 | 9.439 |
| | kg/m ³ | Cemento | 439.91 | 439.91 | 437.77 | 401.17 |
| Cantidad de materiales por m ³ | l/m ³ | Agua | 205.00 | 205.00 | 204.00 | 205.00 |
| | kg/m ³ | A. fino | 670.80 | 724.98 | 670.80 | 946.86 |
| | kg/m ³ | Ag. grueso | 838.08 | 788.58 | 842.40 | 620.10 |
| Humedad de agregados | % | Ag. fino | -0.50 | -0.50 | -0.50 | -0.50 |
| | % | Ag. grueso | -1.52 | -1.52 | -1.52 | -1.52 |
| Aporte de Humedad de los Agregados | l/m ³ | Ag. fino | -3.35 | -3.62 | -3.35 | -4.73 |
| | l/m ³ | Ag. grueso | -12.74 | -11.99 | -12.80 | -9.43 |
| | l/m ³ | Aporte total | -16.09 | -15.61 | -16.15 | -14.16 |
| Agua Efectiva | l/m ³ | | 221.09 | 220.61 | 220.15 | 219.16 |
| Pesos corregidos por humedad | kg/m ³ | Cemento | 439.91 | 439.91 | 437.77 | 401.17 |
| | l/m ³ | Agua | 221.09 | 220.61 | 220.15 | 219.16 |
| | kg/m ³ | Ag. fino | 678.85 | 733.68 | 678.85 | 958.22 |
| | kg/m ³ | Ag. grueso | 845.04 | 795.13 | 849.39 | 625.25 |
| Relación a/c efectiva | | | 0.503 | 0.501 | 0.503 | 0.546 |

El costo de producción en condiciones de obra es mayor en los cuatro métodos en comparación al costo de producción en laboratorio, debido al costo de agua. En la **Tabla 82**, se muestra la comparación de costos de producción para un concreto $f'c=210$ kg/cm²; la diferencia de costos es de S/. 5.20 para los métodos ACI 211 y Módulo de finura de la

combinación de agregados, en cambio para los métodos Walker y Fuller es de S/. 5.18. Para el concreto $f'c=280$ kg/cm² como se observa en la **Tabla 83** los métodos ACI 211 y Módulo de finura de la combinación de agregados varían en S/. 5.20, el método de Walker en S/. 5.18 y S/. 5.16 en el método Fuller.

Tabla 82

Comparación de costos de producción en soles por 1 m³ de concreto $f'c=210$ kg/cm².

| | Módulo de finura de la | | | |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|
| | ACI 211 | combinación de | Walker | Fuller |
| | | agregados | | |
| Condiciones de obra | 317.96 | 318.04 | 317.08 | 305.44 |
| Laboratorio | 312.76 | 312.84 | 311.90 | 300.26 |
| Diferencia (S/.) | 5.20 | 5.20 | 5.18 | 5.18 |

Tabla 83

Comparación de costos de producción en soles por 1 m³ de concreto $f'c=280$ kg/cm².

| | Módulo de finura de la | | | |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|
| | ACI 211 | combinación de | Walker | Fuller |
| | | agregados | | |
| Condiciones de obra | 356.50 | 356.58 | 355.46 | 336.19 |
| Laboratorio | 351.30 | 351.38 | 350.28 | 331.03 |
| Diferencia (S/.) | 5.20 | 5.20 | 5.18 | 5.16 |

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- El costo de producción más económico para 1 m³ de concreto con resistencia a la compresión de $f'c=210$ kg/cm², elaborados con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho al 60% y Pisac al 40% es el método de Fuller con un costo de producción de 300.26 soles, el método que alcanzó la mejor resistencia a la compresión es el método de Walker con un incremento en la resistencia del 115.23%; asimismo para el concreto de $f'c=280$ kg/cm² el costo de producción por m³ de concreto más económico también es el método de Fuller con un costo de 331.03 soles y el método que mejor resistencia alcanzo es el de Walker con un incremento en la resistencia del 111.86%.
- La resistencia alcanzada para el concreto $f'c=210$ kg/cm² diseñado mediante el método de ACI 211 a los 28 días es de $f'c=229.8$ kg/cm² y su costo de producción para 1 m³ de concreto es de 312.76 soles y para el concreto de $f'c=280$ kg/cm² se obtuvo una resistencia promedio de $f'c=291.4$ kg/cm² con un costo de producción por m³ de concreto de 351.30 soles.
- El diseño de mezcla por el método de Walker para el concreto $f'c=210$ kg/cm² alcanzo una resistencia a la compresión a los 28 días de $f'c=242.0$ kg/cm² y tiene un costo de producción por m³ de concreto de 311.90 soles; asimismo para el concreto de resistencia $f'c=280$ kg/cm² se obtuvo una resistencia promedio de $f'c=313.2$ kg/cm² con un costo de producción por m³ de concreto de 350.28 soles.
- Para el concreto $f'c=210$ kg/cm² diseñado mediante el método de Fuller se obtuvo una resistencia promedio de $f'c=210.9$ kg/cm² con un costo de producción para 1 m³ de concreto de 300.26 soles, y para el concreto $f'c=280$ kg/cm² se alcanzó

una resistencia promedio de $f'c=299.0$ kg/cm² con un costo de producción por m³ de concreto de 331.03 soles.

- La resistencia alcanzada para el concreto $f'c=210$ kg/cm² diseñado mediante el método de Modulo de finura de la combinación de agregados a los 28 días es de $f'c=234.7$ kg/cm² y su costo de producción por m³ de concreto es de 312.84 soles y para el concreto de $f'c=280$ kg/cm² se obtuvo una resistencia promedio de $f'c=305.5$ kg/cm² con un costo de producción para 1 m³ de concreto de 351.38 soles.
- Las resistencias de compresión alcanzadas a los 28 días, de los concretos $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² diseñados por los cuatro métodos en condiciones de laboratorio superan la resistencia de diseño; en cambio las obtenidas en condiciones de obra no alcanzan, estas llegan entre 85% a 99% de la resistencia diseñada.

6.2 Recomendaciones

- Antes de iniciar con los trabajos de preparación del concreto se deberá de humedecer los equipos de mezclado evitando de esta manera la posible absorción de agua de la mezcla por los equipos, éste fenómeno ocasiona que la mezcla pierda agua del diseño.
- Durante los trabajos de preparación del concreto cuidar estrictamente el cumplimiento del SLUMP y la relación agua-cemento de diseño, siendo este fundamental para lograr la resistencia requerida de diseño.
- Los costos de la mano de obra, de materiales y equipos de producción están sujetos a la variación del mercado, motivo por el cual estos precios deberán de actualizarse cada vez que lo requiera.

- Realizar investigaciones con diferentes tipos y marcas de cemento que ofrece el mercado, debido a que el presente estudio se desarrolló con cemento del tipo IP de la marca Yura.
- El presente estudio servirá como antecedente para futuros estudios similares con agregados de canteras distintas a la del estudio que también abastecen de agregados para las construcciones en la ciudad del Cusco.

BIBLIOGRAFÍA

Abanto Castillo (Ed.). (1992). *Tecnología del Concreto* (2da ed.). San Marcos.

Agua. (2023). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.

<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Agua&oldid=155706588>

Aguilar Huerta, J. R. (2024). *Determinación del costo hora hombre para Cusco*.

Cáceres Silupu, F. G., & Chira Chávez, M. Enrique. (2021). *Evaluación del mejor diseño de mezclas utilizando métodos ACI, Fuller y módulo de fineza en un concreto f'c 210 y 280 kg/cm²*. Universidad César Vallejo.

Cemento. (2023). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.

<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Cemento&oldid=154240820>

Costos Directos de Construcción. (s. f.). Data Construcción. Recuperado 28 de diciembre de 2023, de <https://www.dataconstruccion.com/blog/costos-directos-de-obra>

Fernández Montero, K. V., & Velarde Acarapi, G. (2014). *Estudio comparativo de la resistencia de los concretos empleando los cementos comerciales en Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio abad del Cusco.

La Absorción de los Agregados. (s. f.). *Constructor Civil*. Recuperado 13 de diciembre de 2023, de <https://www.elconstructorcivil.com/2010/12/la-absorcion-de-los-agregados.html>

Laura Huanca, S. (2006). *Diseño de mezclas de concreto*. Universidad Nacional del Altiplano.

Obando Carrasco, F. R., & Romero Sandino, Y. M. (2020). *Análisis comparativo de mezclas de concreto haciendo uso de los métodos A.C.I 211, método de Walker, método de Fuller, y método del módulo de finura de los agregados, 2019*. Universidad Nacional de Ingeniería.

Palma Vargas, R., & Rozas Gomez, M. E. (2012). *Diseño de mezclas con los diferentes agregados utilizados en la ciudad del Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio abad del Cusco.

Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú* (2da ed.). Colegio de Ingenieros del Perú, Consejo Nacional.

Rivva López, E. (2014a). *Diseño de mezclas* (2da ed.). Instituto de construcción y gerencia.

Rivva López, E. (2014b). *Materiales para el concreto* (3ra ed.).

Vásquez Bardales, K. A. (2013). *Obtención del mejor método para elaborar el diseño de mezclas de concreto, al comparar los métodos ACI, Fuller, Walker Y Módulo de Fineza de la Combinación de los agregados, para una resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm² (a los 28 días)*. Universidad Nacional de Cajamarca.

ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1 Matriz de consistencia | 162 |
| Anexo 2 Huso 6 | 163 |
| Anexo 3 Fichas de Observación | 164 |
| Anexo 4 Panel fotográfico..... | 211 |
| Anexo 5 Ficha técnica del cemento | 222 |

Anexo 1 Matriz de consistencia

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | FACTORES | INDICADORES |
|---|--|---|--|--|---|
| PG: ¿Cuál será el método de diseño de mezclas de concreto para las resistencias a la comprensión de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² a un menor costo de producción, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023? | OG: Analizar comparativamente los diseños de mezcla de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² , en el costo de producción por metro cúbico de concreto, empleando los métodos ACI 211, módulo de finura de la combinación de agregados, Walker y Fuller, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023. | HG: Los diseños de mezcla de concreto de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² varían en el costo de producción para un metro cúbico de concreto usando los métodos ACI 211, módulo de finura de la combinación de agregados, Walker y Fuller, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023. | | | |
| PE1: ¿Cómo serán los diseños de mezcla de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² , y sus costos de producción para un metro cúbico de concreto empleando el método ACI 211, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023? | OE1: Establecer los diseños de mezcla de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² empleando el método ACI 211 y sus costos de producción para un metro cúbico de concreto, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023. | HE1: En los diseños de mezcla de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² , se obtiene resultados a los 28 días mayores al f_c de diseño respectivamente con el método ACI 211, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023. | | | |
| PE2: ¿De qué manera se plantean los diseños de mezcla de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² , y sus costos de producción para un metro cúbico de concreto usando el método Walker, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023? | OE2: Determinar los diseños de mezcla de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² , y sus costos de producción para un metro cúbico de concreto usando el método Walker, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023. | HE2: Con el método Walker para los diseños de mezcla de concreto de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² , sus resultados a los 28 días son inferiores al f_c del método ACI 211, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023. | X ₁ : Diseño de mezcla $f_c=210$ kg/cm ² . X ₂ : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² . | X1: Método ACI 211 X2: Método Walker X3: Método Fuller X4: Método Módulo de Finura de la Combinación de Agregados | X11: Proporción en pesos de los agregados (kg) X12: Proporción en volumen de los agregados (m ³) X13: Resistencia promedio f_{cr} (kg/cm ²) |
| PE3: ¿Cuáles serán los diseños de mezcla de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² , y el costo de producción para un metro cúbico de concreto empleando el método Fuller, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023? | OE3: Calcular los diseños de mezcla de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² , empleando el método Fuller y sus costos de producción para un metro cúbico de concreto, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023. | HE3: Usando el método Fuller en los diseños de mezcla de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² , a los 28 días se obtienen resultados menores que los demás métodos, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023. | Y: Costo de producción. | Y1: Costo por m ³ . | Y11: Soles/m ³ |
| PE4: ¿De qué manera influye el método Módulo de Finura de la combinación de agregados en los diseños de mezcla de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² , y sus costos de producción para un metro cúbico de concreto, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023? | OE4: Cuantificar la influencia del método Módulo de Finura de la combinación de los agregados en el costo de producción para un metro cúbico de concreto, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023. | HE4: Con el método Módulo de Finura de la combinación de agregados en los diseños de mezcla de concreto de $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² , se obtiene resultados a los 28 días mayores a los obtenidos por diseños de otros métodos, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023. | | | |
| PE5: ¿Cómo varía las resistencias a la compresión de los concretos $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² , en condiciones de obra comparado con laboratorio, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023? | OE5: Comparar las resistencias a la compresión de los diseños de mezcla por los cuatro métodos obtenidos en condiciones de obra con los obtenidos en el laboratorio, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Vicho y Pisac en la ciudad del Cusco 2023. | HE5: Las resistencias a la compresión de los concretos $f_c=210$ kg/cm ² y $f_c=280$ kg/cm ² diseñados por los cuatro métodos en condiciones de laboratorio son superiores a sus similares obtenidos en condiciones de obra. | | | |

Anexo 2 Huso 6

| Huso | Tamaño Máximo Nominal | Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----------------------|--|--------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|-------|
| | | Porcentaje que pasa por los Tamices Normalizados | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 100 mm | 90 mm | 75 mm | 63 mm | 50 mm | 37.5 mm | 25 mm | 19 mm | 12.5 mm | 9.5 mm | 4.75 mm | 2.36 mm | 1.18 mm | | |
| | 3 pulg | 3 ½ pulg | 3 pulg | 2 ½ pulg | 2 pulg | 1 ½ pulg | 1 pulg | ¾ pulg | ½ pulg | 3/8 pulg | N° 4 | N° 8 | N° 16 | N° 50 | | |
| 1 | 90 mm a 37.5 mm | 3 ½ pulg a 1 ½ pulg. | 100 | 90 a 100 | | 25 a 60 | | 0 a 15 | | 0 a 15 | | | | | | |
| 2 | 63 mm a 37.5 mm | 3 ½ pulg a 1 ½ pulg. | | | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | | 0 a 15 | | | | | | |
| 3 | 50 mm a 25.0 mm | 2 pulg a 1 pulg. | | | | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | | 0 a 15 | | | | | |
| 357 | 50 mm a 4.75 mm | 2 pulg a N° 4 | | | | 100 | 95 a 100 | | 35 a 70 | | 10 a 30 | | 0 a 5 | | | |
| 4 | 37.5 mm a 19.0 mm | 1 ½ pulg a ¾ pulg | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 5 | | 0 a 5 | | | | |
| 467 | 37.5 mm a 4.75 mm | 1 ½ pulg a N° 4 | | | | | 100 | 95 a 100 | | 35 a 70 | | 10 a 30 | 0 a 5 | | | |
| 5 | 25.0 mm a 9.5 mm | 1 pulg a ½ pulg | | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | | | | |
| 56 | 25.0 mm a 9.5 mm | 1 pulg a 3/8 pulg | | | | | | 100 | 90 a 100 | 40 a 85 | 10 a 40 | 0 a 15 | 0 a 5 | | | |
| 57 | 25.0 mm a 4.75 mm | 1 pulg a N° 4 | | | | | | 100 | 95 a 100 | | 25 a 60 | | 0 a 10 | 0 a 5 | | |
| 6 | 19.0 mm a 9.5 mm | ¾ pulg a 3/8 pulg | | | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 15 | 0 a 5 | | | |
| 67 | 19.0 mm a 4.75 mm | ¾ pulg a N° 4 | | | | | | | 100 | 90 a 100 | | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | | |
| 7 | 12.5 mm a 4.75 mm | ½ pulg a N° 4 | | | | | | | | 100 | 90 a 100 | 40 a 70 | 0 a 15 | 0 a 5 | | |
| 8 | 9.5 mm a 2.36 mm | 3/8 pulg a N° 8 | | | | | | | | | 100 | 85 a 100 | 10 a 30 | 0 a 10 | 0 a 5 | |
| 89 | 9.5 mm a 1.18 mm | 3/8 pulg a N° 16 | | | | | | | | | 100 | 90 a 100 | 25 a 55 | 5 a 30 | 0 a 10 | 0 a 5 |
| 9 | 4.75 mm a 1.18 mm | N° 4 a N° 16 | | | | | | | | | | 100 | 85 a 100 | 10 a 40 | 0 a 10 | 0 a 5 |

Anexo 3 Fichas de Observación



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



FO 1 ENSAYO: MATERIALES MAS FINOS QUE PASAN EL TAMIZ N° 200

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
 SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 18/08/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

MATERIALES MAS FINOS QUE PASAN EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | N° de Ensayo | | |
|---|-----------------|--------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente | A (g) | 568.45 | 552.21 | 559.30 |
| Masa seca de la muestra original + recipiente | B (g) | 2710.74 | 2629.27 | 2787.35 |
| Masa seca de la muestra lavado + recipiente | C (g) | 2684.59 | 2604.34 | 2759.86 |
| Masa seca de la muestra original | $D = B - A$ (g) | 2142.29 | 2077.06 | 2228.05 |
| Masa seca de la muestra luego del lavado | $E = C - A$ (g) | 2116.14 | 2052.13 | 2200.56 |
| % MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200 | $(D-E)/D*100$ % | 1.22% | 1.20% | 1.23% |

| | |
|--|--------------|
| % MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200 | 1.22% |
|--|--------------|



FO 1 ENSAYO: MATERIALES MAS FINOS QUE PASAN EL TAMIZ N° 200

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 18/08/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

MATERIALES MAS FINOS QUE PASAN EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO GRUESO

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | N° de Ensayo | | |
|---|---------------|--------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente | A (g) | 568.45 | 552.21 | 559.30 |
| Masa seca de la muestra original + recipiente | B (g) | 2710.74 | 2629.27 | 2787.35 |
| Masa seca de la muestra lavado + recipiente | C (g) | 2684.59 | 2604.34 | 2759.86 |
| Masa seca de la muestra original | D = B - A (g) | 2142.29 | 2077.06 | 2228.05 |
| Masa seca de la muestra luego del lavado | E = C - A (g) | 2116.14 | 2052.13 | 2200.56 |
| % MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200 | (D-E)/D*100 % | 1.22% | 1.20% | 1.23% |

| | |
|-------------------------------------|-------|
| % MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200 | 1.22% |
|-------------------------------------|-------|



FO 1 ENSAYO: MATERIALES MAS FINOS QUE PASAN EL TAMIZ N° 200

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 18/08/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

MATERIALES MAS FINOS QUE PASAN EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO FINO

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | N° de Ensayo | | |
|---|-----------------|--------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente | A (g) | 552.17 | 568.45 | 559.30 |
| Masa seca de la muestra original + recipiente | B (g) | 2720.69 | 2686.25 | 2632.87 |
| Masa seca de la muestra lavado + recipiente | C (g) | 2587.98 | 2557.42 | 2506.94 |
| Masa seca de la muestra original | $D = B - A$ (g) | 2168.52 | 2117.80 | 2073.57 |
| Masa seca de la muestra luego del lavado | $E = C - A$ (g) | 2035.81 | 1988.97 | 1947.64 |
| % MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200 | $(D-E)/D*100$ % | 6.12% | 6.08% | 6.07% |

| | |
|-------------------------------------|-------|
| % MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200 | 6.09% |
|-------------------------------------|-------|



FO 2

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
 SOTO LLALLA EDWIN

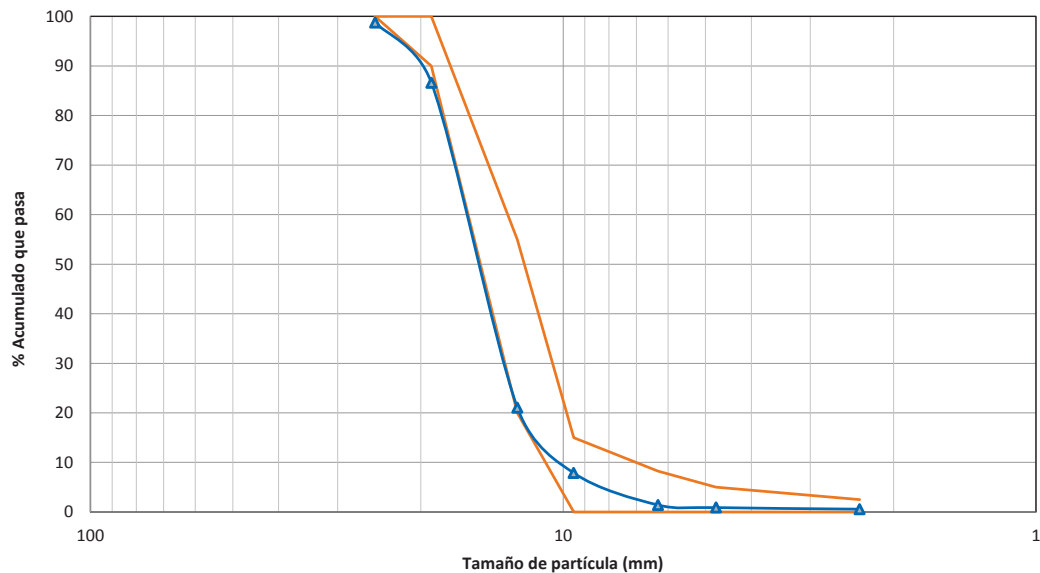
FECHA: 29/08/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

GRANULOMETRIA DE AGREGADO GRUESO - CANTERA DE VICHO

| Tamiz | | Peso Retenido | Porcentaje Retenido | % Ret. Acumulado | % Que Pasa | % Límites NTP - HUSO 6 | | |
|-------------------------|-------|----------------|---------------------------------|------------------|------------|------------------------|---|----------|
| pulg. | mm. | | | | | Inferior | - | Superior |
| 1 1/2" | 37.50 | | 0.00% | 0.0% | 100.00 | | | |
| 1" | 25.00 | 90.00 | 1.26% | 1.3% | 98.74 | 100 | - | 100 |
| 3/4" | 19.00 | 868.18 | 12.15% | 13.4% | 86.59 | 90 | - | 100 |
| 1/2" | 12.50 | 4684.48 | 65.54% | 78.9% | 21.05 | 20 | - | 55.0 |
| 3/8" | 9.50 | 942.03 | 13.18% | 92.1% | 7.87 | 0 | - | 15 |
| 1/4" | 6.30 | 461.63 | 6.46% | 98.6% | 1.41 | 0 | - | 8.3 |
| Nº 04 | 4.75 | 37.35 | 0.52% | 99.1% | 0.89 | 0 | - | 5 |
| Nº 08 | 2.360 | 22.51 | 0.31% | 99.4% | 0.57 | 0 | - | 2.5 |
| FONDO | | 41.08 | 0.57% | 100.0% | 0.00 | | | |
| Peso Muestra Seca | | 7147.3 | g | | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | | 7158.8 | g | | | | | |
| Módulo de Fineza | | 7.04 | Variacion = 0.16% CORRECTO | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA





FO 2

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
 SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 29/08/2023

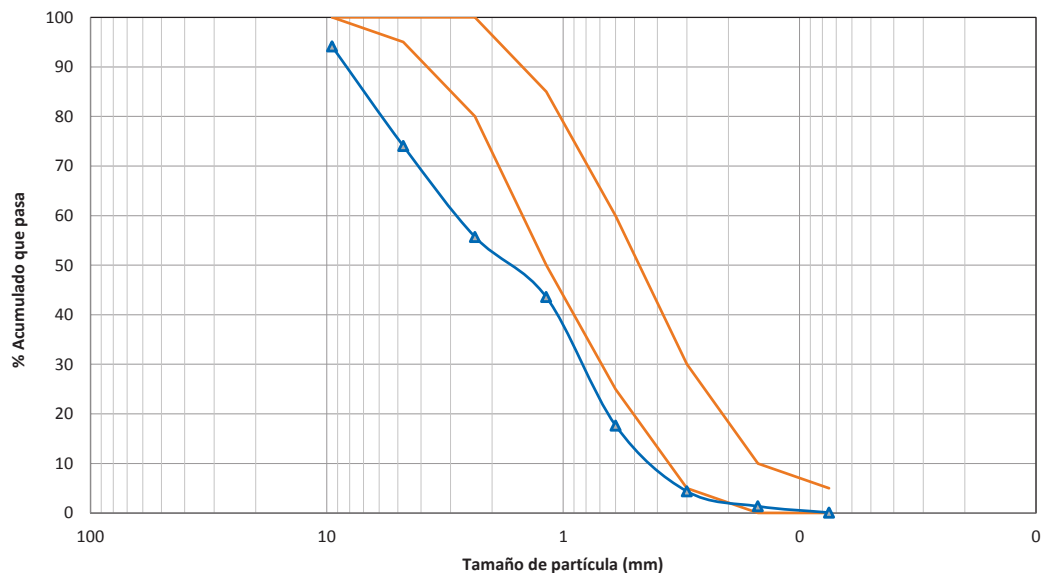
UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

GRANULOMETRIA AGR.FINO - 90% AGR.F. VICHO Y 10% ARENA FINA PISAC

| Tamiz | | Peso Retenido | Porcentaje Retenido | % Ret. Acumulado | % Que Pasa | % Límites NTP | |
|-------------------------|-------|----------------|---------------------|------------------|------------|---------------|----------|
| ulg. | mm. | | | | | Inferior | Superior |
| 3/8" | 9.50 | 88.01 | 5.87% | 5.87% | 94.13 | 100 | - 100 |
| #4 | 4.75 | 300.76 | 20.06% | 25.94% | 74.06 | 95 | - 100 |
| #8 | 2.36 | 275.50 | 18.38% | 44.31% | 55.69 | 80 | - 100 |
| #16 | 1.18 | 181.46 | 12.11% | 56.42% | 43.58 | 50 | - 85 |
| #30 | 0.60 | 388.71 | 25.93% | 82.35% | 17.65 | 25 | - 60 |
| #50 | 0.30 | 198.76 | 13.26% | 95.61% | 4.39 | 5 | - 30 |
| #100 | 0.15 | 45.46 | 3.03% | 98.64% | 1.36 | 0 | - 10 |
| #200 | 0.075 | 19.18 | 1.28% | 99.92% | 0.08 | 0 | - 5 |
| FONDO | | 1.15 | 0.08% | 100.00% | 0.00 | | |
| Peso Muestra Seca | | 1498.99 | g | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | | 1502.1 | g | | | | |
| Módulo de Fineza | | 4.09 | | | | | |

Variacion = 0.21% CORRECTO

CURVA GRANULOMÉTRICA





FO 2 ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
 SOTO LLALLA EDWIN

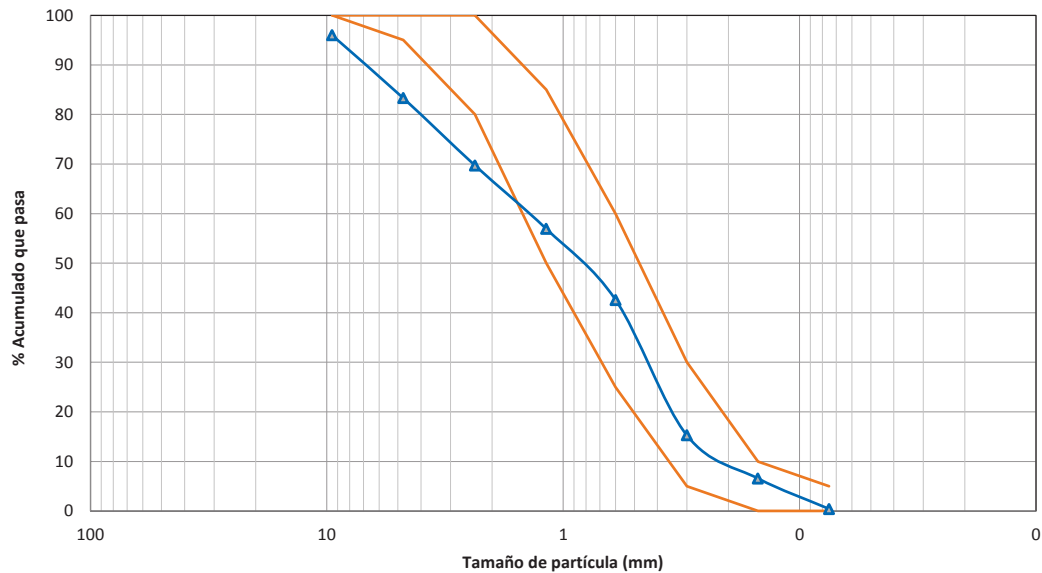
FECHA: 29/08/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

GRANULOMETRIA AGR.FINO - 70% AGR.F. VICHO Y 30% ARENA FINA PISAC

| Tamiz | | Peso Retenido | Porcentaje Retenido | % Ret. Acumulado | % Que Pasa | % Límites NTP | |
|-------------------------|-------|----------------|----------------------------|------------------|------------|---------------|----------|
| ulg. | mm. | | | | | Inferior | Superior |
| 3/8" | 9.50 | 48.20 | 4.02% | 4.02% | 95.98 | 100 | - 100 |
| #4 | 4.75 | 152.26 | 12.68% | 16.70% | 83.30 | 95 | - 100 |
| #8 | 2.36 | 163.28 | 13.60% | 30.30% | 69.70 | 80 | - 100 |
| #16 | 1.18 | 153.22 | 12.76% | 43.07% | 56.93 | 50 | - 85 |
| #30 | 0.60 | 172.24 | 14.35% | 57.42% | 42.58 | 25 | - 60 |
| #50 | 0.30 | 327.72 | 27.30% | 84.72% | 15.28 | 5 | - 30 |
| #100 | 0.15 | 104.68 | 8.72% | 93.44% | 6.56 | 0 | - 10 |
| #200 | 0.075 | 73.83 | 6.15% | 99.59% | 0.41 | 0 | - 5 |
| FONDO | | 4.93 | 0.41% | 100.00% | 0.00 | | |
| Peso Muestra Seca | | 1200.36 | g | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | | 1203.6 | g | | | | |
| Módulo de Fineza | | 3.30 | Variacion = 0.27% CORRECTO | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA





FO 2 ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
 SOTO LLALLA EDWIN

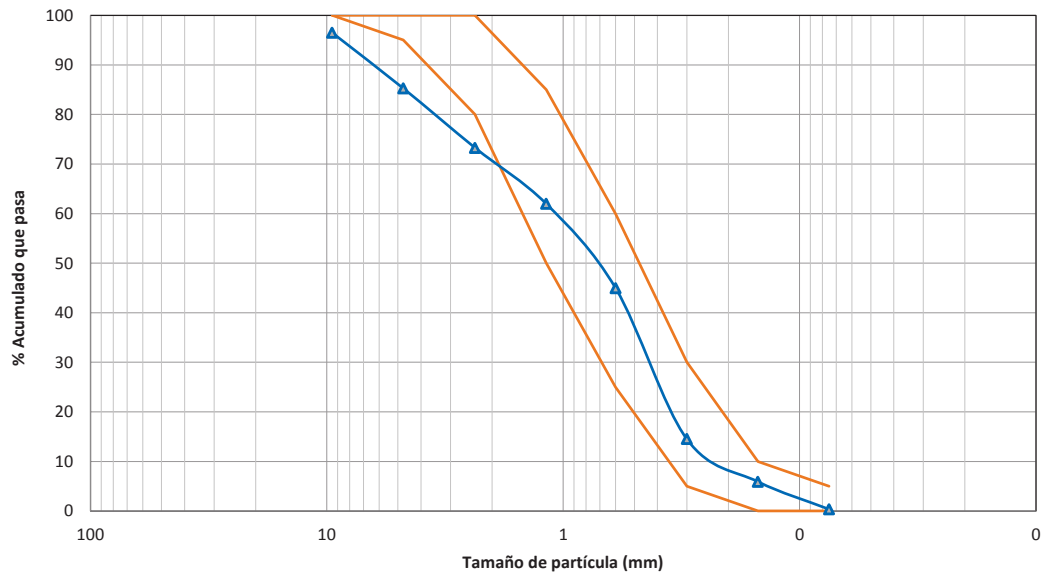
FECHA: 29/08/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

GRANULOMETRIA AGR.FINO - 60% AGR.F. VICHO Y 40% ARENA FINA PISAC

| Tamiz | | Peso Retenido | Porcentaje Retenido | % Ret. Acumulado | % Que Pasa | % Límites NTP | |
|-------------------------|-------|----------------|----------------------------|------------------|------------|---------------|----------|
| ulg. | mm. | | | | | Inferior | Superior |
| 3/8" | 9.50 | 52.70 | 3.50% | 3.50% | 96.50 | 100 | - 100 |
| #4 | 4.75 | 169.00 | 11.22% | 14.72% | 85.28 | 95 | - 100 |
| #8 | 2.36 | 180.79 | 12.01% | 26.73% | 73.27 | 80 | - 100 |
| #16 | 1.18 | 170.00 | 11.29% | 38.02% | 61.98 | 50 | - 85 |
| #30 | 0.60 | 256.42 | 17.03% | 55.05% | 44.95 | 25 | - 60 |
| #50 | 0.30 | 458.30 | 30.43% | 85.48% | 14.52 | 5 | - 30 |
| #100 | 0.15 | 129.74 | 8.62% | 94.10% | 5.90 | 0 | - 10 |
| #200 | 0.075 | 83.78 | 5.56% | 99.66% | 0.34 | 0 | - 5 |
| FONDO | | 5.12 | 0.34% | 100.00% | 0.00 | | |
| Peso Muestra Seca | | 1505.85 | g | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | | 1508.9 | g | | | | |
| Módulo de Fineza | | 3.18 | Variacion = 0.20% CORRECTO | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA





FO 2

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
 SOTO LLALLA EDWIN

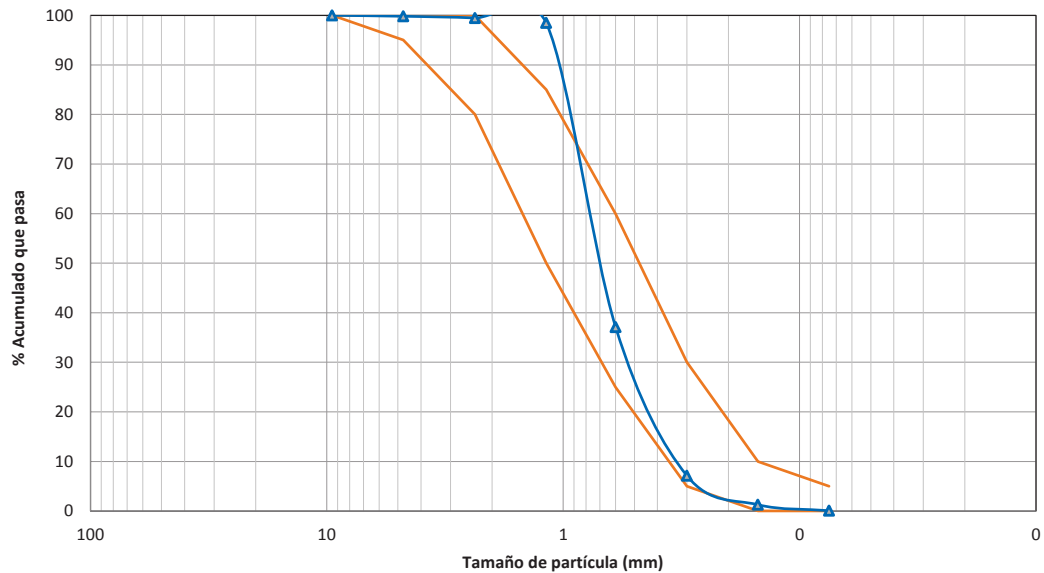
FECHA: 29/08/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

GRANULOMETRIA DE AGREGADO FINO - CANTERA DE PISAC

| Tamiz | | Peso Retenido | Porcentaje Retenido | % Ret. Acumulado | % Que Pasa | % Límites NTP | |
|-------------------------|-------|----------------|---------------------|------------------|-------------|---------------|----------|
| pulg. | mm. | | | | | Inferior | Superior |
| 3/8" | 9.50 | | 0.00% | 0.00% | 100.00 | 100 | - 100 |
| #4 | 4.75 | 2.02 | 0.19% | 0.19% | 99.81 | 95 | - 100 |
| #8 | 2.36 | 3.70 | 0.35% | 0.54% | 99.46 | 80 | - 100 |
| #16 | 1.18 | 10.42 | 0.98% | 1.51% | 98.49 | 50 | - 85 |
| #30 | 0.60 | 655.77 | 61.38% | 62.90% | 37.10 | 25 | - 60 |
| #50 | 0.30 | 320.05 | 29.96% | 92.85% | 7.15 | 5 | - 30 |
| #100 | 0.15 | 62.79 | 5.88% | 98.73% | 1.27 | 0 | - 10 |
| #200 | 0.075 | 12.94 | 1.21% | 99.94% | 0.06 | 0 | - 5 |
| FONDO | | 0.61 | 0.06% | 100.00% | 0.00 | | |
| Peso Muestra Seca | | 1068.30 | g | | | | |
| Peso Muestra Seca antes | | 1070.8 | g | | Variacion = | 0.23% | CORRECTO |
| Módulo de Fineza | | 2.57 | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA





FO 3

ENSAYO: PESO UNITARIO

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 04/09/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

| PESO UNITARIO SUELTO | | | | |
|----------------------------------|----------------------|--------------|---------|---------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | N° de Ensayo | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del molde + Masa de muestra | (g) | 9238.98 | 9210.62 | 9185.39 |
| Peso del molde | (g) | 6526.00 | 6526.00 | 6526.00 |
| Peso de la muestra | (g) | 2712.98 | 2684.62 | 2659.39 |
| Volumen del molde | (cm ³) | 2124.00 | 2124.00 | 2124.00 |
| Peso unitario suelto | (g/cm ³) | 1.277 | 1.264 | 1.252 |
| PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO | (g/cm ³) | 1.26 | | |

| PESO UNITARIO VARILLADO | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|--------------|---------|---------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | N° de Ensayo | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del molde + Masa de muestra | (g) | 9598.30 | 9562.11 | 9597.42 |
| Peso del molde | (g) | 6526.00 | 6526.00 | 6526.00 |
| Peso de la muestra | (g) | 3072.30 | 3036.11 | 3071.42 |
| Volumen del molde | (cm ³) | 2124.00 | 2124.00 | 2124.00 |
| Peso unitario compactado | (g/cm ³) | 1.446 | 1.429 | 1.446 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO | (g/cm ³) | 1.44 | | |



FO 3

ENSAYO: PESO UNITARIO

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 04/09/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

| PESO UNITARIO SUELTO | | | | |
|----------------------------------|----------------------|--------------|---------|---------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | N° de Ensayo | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del molde + Masa de muestra | (g) | 5772.19 | 5760.06 | 5765.98 |
| Peso del molde | (g) | 4221.41 | 4221.41 | 4221.41 |
| Peso de la muestra | (g) | 1550.78 | 1538.65 | 1544.57 |
| Volumen del molde | (cm ³) | 944.00 | 944.00 | 944.00 |
| Peso unitario suelto | (g/cm ³) | 1.643 | 1.630 | 1.636 |
| PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO | (g/cm ³) | 1.64 | | |

PESO UNITARIO VARILLADO

| PESO UNITARIO VARILLADO | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|--------------|---------|---------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | N° de Ensayo | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del molde + Masa de muestra | (g) | 5856.74 | 5876.05 | 5874.36 |
| Peso del molde | (g) | 4221.41 | 4221.41 | 4221.41 |
| Peso de la muestra | (g) | 1635.33 | 1654.64 | 1652.95 |
| Volumen del molde | (cm ³) | 944.00 | 944.00 | 944.00 |
| Peso unitario compactado | (g/cm ³) | 1.732 | 1.753 | 1.751 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO | (g/cm ³) | 1.75 | | |



FO 4 ENSAYO: PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 06/09/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | N° de Ensayo | | |
|--|----------------------|--------------|---------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso de material seco en horno (A) | (g) | 5598.05 | 5220.09 | 5000.22 |
| Peso material saturado superficialmente seco (B) | (g) | 5729.45 | 5344.63 | 5115.86 |
| Peso del material sumergido (C) | (g) | 3334.00 | 3121.22 | 2970.579 |
| Peso especifico | (g/cm ³) | 2.337 | 2.348 | 2.331 |
| % de absorcion = $((B - A)/A)*100$ | (%) | 2.35% | 2.39% | 2.31% |

| | |
|--|--------------|
| Peso Especifico del agregado grueso | 2.34 |
| % de Absorción | 2.35% |



FO 4 ENSAYO: PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 06/09/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

| DESCRIPCIÓN | | UNIDAD | N° de Ensayo | | |
|--|------------------|------------------------|--------------|--------|--------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Peso de matraz | A | (g) | 176.93 | 160.96 | 160.96 |
| Peso de muestra | B | (g) | 250.76 | 247.17 | 244.45 |
| Peso matraz + peso muestra + peso agua | C | (g) | 832.19 | 814.13 | 812.45 |
| Peso de muestra seca en horno | D | (g) | 246.53 | 242.86 | 240.60 |
| Peso o volumen de frasco | E | (g ó cm ³) | 500.00 | 500.00 | 500.00 |
| Peso o volumen de agua añadida | F=B-A-D | (g ó cm ³) | 404.50 | 406.00 | 407.04 |
| Peso específico | D/(E-F) | (g/cm ³) | 2.581 | 2.584 | 2.588 |
| % de absorcion | $((B - A)/A)*10$ | (%) | 1.72% | 1.77% | 1.60% |

| | |
|--|--------------|
| Peso Especifico del agregado fino | 2.58 |
| % de Absorción | 1.70% |



FO 5

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 06/09/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | N° de Ensayo | | |
|-------------------------------|-----------------|--------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso de cápsula | A (g) | 57.92 | 58.12 | 58.78 |
| Peso cápsula + muestra húmeda | B (g) | 191.72 | 197.27 | 193.34 |
| Peso cápsula + muestra seca | C (g) | 190.87 | 195.82 | 192.28 |
| Peso de muestra seca | $D = C - A$ (g) | 132.95 | 137.70 | 133.50 |
| Peso del agua | $E = B - C$ (g) | 0.85 | 1.45 | 1.06 |
| % CONTENIDO DE HUMEDAD | $(E/D) * 100$ % | 0.64% | 1.05% | 0.79% |

| | |
|--|--------------|
| % CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO | 0.83% |
|--|--------------|



FO 5

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 06/09/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | N° de Ensayo | | |
|-------------------------------|-----------------|--------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso de cápsula | A (g) | 59.36 | 61.30 | 57.48 |
| Peso cápsula + muestra húmeda | B (g) | 222.01 | 235.17 | 230.22 |
| Peso cápsula + muestra seca | C (g) | 220.09 | 233.11 | 228.18 |
| Peso de muestra seca | $D = C - A$ (g) | 160.73 | 171.81 | 170.70 |
| Peso del agua | $E = B - C$ (g) | 1.92 | 2.06 | 2.04 |
| % CONTENIDO DE HUMEDAD | $(E/D) * 100$ % | 1.19% | 1.20% | 1.20% |

| | |
|--|--------------|
| % CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO | 1.20% |
|--|--------------|

| FO 6 | | DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI | |
|--|--|---|----------------------------|
| CANTERAS | | | |
| Cantera de donde se extraen los materiales : | | VICHO - PISAC | |
| CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO | | | |
| Resistencia a la compresión especificada del Concreto ($f'c$) = | 210 | kg / cm ² | |
| Resistencia promedio a la compresión del Concreto ($f'cr$) = | 294 | kg / cm ² | |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES | | | |
| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
| Peso específico de masa : | 2.58 | Tamaño máximo nominal (Pulg.) : | 3/4" |
| Absorción (%) : | 1.70 | Peso seco compactado (kg / m ³) : | 1440.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 1.20 | Peso seco suelto (g / cm ³) : | 1.26 |
| Módulo de finura : | 3.18 | Peso específico de masa : | 2.34 |
| Peso seco suelto (g / cm ³) : | 1.64 | Absorción (%) : | 2.35 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 0.83 |
| CEMENTO | | AGUA | |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM Tipo 1 "yura" | | |
| Peso Específico : | 2.80 | | |
| DISEÑO DE MEZCLA | | | |
| Selección del Asentamiento : | | Tipo de consistencia : Plástica | |
| | | Asentamiento : 3" a 4" | |
| Tipo de Concreto a diseñar : | | Concreto sin aire incorporado | |
| Volumen unitario de Agua : | 205.00 | lt / m ³ | |
| Contenido de aire total : | 2.00 | % | |
| Relación Agua / Cemento : | 0.558 | | |
| Factor cemento : | Factor Cemento = | 367.384 | Kg / m ³ |
| | Factor Cemento = | 8.64 | Bolsas / m ³ |
| Contenido de Agregado Grueso | Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto : | | 0.582 m ³ |
| | Peso del Agregado Grueso : | | 838.08 Kg / m ³ |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales | Cemento : | 0.131 | m ³ |
| | Agua : | 0.205 | m ³ |
| | Aire : | 0.020 | m ³ |
| | Agregado Grueso : | 0.358 | m ³ |
| | Suma de Volúmenes : | 0.714 | m ³ |
| Contenido de Agregado Fino | Volumen Absoluto de Agregado Fino : | 0.286 | m ³ |
| | Peso del Agregado Fino seco : | 737.88 | Kg / m ³ |
| Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño po m ³ . | Cemento | 367.38 | Kg / m ³ |
| | Agua de diseño : | 205.00 | lt / m ³ |
| | Agregado Fino seco : | 737.88 | Kg / m ³ |
| | Agregado Grueso seco : | 838.08 | Kg / m ³ |
| Peso Húmedo de los Agregados : | Agregado Fino | 746.73 | Kg / m ³ |
| | Agregado Grueso | 845.04 | Kg / m ³ |
| Humedad Superficial de los Agregados : | Agregado Fino | -0.50 | % |
| | Agregado Grueso | -1.52 | % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino | -3.69 | lt / m ³ |
| | Agregado Grueso | -12.74 | lt / m ³ |
| | Aporte Total | -16.43 | lt / m ³ |
| Agua Efectiva : | Agua Efectiva | 221.43 | lt / m ³ |
| Relación Agua / Cemento de Diseño : | | 0.56 | |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m ³ . | Cemento | 367.38 | Kg / m ³ |
| | Agua Efectiva | 221.43 | lt / m ³ |
| | Agregado Fino Húmedo | 746.73 | Kg / m ³ |
| | Agregado Grueso Húmedo | 845.04 | Kg / m ³ |
| Relación Agua / Cemento Efectiva : | | 0.60 | |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | Cemento | 42.5 | Kg / saco |
| | Agua Efectiva | 25.6 | lt / saco |
| | Agregado fino húmedo | 86.4 | Kg / saco |
| | Agregado grueso húmedo | 97.8 | Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado. | Cemento | 1 | |
| | Agregado fino húmedo | 2.03 | |
| | Agregado grueso húmedo | 2.30 | |
| | Agua Efectiva | 25.62 | lt / saco |

| FO 6 | | DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS | |
|---|---|--|-------------------------|
| CANTERAS | | | |
| Cantera de donde se extraen los materiales : | | VICHO - PISAC | |
| CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO | | | |
| Resistencia a la compresión especificada del Concreto | (f'c) = | 210 | kg / cm ² |
| Resistencia promedio a la compresión del Concreto | (f'cr) = | 294 | kg / cm ² |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES | | | |
| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
| Peso específico de masa : | 2.58 | Tamaño máximo Nominal (Pulg.) : | 3/4" |
| Absorción (%) : | 1.70 | Peso seco compactado (kg / m ³) : | 1440.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 1.20 | Peso seco suelto (g / cm ³) : | 1.26 |
| Módulo de Finura : | 3.18 | Peso específico de masa : | 2.34 |
| Peso seco suelto (g / cm ³) : | 1.64 | Absorción (%) : | 2.35 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 0.83 |
| CEMENTO | | Perfil del Agregado : | Angular |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM Tipo 1 "yura" | Módulo de Finura : | 7.04 |
| Peso Específico : | 2.80 | AGUA | |
| DISEÑO DE MEZCLA | | | |
| Selección del Asentamiento : | Tipo de consistencia : Plástica Asentamiento : 3" a 4" | | |
| Tipo de Concreto a diseñar : | Concreto sin aire incorporado | | |
| Volumen unitario de Agua : | 205.00 | lt / m ³ | |
| Contenido de aire total : | 2.00 | % | |
| Relación Agua / Cemento : | 0.558 | | |
| Factor cemento : | Factor Cemento = | 367.384 | Kg / m ³ |
| | Factor Cemento = | 8.64 | Bolsas / m ³ |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los elementos de la Pasta : | Cemento : | 0.131 | m ³ |
| | Agua : | 0.205 | m ³ |
| | Aire : | 0.020 | m ³ |
| | Suma de Volúmenes : | 0.356 | m ³ |
| | Volumen absolutos de los Agregados. | Volumen absoluto : | 0.644 |
| Módulo de finura de la Combinación de Agregados | Contenido de Cemento : | 8.64 | Bolsas / m ³ |
| | Tamaño máximo nominal del Agregado : | 3/4" | |
| | Módulo de Finura de la Combinación de Agregados : | 5.162 | |
| Agregado Fino en relación al volumen absoluto total de Agregado. | % Agregado Fino : | 48.653 | % |
| Volúmenes absolutos de los Agregados. | Agregado Fino : | 0.313 | m ³ |
| | Agregado Grueso : | 0.331 | m ³ |
| Peso Seco de los Agregados. | Agregado Fino : | 807.54 | Kg / m ³ |
| | Agregado Grueso : | 774.54 | Kg / m ³ |
| Cantidad de materiales calculados por el Método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados a ser empleados como valores de Diseño. | Cemento : | 367.38 | Kg / m ³ |
| | Agua de diseño : | 205.00 | lt / m ³ |
| | Agregado Fino seco : | 807.54 | Kg / m ³ |
| | Agregado Grueso seco : | 774.54 | Kg / m ³ |
| Peso Húmedo de los Agregados : | Agregado Fino : | 817.23 | Kg / m ³ |
| | Agregado Grueso : | 780.97 | Kg / m ³ |
| Humedad Superficial de los Agregados : | Agregado Fino : | -0.50 | % |
| | Agregado Grueso : | -1.52 | % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino : | -4.04 | lt / m ³ |
| | Agregado Grueso : | -11.77 | lt / m ³ |
| | Aporte Total : | -15.81 | lt / m ³ |
| Agua Efectiva : | Agua Efectiva | 220.81 | lt / m ³ |
| Relación Agua / Cemento de Diseño : | 0.56 | | |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m ³ . | Cemento : | 367.38 | Kg / m ³ |
| | Agua Efectiva : | 220.81 | lt / m ³ |
| | Agregado Fino Húmedo : | 817.23 | Kg / m ³ |
| | Agregado Grueso Húmedo : | 780.97 | Kg / m ³ |
| Relación Agua / Cemento Efectiva : | 0.60 | | |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | Cemento : | 42.5 | Kg / saco |
| | Agua Efectiva : | 25.5 | lt / saco |
| | Agregado fino húmedo : | 94.5 | Kg / saco |
| | Agregado grueso húmedo : | 90.3 | Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado. | Cemento : | 1 | |
| | Agregado fino húmedo : | 2.22 | |
| | Agregado grueso húmedo : | 2.13 | |
| | Agua Efectiva : | 25.54 | lt / saco |

| FO 6 | | DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DE WALKER | |
|---|--------------------|--|--------------------|
| CANTERAS | | | |
| Cantera de donde se extraen los materiales : | | VICHO - PISAC | |
| CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO | | | |
| Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c) = | 210 | kg / cm2 | |
| Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr) = | 294 | kg / cm2 | |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES | | | |
| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
| Peso específico de masa : | 2.58 | Tamaño máximo Nominal (Pulg.) : | 3/4" |
| Absorción (%) : | 1.70 | Peso seco compactado (kg / m3) : | 1440.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 1.20 | Peso seco suelto (g / cm3) : | 1.26 |
| Módulo de finura : | 3.18 | Peso específico de masa : | 2.34 |
| Peso seco suelto (g / cm3) : | 1.64 | Absorción (%) : | 2.35 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 0.83 |
| CEMENTO | | AGUA | |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM Tipo 1 "yura" | | |
| Peso Especifico : | 2.80 | | |
| DISEÑO DE MEZCLA | | | |
| Selección del Asentamiento : | | Tipo de consistencia : Plástica | |
| | | Asentamiento : 3 " a 4 " | |
| Tipo de Concreto a diseñar : | | Concreto sin aire incorporado | |
| Volumen unitario de Agua : | | 204.00 | lt / m3 |
| Contenido de aire total : | | 2.00 | % |
| Relación Agua / Cemento : | | 0.558 | |
| Factor cemento : | | Factor Cemento = | 365.591 Kg / m3 |
| | | Factor Cemento = | 8.60 Bolsas / m3 |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los elementos de la Pasta : | | Cemento : | 0.131 m3 |
| | | Agua : | 0.204 m3 |
| | | Aire : | 0.020 m3 |
| | | Suma de Volúmenes : | 0.355 m3 |
| | | Volumen absolutos de los Agregados : | Volumen absoluto : |
| Porcentaje de Agregado Fino | | Porcentaje de Agregado Fino : | 47.396 % |
| | | Porcentaje de Agregado Fino : | 0.474 |
| Volúmenes absolutos de los Agregados . | | Agregado Fino : | 0.306 m3 |
| | | Agregado Grueso : | 0.339 m3 |
| Peso Seco de los Agregados. | | Agregado Fino : | 789.48 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso : | 793.26 Kg / m3 |
| Cantidad de materiales calculados por el Método Walker a ser empleados como valores de Diseño por m3. | | Cemento : | 365.59 Kg / m3 |
| | | Agua de diseño : | 204.00 lt / m3 |
| | | Agregado Fino seco : | 789.48 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso seco : | 793.26 Kg / m3 |
| Peso Húmedo de los Agregados : | | Agregado Fino | 798.95 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso | 799.84 Kg / m3 |
| Humedad Superficial de los Agregados : | | Agregado Fino | -0.50 % |
| | | Agregado Grueso | -1.52 % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | | Agregado Fino | -3.95 lt / m3 |
| | | Agregado Grueso | -12.06 lt / m3 |
| | | Aporte Total | -16.01 lt / m3 |
| Agua Efectiva : | | Agua Efectiva | |
| Relación Agua / Cemento de Diseño : | | 0.56 | |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m3. | | Cemento | 365.59 Kg / m3 |
| | | Agua Efectiva | 220.01 lt / m3 |
| | | Agregado Fino Húmedo | 798.95 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso Húmedo | 799.84 Kg / m3 |
| Relación Agua / Cemento Efectiva : | | 0.60 | |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | | Cemento | 42.5 Kg / saco |
| | | Agua Efectiva | 25.6 lt / saco |
| | | Agregado fino húmedo | 92.9 Kg / saco |
| | | Agregado grueso húmedo | 93.0 Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado. | | Cemento | 1 |
| | | Agregado fino húmedo | 2.19 |
| | | Agregado grueso húmedo | 2.19 |
| | | Agua Efectiva | 25.58 lt / saco |

FO 6

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DE FULLER

| CANTERAS | | | |
|--|-------------------------------------|---|--------------------|
| Cantera de donde se extraen los materiales : | | VICHO - PISAC | |
| CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO | | | |
| Resistencia a la compresión especificada del Concreto | (f'c) = | 210 | kg / cm2 |
| Resistencia promedio a la compresión del Concreto | (f'cr) = | 294 | kg / cm2 |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES | | | |
| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
| Peso específico de masa : | 2.58 | Tamaño máximo Nominal (Pulg.) : | 3/4" |
| Absorción (%) : | 1.70 | Peso seco compactado (kg / m3) : | 1440.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 1.20 | Peso seco suelto (g / cm3) : | 1.26 |
| Módulo de Finura : | 3.18 | Peso específico de masa : | 2.34 |
| Peso seco suelto (g / cm3) : | 1.64 | Absorción (%) : | 2.35 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 0.83 |
| CEMENTO | | Módulo de Finura : | 7.04 |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM Tipo 1 "yura" | AGUA | |
| Peso Especifico : | 2.80 | | |
| DISEÑO DE MEZCLA | | | |
| Selección del Asentamiento : | | Tipo de consistencia : | Plástica |
| | | Asentamiento : | 3" a 4" |
| Tipo de Concreto a diseñar : | | Concreto sin aire incorporado | |
| Volumen unitario de Agua : | | 205.00 | lt / m3 |
| Contenido de aire total : | | 2.00 | % |
| Relación Agua / Cemento : | | 0.597 | |
| Factor cemento : | | Factor Cemento = | 343.384 Kg / m3 |
| | | Factor Cemento = | 8.080 Bolsas / m3 |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los elementos de la Pasta : | | Cemento : | 0.123 m3 |
| | | Agua : | 0.205 m3 |
| | | Aire : | 0.020 m3 |
| | | Suma de Volúmenes : | 0.348 m3 |
| | Volumen absolutos de los Agregados. | | Volumen absoluto : |
| Módulo de fineza de Fuller | | Contenido de Cemento : | 8.080 Bolsas / m3 |
| | | Tamaño máximo nominal del Agregado : | 3/4" |
| | | Módulo de Finura de la Combinación de Agregados : | 4.799 |
| Agregado Fino en relación al volumen absoluto total de Agregado. | | % Agregado Fino : | 58.057 % |
| Volúmenes absolutos de los Agregados. | | Agregado Fino : | 0.379 m3 |
| | | Agregado Grueso : | 0.273 m3 |
| Peso Seco de los Agregados. | | Agregado Fino : | 977.82 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso : | 638.82 Kg / m3 |
| Cantidad de materiales calculados por el Método de Fuller a ser empleados como valores de Diseño. | | Cemento : | 343.38 Kg / m3 |
| | | Agua de diseño : | 205.00 lt / m3 |
| | | Agregado Fino seco : | 977.82 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso seco : | 638.82 Kg / m3 |
| Peso Húmedo de los Agregados : | | Agregado Fino : | 989.55 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso : | 644.12 Kg / m3 |
| Humedad Superficial de los Agregados : | | Agregado Fino : | -0.50 % |
| | | Agregado Grueso : | -1.52 % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | | Agregado Fino : | -4.89 lt / m3 |
| | | Agregado Grueso : | -9.71 lt / m3 |
| | | Aporte Total : | -14.60 lt / m3 |
| Agua Efectiva : | | Agua Efectiva : | 219.60 lt / m3 |
| Relación Agua / Cemento de Diseño : | | | 0.60 |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m3. | | Cemento : | 343.38 Kg / m3 |
| | | Agua Efectiva : | 219.60 lt / m3 |
| | | Agregado Fino Húmedo : | 989.55 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso Húmedo : | 644.12 Kg / m3 |
| Relación Agua / Cemento Efectiva : | | | 0.64 |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | | Cemento : | 42.5 Kg / saco |
| | | Agua Efectiva : | 27.2 lt / saco |
| | | Agregado fino húmedo : | 122.5 Kg / saco |
| | | Agregado grueso húmedo : | 79.7 Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado. | | Cemento : | 1 |
| | | Agregado fino húmedo : | 2.88 |
| | | Agregado grueso húmedo : | 1.88 |
| | | Agua Efectiva : | 27.18 lt / saco |

| FO 6 | | DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI | |
|--|--|---|-------------------|
| CANTERAS | | | |
| Cantera de donde se extraen los materiales : | | VICHO - PISAC | |
| CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO | | | |
| Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c) = | 280 | kg / cm2 | |
| Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr) = | 364 | kg / cm2 | |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES | | | |
| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
| Peso específico de masa : | 2.58 | Tamaño máximo nominal (Pulg.) : | 3/4" |
| Absorción (%) : | 1.70 | Peso seco compactado (kg / m3) : | 1440.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 1.20 | Peso seco suelto (g / cm3) : | 1.26 |
| Módulo de finura : | 3.18 | Peso específico de masa : | 2.34 |
| Peso seco suelto (g / cm3) : | 1.64 | Absorción (%) : | 2.35 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 0.83 |
| CEMENTO | | AGUA | |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM Tipo 1 "yura" | | |
| Peso Específico : | 2.80 | | |
| DISEÑO DE MEZCLA | | | |
| Selección del Asentamiento : | | Tipo de consistencia : Plástica | |
| | | Asentamiento : 3" a 4" | |
| Tipo de Concreto a diseñar : | | Concreto sin aire incorporado | |
| Volumen unitario de Agua : | | 205.00 | lt / m3 |
| Contenido de aire total : | | 2.00 | % |
| Relación Agua / Cemento : | | 0.466 | |
| Factor cemento : | | Factor Cemento = | 439.914 Kg / m3 |
| | | Factor Cemento = | 10.35 Bolsas / m3 |
| Contenido de Agregado Grueso | Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto : | 0.582 | m3 |
| | Peso del Agregado Grueso : | 838.08 | Kg / m3 |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales | Cemento : | 0.157 | m3 |
| | Agua : | 0.205 | m3 |
| | Aire : | 0.020 | m3 |
| | Agregado Grueso : | 0.358 | m3 |
| | Suma de Volúmenes : | 0.740 | m3 |
| Contenido de Agregado Fino | Volumen Absoluto de Agregado Fino : | 0.260 | m3 |
| | Peso del Agregado Fino seco : | 670.80 | Kg / m3 |
| Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño po m3. | Cemento | 439.91 | Kg / m3 |
| | Agua de diseño : | 205.00 | lt / m3 |
| | Agregado Fino seco : | 670.80 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso seco : | 838.08 | Kg / m3 |
| Peso Húmedo de los Agregados : | Agregado Fino | 678.85 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso | 845.04 | Kg / m3 |
| Humedad Superficial de los Agregados : | Agregado Fino | -0.50 | % |
| | Agregado Grueso | -1.52 | % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino | -3.35 | lt / m3 |
| | Agregado Grueso | -12.74 | lt / m3 |
| | Aporte Total | -16.09 | lt / m3 |
| Agua Efectiva : | Agua Efectiva | 221.09 | lt / m3 |
| Relación Agua / Cemento de Diseño : | | 0.47 | |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m3. | Cemento | 439.91 | Kg / m3 |
| | Agua Efectiva | 221.09 | lt / m3 |
| | Agregado Fino Húmedo | 678.85 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso Húmedo | 845.04 | Kg / m3 |
| Relación Agua / Cemento Efectiva : | | 0.50 | |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | Cemento | 42.5 | Kg / saco |
| | Agua Efectiva | 21.4 | lt / saco |
| | Agregado fino húmedo | 65.6 | Kg / saco |
| | Agregado grueso húmedo | 81.6 | Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado. | Cemento | 1 | |
| | Agregado fino húmedo | 1.54 | |
| | Agregado grueso húmedo | 1.92 | |
| | Agua Efectiva | 21.36 | lt / saco |

| FO 6 | | DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS | |
|---|---|--|-------------|
| CANTERAS | | | |
| Cantera de donde se extraen los materiales : | | VICHO - PISAC | |
| CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO | | | |
| Resistencia a la compresión especificada del Concreto | (f'c) = | 280 | kg / cm2 |
| Resistencia promedio a la compresión del Concreto | (f'cr) = | 364 | kg / cm2 |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES | | | |
| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
| Peso específico de masa : | 2.58 | Tamaño máximo Nominal (Pulg.) : | 3/4" |
| Absorción (%) : | 1.70 | Peso seco compactado (kg / m3) : | 1440.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 1.20 | Peso seco suelto (g / cm3) : | 1.26 |
| Módulo de Finura : | 3.18 | Peso específico de masa : | 2.34 |
| Peso seco suelto (g / cm3) : | 1.64 | Absorción (%) : | 2.35 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 0.83 |
| CEMENTO | | Perfil del Agregado : | Angular |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM Tipo 1 "yura" | Módulo de Finura : | 7.04 |
| Peso Específico : | 2.80 | AGUA | |
| DISEÑO DE MEZCLA | | | |
| Selección del Asentamiento : | Tipo de consistencia : Plástica Asentamiento : 3 " a 4 " | | |
| Tipo de Concreto a diseñar : | Concreto sin aire incorporado | | |
| Volumen unitario de Agua : | 205.00 | lt / m3 | |
| Contenido de aire total : | 2.00 | % | |
| Relación Agua / Cemento : | 0.466 | | |
| Factor cemento : | Factor Cemento = | 439.914 | Kg / m3 |
| | Factor Cemento = | 10.35 | Bolsas / m3 |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los elementos de la Pasta : | Cemento : | 0.157 | m3 |
| | Agua : | 0.205 | m3 |
| | Aire : | 0.020 | m3 |
| | Suma de Volúmenes : | 0.382 | m3 |
| | Volumen absolutos de los Agregados. | Volumen absoluto : | 0.618 |
| Módulo de finura de la Combinación de Agregados | Contenido de Cemento : | 10.35 | Bolsas / m3 |
| | Tamaño máximo nominal del Agregado : | 3/4" | |
| | Módulo de Finura de la Combinación de Agregados : | 5.288 | |
| Agregado Fino en relación al volumen absoluto total de Agregado. | % Agregado Fino : | 45.389 | % |
| Volúmenes absolutos de los Agregados. | Agregado Fino : | 0.281 | m3 |
| | Agregado Grueso : | 0.337 | m3 |
| Peso Seco de los Agregados. | Agregado Fino : | 724.98 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso : | 788.58 | Kg / m3 |
| Cantidad de materiales calculados por el Método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados a ser empleados como valores de Diseño. | Cemento : | 439.91 | Kg / m3 |
| | Agua de diseño : | 205.00 | lt / m3 |
| | Agregado Fino seco : | 724.98 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso seco : | 788.58 | Kg / m3 |
| Peso Húmedo de los Agregados : | Agregado Fino : | 733.68 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso : | 795.13 | Kg / m3 |
| Humedad Superficial de los Agregados : | Agregado Fino : | -0.50 | % |
| | Agregado Grueso : | -1.52 | % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino : | -3.62 | lt / m3 |
| | Agregado Grueso : | -11.99 | lt / m3 |
| | Aporte Total : | -15.61 | lt / m3 |
| Agua Efectiva : | Agua Efectiva | 220.61 | lt / m3 |
| Relación Agua / Cemento de Diseño : | 0.47 | | |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m3. | Cemento | 439.91 | Kg / m3 |
| | Agua Efectiva | 220.61 | lt / m3 |
| | Agregado Fino Húmedo : | 733.68 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso Húmedo : | 795.13 | Kg / m3 |
| Relación Agua / Cemento Efectiva : | 0.50 | | |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | Cemento | 42.5 | Kg / saco |
| | Agua Efectiva | 21.3 | lt / saco |
| | Agregado fino húmedo : | 70.9 | Kg / saco |
| | Agregado grueso húmedo : | 76.8 | Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado. | Cemento | 1 | |
| | Agregado fino húmedo : | 1.67 | |
| | Agregado grueso húmedo : | 1.81 | |
| | Agua Efectiva | 21.31 | lt / saco |

| FO 6 | | DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DE WALKER | |
|---|--------------------|--|--------------------|
| CANTERAS | | | |
| Cantera de donde se extraen los materiales : | | VICHO - PISAC | |
| CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO | | | |
| Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c) = | | 280 | kg / cm2 |
| Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr) = | | 364 | kg / cm2 |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES | | | |
| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
| Peso específico de masa : | 2.58 | Tamaño máximo Nominal (Pulg.) : | 3/4" |
| Absorción (%) : | 1.70 | Peso seco compactado (kg / m3) : | 1440.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 1.20 | Peso seco suelto (g / cm3) : | 1.26 |
| Módulo de finura : | 3.18 | Peso específico de masa : | 2.34 |
| Peso seco suelto (g / cm3) : | 1.64 | Absorción (%) : | 2.35 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 0.83 |
| CEMENTO | | AGUA | |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM Tipo 1 "yura" | | |
| Peso Específico : | 2.80 | | |
| DISEÑO DE MEZCLA | | | |
| Selección del Asentamiento : | | Tipo de consistencia : Plástica | |
| | | Asentamiento : 3 " a 4 " | |
| Tipo de Concreto a diseñar : | | Concreto sin aire incorporado | |
| Volumen unitario de Agua : | | 204.00 | lt / m3 |
| Contenido de aire total : | | 2.00 | % |
| Relación Agua / Cemento : | | 0.466 | |
| Factor cemento : | | Factor Cemento = | 437.768 Kg / m3 |
| | | Factor Cemento = | 10.30 Bolsas / m3 |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los elementos de la Pasta : | | Cemento : | 0.156 m3 |
| | | Agua : | 0.204 m3 |
| | | Aire : | 0.020 m3 |
| | | Suma de Volúmenes : | 0.380 m3 |
| | | Volumen absolutos de los Agregados : | Volumen absoluto : |
| Porcentaje de Agregado Fino | | Porcentaje de Agregado Fino | 41.940 % |
| | | Porcentaje de Agregado Fino | 0.419 |
| Volúmenes absolutos de los Agregados . | | Agregado Fino : | 0.260 m3 |
| | | Agregado Grueso : | 0.360 m3 |
| Peso Seco de los Agregados. | | Agregado Fino : | 670.80 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso : | 842.40 Kg / m3 |
| Cantidad de materiales calculados por el Método Walker a ser empleados como valores de Diseño por m3. | | Cemento : | 437.77 Kg / m3 |
| | | Agua de diseño : | 204.00 lt / m3 |
| | | Agregado Fino seco : | 670.80 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso seco : | 842.40 Kg / m3 |
| Peso Húmedo de los Agregados : | | Agregado Fino | 678.85 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso | 849.39 Kg / m3 |
| Humedad Superficial de los Agregados : | | Agregado Fino | -0.50 % |
| | | Agregado Grueso | -1.52 % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | | Agregado Fino | -3.35 lt / m3 |
| | | Agregado Grueso | -12.80 lt / m3 |
| | | Aporte Total | -16.15 lt / m3 |
| Agua Efectiva : | | Agua Efectiva | 220.15 lt / m3 |
| Relación Agua / Cemento de Diseño : | | 0.47 | |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m3. | | Cemento | 437.77 Kg / m3 |
| | | Agua Efectiva | 220.15 lt / m3 |
| | | Agregado Fino Húmedo | 678.85 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso Húmedo | 849.39 Kg / m3 |
| Relación Agua / Cemento Efectiva : | | 0.50 | |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | | Cemento | 42.5 Kg / saco |
| | | Agua Efectiva | 21.4 lt / saco |
| | | Agregado fino húmedo | 65.9 Kg / saco |
| | | Agregado grueso húmedo | 82.5 Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado. | | Cemento | 1 |
| | | Agregado fino húmedo | 1.55 |
| | | Agregado grueso húmedo | 1.94 |
| | | Agua Efectiva | 21.37 lt / saco |

| CANTERAS | | | |
|--|---|------------------------------------|-------------------------------|
| Cantera de donde se extraen los materiales : | | VICHO - PISAC | |
| CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO | | | |
| Resistencia a la compresión especificada del Concreto | (f'c) = | 280 | kg / cm2 |
| Resistencia promedio a la compresión del Concreto | (f'cr) = | 364 | kg / cm2 |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES | | | |
| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
| Peso específico de masa : | 2.58 | Tamaño máximo Nominal (Pulg.) : | 3/4" |
| Absorción (%) : | 1.70 | Peso seco compactado (kg / m3) : | 1440.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 1.20 | Peso seco suelto (g / cm3) : | 1.26 |
| Módulo de Finura : | 3.18 | Peso específico de masa : | 2.34 |
| Peso seco suelto (g / cm3) : | 1.64 | Absorción (%) : | 2.35 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 0.83 |
| | | Módulo de Finura : | 7.04 |
| CEMENTO | | AGUA | |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM Tipo 1 "yura" | | |
| Peso Especifico : | 2.80 | | |
| DISEÑO DE MEZCLA | | | |
| Selección del Asentamiento : | | Tipo de consistencia : | Plástica |
| | | Asentamiento : | 3" a 4" |
| Tipo de Concreto a diseñar : | | | Concreto sin aire incorporado |
| Volumen unitario de Agua : | | 205.00 | lt / m3 |
| Contenido de aire total : | | 2.00 | % |
| Relación Agua / Cemento : | | 0.511 | |
| Factor cemento : | Factor Cemento = | 401.174 | Kg / m3 |
| | Factor Cemento = | 9.439 | Bolsas / m3 |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los elementos de la Pasta : | Cemento : | 0.143 | m3 |
| | Agua : | 0.205 | m3 |
| | Aire : | 0.020 | m3 |
| | Suma de Volúmenes : | 0.368 | m3 |
| | Volumen absoluto de los Agregados. | Volumen absoluto : | 0.632 |
| Módulo de fineza de Fuller | Contenido de Cemento : | 9.439 | Bolsas / m3 |
| | Tamaño máximo nominal del Agregado : | 3/4" | |
| | Módulo de Finura de la Combinación de Agregados : | 4.799 | |
| Agregado Fino en relación al volumen absoluto total de Agregado. | % Agregado Fino : | 58.057 | % |
| Volúmenes absolutos de los Agregados. | Agregado Fino : | 0.367 | m3 |
| | Agregado Grueso : | 0.265 | m3 |
| Peso Seco de los Agregados. | Agregado Fino : | 946.86 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso : | 620.10 | Kg / m3 |
| Cantidad de materiales calculados por el Método de Fuller a ser empleados como valores de Diseño. | Cemento : | 401.17 | Kg / m3 |
| | Agua de diseño : | 205.00 | lt / m3 |
| | Agregado Fino seco : | 946.86 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso seco : | 620.10 | Kg / m3 |
| Peso Húmedo de los Agregados : | Agregado Fino : | 958.22 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso : | 625.25 | Kg / m3 |
| Humedad Superficial de los Agregados : | Agregado Fino : | -0.50 | % |
| | Agregado Grueso : | -1.52 | % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino : | -4.73 | lt / m3 |
| | Agregado Grueso : | -9.43 | lt / m3 |
| | Aporte Total : | -14.16 | lt / m3 |
| Agua Efectiva : | Agua Efectiva | 219.16 | lt / m3 |
| Relación Agua / Cemento de Diseño : | | 0.51 | |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m3. | Cemento | 401.17 | Kg / m3 |
| | Agua Efectiva | 219.16 | lt / m3 |
| | Agregado Fino Húmedo : | 958.22 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso Húmedo : | 625.25 | Kg / m3 |
| Relación Agua / Cemento Efectiva : | | 0.55 | |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | Cemento | 42.5 | Kg / saco |
| | Agua Efectiva | 23.2 | lt / saco |
| | Agregado fino húmedo : | 101.5 | Kg / saco |
| | Agregado grueso húmedo : | 66.2 | Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado. | Cemento | 1 | |
| | Agregado fino húmedo : | 2.39 | |
| | Agregado grueso húmedo : | 1.56 | |
| | Agua Efectiva | 23.22 | lt / saco |



FO 7 ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 08/11/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

CONCRETO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ - METODO ACI 211

RESISTENCIA A LOS 14 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | ACI-210-M1 | 11/10/2023 | 25/10/2023 | 176.7 | 12.79 | 33710 | 190.8 |
| 2 | ACI-210-M2 | 11/10/2023 | 25/10/2023 | 174.4 | 12.88 | 32830 | 188.3 |
| 3 | ACI-210-M3 | 11/10/2023 | 25/10/2023 | 174.4 | 12.77 | 32930 | 188.9 |

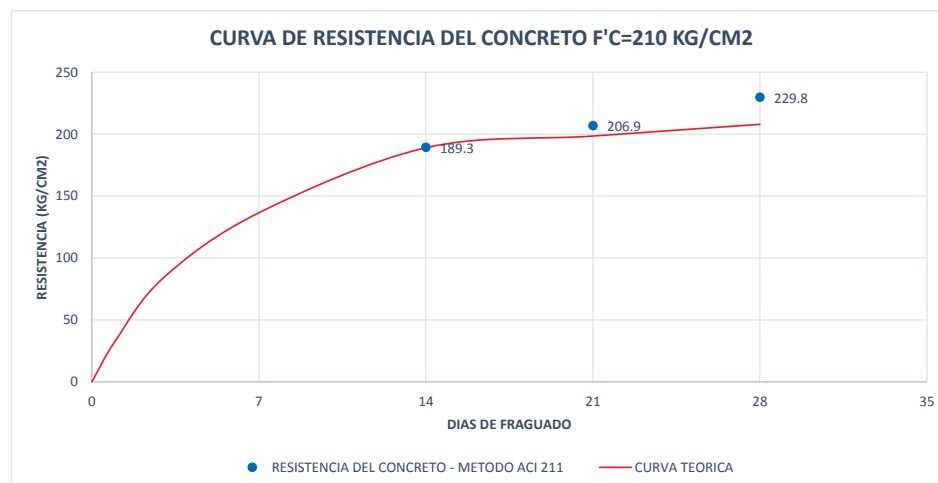
RESISTENCIA A LOS 21 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | ACI-210-M4 | 11/10/2023 | 02/11/2023 | 176.7 | 12.70 | 36580 | 207.0 |
| 2 | ACI-210-M5 | 11/10/2023 | 02/11/2023 | 179.1 | 12.80 | 37400 | 208.8 |
| 3 | ACI-210-M6 | 11/10/2023 | 02/11/2023 | 176.7 | 12.70 | 36540 | 206.8 |

RESISTENCIA A LOS 28 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | ACI-210-M7 | 11/10/2023 | 08/11/2023 | 176.7 | 12.60 | 40540 | 229.4 |
| 2 | ACI-210-M8 | 11/10/2023 | 08/11/2023 | 179.1 | 12.60 | 41880 | 233.9 |
| 3 | ACI-210-M9 | 11/10/2023 | 08/11/2023 | 176.7 | 12.60 | 39940 | 226.0 |

CURVA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$





FO 7 ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 08/11/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

CONCRETO $f_c=280$ KG/CM² - METODO ACI 211

RESISTENCIA A LOS 14 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | ACI-280-M1 | 11/10/2023 | 25/10/2023 | 172.0 | 12.74 | 42170 | 245.1 |
| 2 | ACI-280-M2 | 11/10/2023 | 25/10/2023 | 176.7 | 12.70 | 46470 | 263.0 |
| 3 | ACI-280-M3 | 11/10/2023 | 25/10/2023 | 176.7 | 12.74 | 45420 | 257.0 |

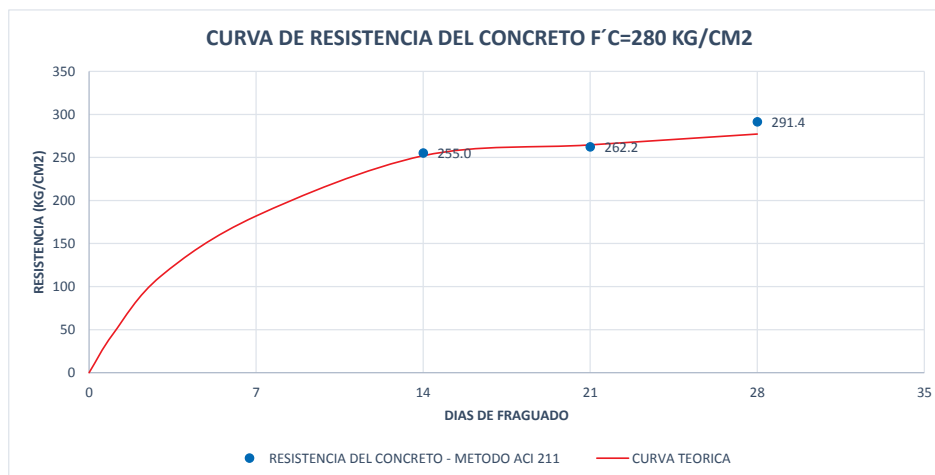
RESISTENCIA A LOS 21 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | ACI-280-M4 | 11/10/2023 | 02/11/2023 | 176.7 | 12.70 | 47110 | 266.6 |
| 2 | ACI-280-M5 | 11/10/2023 | 02/11/2023 | 176.7 | 12.70 | 47230 | 267.3 |
| 3 | ACI-280-M6 | 11/10/2023 | 02/11/2023 | 176.7 | 12.70 | 44660 | 252.7 |

RESISTENCIA A LOS 28 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | ACI-280-M7 | 11/10/2023 | 08/11/2023 | 174.4 | 12.70 | 50530 | 289.8 |
| 2 | ACI-280-M8 | 11/10/2023 | 08/11/2023 | 176.7 | 12.50 | 51420 | 291.0 |
| 3 | ACI-280-M9 | 11/10/2023 | 08/11/2023 | 176.7 | 12.70 | 51840 | 293.4 |

CURVA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO $f_c=280$ KG/CM²





FO 7 ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 13/11/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

CONCRETO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ - METODO FULLER

RESISTENCIA A LOS 14 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | F-210-M1 | 16/10/2023 | 30/10/2023 | 176.7 | 12.7 | 29390 | 166.3 |
| 2 | F-210-M2 | 16/10/2023 | 30/10/2023 | 176.7 | 12.7 | 28720 | 162.5 |
| 3 | F-210-M3 | 16/10/2023 | 30/10/2023 | 174.4 | 12.7 | 28640 | 164.3 |

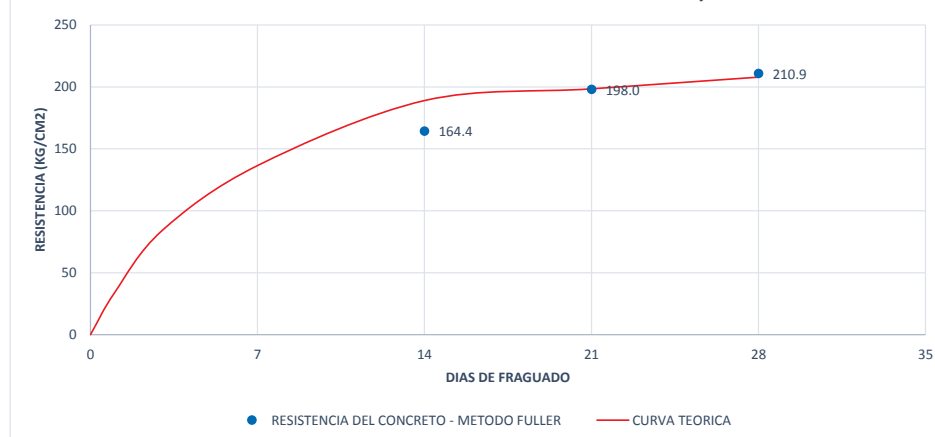
RESISTENCIA A LOS 21 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | F-210-M4 | 16/10/2023 | 06/11/2023 | 176.7 | 12.76 | 35250 | 199.5 |
| 2 | F-210-M5 | 16/10/2023 | 06/11/2023 | 176.7 | 12.79 | 34580 | 195.7 |
| 3 | F-210-M6 | 16/10/2023 | 06/11/2023 | 176.7 | 12.75 | 35150 | 198.9 |

RESISTENCIA A LOS 28 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | F-210-M7 | 16/10/2023 | 13/11/2023 | 176.7 | 12.50 | 37110 | 210.0 |
| 2 | F-210-M8 | 16/10/2023 | 13/11/2023 | 174.4 | 12.40 | 36830 | 211.2 |
| 3 | F-210-M9 | 16/10/2023 | 13/11/2023 | 176.7 | 12.50 | 37370 | 211.5 |

CURVA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$





FO 7 ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 13/11/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

CONCRETO $F'C=280 \text{ KG/CM}^2$ - METODO FULLER

RESISTENCIA A LOS 14 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | F-280-M1 | 16/10/2023 | 30/10/2023 | 176.7 | 12.7 | 42840 | 242.4 |
| 2 | F-280-M2 | 16/10/2023 | 30/10/2023 | 174.4 | 12.7 | 42040 | 241.1 |
| 3 | F-280-M3 | 16/10/2023 | 30/10/2023 | 176.7 | 12.6 | 43220 | 244.6 |

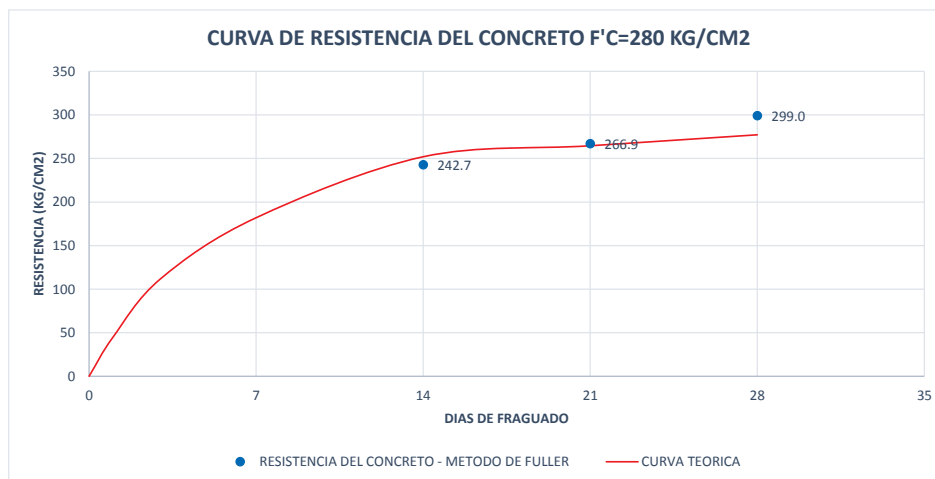
RESISTENCIA A LOS 21 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | F-280-M4 | 16/10/2023 | 06/11/2023 | 179.1 | 12.72 | 47450 | 265.0 |
| 2 | F-280-M5 | 16/10/2023 | 06/11/2023 | 176.7 | 12.81 | 46800 | 264.8 |
| 3 | F-280-M6 | 16/10/2023 | 06/11/2023 | 176.7 | 12.79 | 47860 | 270.8 |

RESISTENCIA A LOS 28 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | F-280-M7 | 16/10/2023 | 13/11/2023 | 176.7 | 12.50 | 52490 | 297.0 |
| 2 | F-280-M8 | 16/10/2023 | 13/11/2023 | 179.1 | 12.60 | 53460 | 298.5 |
| 3 | F-280-M9 | 16/10/2023 | 13/11/2023 | 176.7 | 12.60 | 53290 | 301.6 |

CURVA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'C=280 \text{ KG/CM}^2$





FO 7 ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 16/11/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

CONCRETO F'C=210 KG/CM2 - METODO MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS

RESISTENCIA A LOS 14 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm2) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | MF-210-M1 | 19/10/2023 | 02/11/2023 | 176.7 | 12.7 | 34940 | 197.7 |
| 2 | MF-210-M2 | 19/10/2023 | 02/11/2023 | 179.1 | 12.6 | 36590 | 204.3 |
| 3 | MF-210-M3 | 19/10/2023 | 02/11/2023 | 176.7 | 12.6 | 35390 | 200.3 |

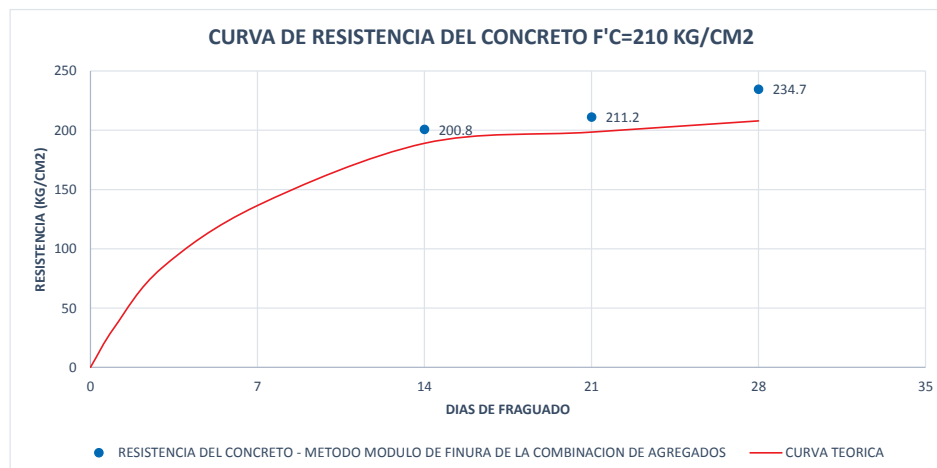
RESISTENCIA A LOS 21 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm2) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | MF-210-M4 | 19/10/2023 | 09/11/2023 | 176.7 | 12.70 | 37200 | 210.5 |
| 2 | MF-210-M5 | 19/10/2023 | 09/11/2023 | 179.1 | 12.70 | 38180 | 213.2 |
| 3 | MF-210-M6 | 19/10/2023 | 09/11/2023 | 176.7 | 12.60 | 37070 | 209.8 |

RESISTENCIA A LOS 28 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm2) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | MF-210-M7 | 19/10/2023 | 16/11/2023 | 176.7 | 12.50 | 41620 | 235.5 |
| 2 | MF-210-M8 | 19/10/2023 | 16/11/2023 | 176.7 | 12.50 | 41090 | 232.5 |
| 3 | MF-210-M9 | 19/10/2023 | 16/11/2023 | 179.1 | 12.50 | 42260 | 236.0 |

CURVA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2





FO 7 ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 16/11/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

CONCRETO F'C=280 KG/CM2 - METODO MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS

RESISTENCIA A LOS 14 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | MF-280-M1 | 19/10/2023 | 02/11/2023 | 176.7 | 12.7 | 45490 | 257.4 |
| 2 | MF-280-M2 | 19/10/2023 | 02/11/2023 | 179.1 | 12.9 | 45850 | 256.0 |
| 3 | MF-280-M3 | 19/10/2023 | 02/11/2023 | 176.7 | 12.9 | 45710 | 258.7 |

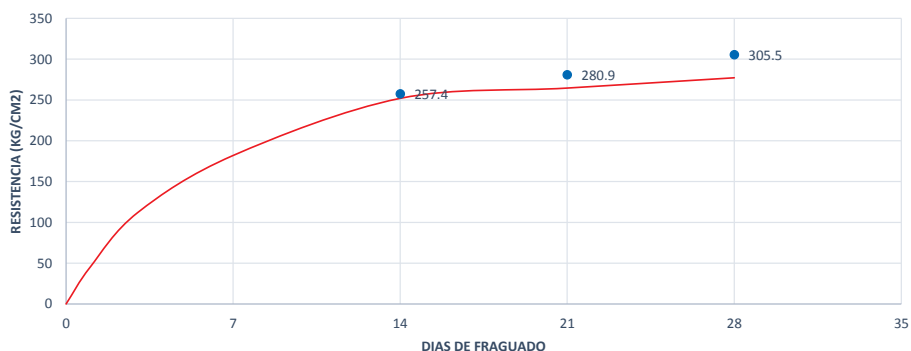
RESISTENCIA A LOS 21 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | MF-280-M4 | 19/10/2023 | 09/11/2023 | 179.1 | 12.70 | 51240 | 286.1 |
| 2 | MF-280-M5 | 19/10/2023 | 09/11/2023 | 176.7 | 12.80 | 48980 | 277.2 |
| 3 | MF-280-M6 | 19/10/2023 | 09/11/2023 | 176.7 | 12.80 | 49390 | 279.5 |

RESISTENCIA A LOS 28 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | MF-280-M7 | 19/10/2023 | 16/11/2023 | 179.1 | 12.70 | 55050 | 307.4 |
| 2 | MF-280-M8 | 19/10/2023 | 16/11/2023 | 179.1 | 12.60 | 54810 | 306.1 |
| 3 | MF-280-M9 | 19/10/2023 | 16/11/2023 | 176.7 | 12.60 | 53530 | 302.9 |

CURVA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=280 KG/CM2



● RESISTENCIA DEL CONCRETO - METODO MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS — CURVA TEORICA



FO 7 ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 17/11/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

CONCRETO F'C=210 KG/CM2 - METODO WALKER

RESISTENCIA A LOS 14 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | W-210-M1 | 20/10/2023 | 03/11/2023 | 174.4 | 12.7 | 32350 | 185.5 |
| 2 | W-210-M2 | 20/10/2023 | 03/11/2023 | 176.7 | 12.8 | 35160 | 199.0 |
| 3 | W-210-M3 | 20/10/2023 | 03/11/2023 | 176.7 | 12.8 | 33480 | 189.5 |

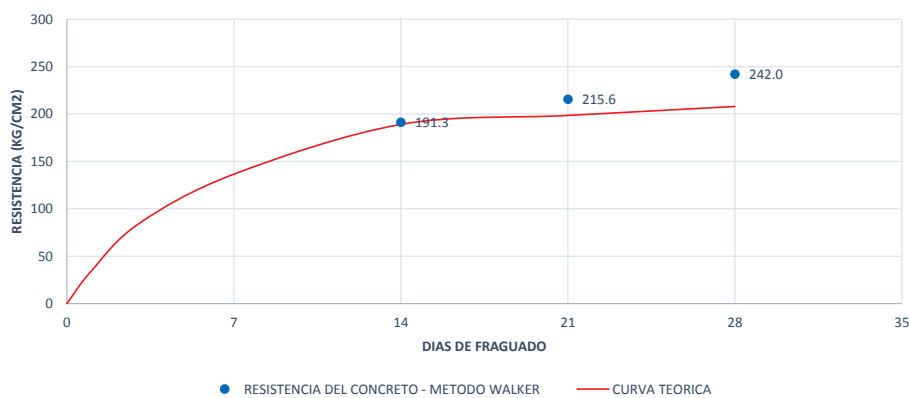
RESISTENCIA A LOS 21 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | W-210-M4 | 20/10/2023 | 10/11/2023 | 176.7 | 12.80 | 37800 | 213.9 |
| 2 | W-210-M5 | 20/10/2023 | 10/11/2023 | 176.7 | 12.80 | 39440 | 223.2 |
| 3 | W-210-M6 | 20/10/2023 | 10/11/2023 | 176.7 | 12.70 | 37080 | 209.8 |

RESISTENCIA A LOS 28 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | W-210-M7 | 20/10/2023 | 17/11/2023 | 176.7 | 12.50 | 42770 | 242.0 |
| 2 | W-210-M8 | 20/10/2023 | 17/11/2023 | 176.7 | 12.70 | 42800 | 242.2 |
| 3 | W-210-M9 | 20/10/2023 | 17/11/2023 | 179.1 | 12.50 | 43290 | 241.7 |

CURVA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2





FO 7 ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: SOTO LLALLA BREYNER
SOTO LLALLA EDWIN

FECHA: 17/11/2023

UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES FIC - UNSAAC

CONCRETO F'C=280 KG/CM2 - METODO WALKER

RESISTENCIA A LOS 14 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | W-280-M1 | 20/10/2023 | 03/11/2023 | 176.7 | 12.8 | 43950 | 248.7 |
| 2 | W-280-M2 | 20/10/2023 | 03/11/2023 | 179.1 | 12.9 | 44650 | 249.3 |
| 3 | W-280-M3 | 20/10/2023 | 03/11/2023 | 176.7 | 12.8 | 43980 | 248.9 |

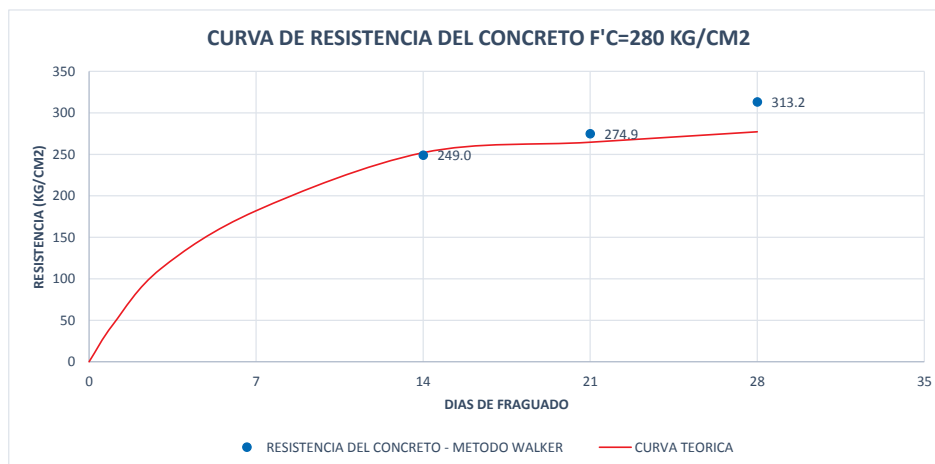
RESISTENCIA A LOS 21 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | W-280-M4 | 20/10/2023 | 10/11/2023 | 176.7 | 12.70 | 48310 | 273.4 |
| 2 | W-280-M5 | 20/10/2023 | 10/11/2023 | 176.7 | 12.80 | 48160 | 272.5 |
| 3 | W-280-M6 | 20/10/2023 | 10/11/2023 | 179.1 | 12.80 | 49940 | 278.9 |

RESISTENCIA A LOS 28 DIAS

| N° | IDENTIFICACION DE MUESTRA | FECHA DE OBTENCION | FECHA DE ENSAYO | AREA (cm ²) | PESO (Kg) | CARGA DE ROTURA | RESIST. COMPRESION |
|----|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 1 | W-280-M7 | 20/10/2023 | 17/11/2023 | 179.1 | 12.70 | 56050 | 313.0 |
| 2 | W-280-M8 | 20/10/2023 | 17/11/2023 | 176.7 | 12.80 | 55530 | 314.2 |
| 3 | W-280-M9 | 20/10/2023 | 17/11/2023 | 179.1 | 12.60 | 55950 | 312.4 |

CURVA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=280 KG/CM2





COTIZACION DE MATERIALES

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Plisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: Bach. Edwin Soto Llalla
 Bach. Breyner Soto Llalla

Resumen de cotizacion: **CEMENTO**

SEÑOR(ES): Matasales de construcción Piedrón

RUC: 10.23.88892.81 TELEFONO CELULAR: 973.633553 TELEFONO FIJO:

DIRECCION: Av. de la Cultura N° 1414 San Sebastián FECHA: 09/10/2023

| N° | Cant. | Unid. Med | Descripcion | P. Unit. |
|----|-------|-----------|---------------------------------|----------|
| 1 | 1.00 | bolsa | Cemento Portland Tipo IP - Yura | 29.00 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Precio incluye el IGV: SI NO

Otros:



COTIZACION DE MATERIALES

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: Bach. Edwin Soto Llalla
 Bach. Breyner Soto Llalla

| Resumen de cotizacion: CEMENTO | | | | |
|--|-------|-----------|---------------------------------|----------|
| SEÑOR(ES): GP Transportes E.I.R.L. | | | | |
| RUC: 20564332365 TELEFONO CELULAR: TELEFONO FIJO: | | | | |
| DIRECCION: Av. Huayrupata N° 1039 Wanchaq FECHA: 09/10/2023 | | | | |
| N° | Cant. | Unid. Med | Descripcion | P. Unit. |
| 1 | 1.00 | bolsa | Cemento Portland Tipo IP - Yura | 27.40 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Precio incluye el IGV: | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | | | | |
| Otros: | | | | |



COTIZACION DE MATERIALES

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Plaac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: Bach. Edwin Soto Llalla
 Bach. Breyner Soto Llalla

Resumen de cotización: **CEMENTO**

SEÑOR(ES): Venta de materiales de construcción L23

RUC: TELEFONO CELULAR: 984397751 TELEFONO FIJO:

DIRECCION: Prolong. Av. la millera N° 300 San Sebastián. FECHA: 09/10/2023

| N° | Cant. | Unid. Med | Descripcion | P. Unit. |
|----|-------|-----------|---------------------------------|----------|
| 1 | 1.00 | bolsa | Cemento Portland Tipo IP - Yura | 29.00 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Precio incluye el IGV: SI NO

Otros:



COTIZACION DE MATERIALES

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: Bach. Edwin Soto Llalla
 Bach. Breyner Soto Llalla

Resumen de cotización: **AGREGADOS**

SEÑOR(ES): Materiales de Construcción Piedra

RUC: 10238989281 TELEFONO CELULAR: 973633553 TELEFONO FIJO:

DIRECCION: Av. la cultura N° 1414 San Sebastian FECHA: 09/10/2023

| N° | Cant. | Unid. Med | Descripcion | P. Unit. |
|----|-------|----------------|---------------------------|----------|
| 1 | 1.00 | m ³ | arena fina Pisac | 80.00 |
| 2 | 1.00 | m ³ | arena gruesa Vicho | 70.00 |
| 3 | 1.00 | m ³ | Piedra chancada 1/2 Vicho | 60.00 |
| | | | | |
| | | | | |

Precio incluye el IGV: SI NO

Otros:



COTIZACION DE MATERIALES

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: Bach. Edwin Soto Lalla
 Bach. Breyner Soto Lalla

| Resumen de cotizacion: AGREGADOS | | | | |
|--|-------|----------------|-------------------------------|----------|
| SEÑOR(ES): <u>Materiales de construcción Valle sagrado</u> | | | | |
| RUC: TELEFONO CELULAR: <u>982859975</u> TELEFONO FIJO: | | | | |
| DIRECCION: <u>Pisac, Av. la cultura N° 1526</u> FECHA: <u>09/10/2023</u> | | | | |
| N° | Cant. | Unid. Med | Descripcion | P. Unit. |
| 1 | 1.00 | m ² | Arena Fina Pisac | 80.00 |
| 2 | 1.00 | m ³ | Arena gruesa Vicho | 70.00 |
| 3 | 1.00 | m ³ | Piedra chancada de 1/2" Vicho | 65.00 |
| | | | | |
| | | | | |
| Precio incluye el IGV: | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | | | | |
| Otros: | | | | |



COTIZACION DE MATERIALES

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: Bach. Edwin Soto Llalla
 Bach. Breyner Soto Llalla

Resumen de cotizacion: **AGREGADOS**

SEÑOR(ES): Venta de material de construcción Oscar

RUC: TELEFONO CELULAR: 984947861 TELEFONO FIJO:

DIRECCION: Av. la cultura N° 1522 San Sebastian FECHA: 09/10/2023

| N° | Cant. | Unid. Med | Descripcion | P. Unit. |
|----|-------|----------------|--------------------|----------|
| 1 | 1.00 | m ³ | Arena Fina Pisac | 85.00 |
| 2 | 1.00 | m ³ | Arena Gruesa Vicho | 75.00 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Precio incluye el IGV:

SI NO

Otros:



COTIZACION DE MATERIALES

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: Bach. Edwin Soto Llalla
 Bach. Breyner Soto Llalla

Resumen de cotización: **AGREGADOS**

SEÑOR(ES): Venta de materiales de construcción Uy

RUC: TELEFONO CELULAR: 984797751 TELEFONO FIJO:

DIRECCION: Prolong. Av. la cultura N° 300 FECHA: 09/10/2023

| N° | Cant. | Unid. Med | Descripcion | P. Unit. |
|----|-------|----------------|-------------------------------|----------|
| 1 | 1.00 | M ³ | Piedra chancada de 1/2" Vicho | 60.00 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Precio incluye el IGV: SI NO

Otros:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



FO 8 COTIZACION DE MATERIALES

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: Bach. Edwin Soto Llalla
 Bach. Breyner Soto Llalla

Resumen de cotización: **AGUA**

SEÑOR(ES): Materiales de construcción Piedra

RUC: 10238889281 TELEFONO CELULAR: 933633563 TELEFONO FIJO:

DIRECCION: Proq. Av. la cultura N°1414 San Sebastian FECHA: 16/09/2024

| N° | Cant. | Unid. Med | Descripcion | P. Unit. |
|----|-------|----------------|-------------|----------|
| 1 | 1.00 | m ³ | Agua | 30.00 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Precio incluye el IGV: SI NO

Otros:



FO 8 COTIZACION DE MATERIALES

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: Bach. Edwin Soto Llalla
Bach. Breyner Soto Llalla

Resumen de cotización: **AGUA**

SEÑOR(ES): Venta de materiales de construcción Uq

RUC: TELEFONO CELULAR: 984797751 TELEFONO FIJO:

DIRECCION: Pedong Av. la cultura N° 300 FECHA: 16/09/2024

| N° | Cant. | Unid. Med | Descripcion | P. Unit. |
|----|-------|----------------|-------------|----------|
| 1 | 1.00 | m ³ | Agua | 28.00 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Precio incluye el IGV:

SI NO

Otros:



FO 8 COTIZACION DE MATERIALES

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: Bach. Edwin Soto Llalla
 Bach. Breyner Soto Llalla

Resumen de cotización: **AGUA**

SEÑOR(ES): Venta de materiales de construcción Oscar

RUC: TELEFONO CELULAR: 984947361 TELEFONO FIJO:

DIRECCION: Av. b. cultura N° 1522 San Sebastian FECHA: 16/09/2024

| N° | Cant. | Unid. Med | Descripcion | P. Unit. |
|----|-------|----------------|-------------|----------|
| 1 | 1.00 | m ³ | Agua | 29.00 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Precio incluye el IGV: SI NO

Otros:



CUADRO COMPARATIVO

TESIS: Análisis Comparativo de Diseños de Mezcla de Concreto $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² en el Costo de Producción Empleando los Métodos ACI 211, Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, Walker y Fuller, con Agregado Grueso de la Cantera de Vicho y Agregado Fino de las Canteras de Vicho y Pisac en la Ciudad del Cusco 2023.

TESISTAS: Bach. Edwin Soto Llalla
Bach. Breyner Soto Llalla

| MATERIAL | PROVEEDOR | CANT. | UNIDAD | COSTO (S/.) SIN IGV | PROMEDIO (S/.) |
|---------------------------------------|---|-------|--------|------------------------|-------------------|
| CEMENTO PORTLAND TIPO IP (YURA) | GP Transportes E.I.R.L. | 1.00 | BOL | 23.22 | 24.12 |
| | Materiales de construcción Piedron | 1.00 | BOL | 24.58 | |
| | Venta de materiales de construcción Luz | 1.00 | BOL | 24.58 | |
| ARENA FINA | Materiales de construcción Piedron | 1.00 | M3 | 67.80 | 69.21 |
| | Materiales de construcción Valle Sagrado | 1.00 | M3 | 67.80 | |
| | Venta de materiales de construcción Oscar | 1.00 | M3 | 72.03 | |
| ARENA GRUESA | Materiales de construcción Piedron | 1.00 | M3 | 59.32 | 60.73 |
| | Materiales de construcción Valle Sagrado | 1.00 | M3 | 59.32 | |
| | Venta de materiales de construcción Oscar | 1.00 | M3 | 63.56 | |
| PIEDRA CHANCADA DE 1/2" | Materiales de construcción Piedron | 1.00 | M3 | 50.85 | 52.26 |
| | Venta de materiales de construcción Luz | 1.00 | M3 | 50.85 | |
| | Materiales de construcción Valle Sagrado | 1.00 | M3 | 55.08 | |
| AGUA | Materiales de construcción Piedron | 1.00 | M3 | 25.42 | 24.58 |
| | Venta de materiales de construcción Luz | 1.00 | M3 | 23.73 | |
| | Venta de materiales de construcción Oscar | 1.00 | M3 | 24.58 | |

DETERMINACIÓN DEL COSTO HORA HOMBRE PARA CUSCO

ANALISIS DEL AÑO LABORABLE 2025

PAG 1

MSC. ING. J. RONALD AGUILAR HUERTA

| MES | TOTAL DIAS | CONCEPTO DEL FERIADO | DIAS FERIADOS | DIAS DOMINGOS | DIAS DE 8.5 HORAS LABORABLES | DIAS DE 5.5 HORAS LABORABLES | TOTAL HORAS LABORABLES | TOTAL HORAS FERIADOS |
|--------------|------------|--|---------------|---------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------|
| ENERO | 31 | AÑO NUEVO | 1.000 | 4 | 22.00 | 4.00 | 209.00 | 8.50 |
| FEBRERO | 28 | - | 0.000 | 4 | 20.00 | 4.00 | 192.00 | 0.00 |
| MARZO | 31 | - | 0.000 | 5 | 21.00 | 5.00 | 206.00 | 0.00 |
| ABRIL | 30 | Ju y Vi SANTO | 1.412 | 4 | 20.59 | 4.00 | 197.00 | 12.00 |
| MAYO | 31 | TRABAJADOR | 1.000 | 4 | 21.00 | 5.00 | 206.00 | 8.50 |
| JUNIO | 30 | Bandera, Corpus Cristi , Cusco y San Pedro y San Pablo | 2.647 | 5 | 19.00 | 3.35 | 179.94 | 22.50 |
| JULIO | 31 | J. Abelardo Quiñones, FIESTAS PATRIAS | 3.000 | 4 | 20.00 | 4.00 | 192.00 | 25.50 |
| SUBTOTAL | | | | | | | 1,381.94 | 77.00 |
| AGOSTO | 31 | BAT. JUNIN, SANTA ROSA | 1.65 | 5 | 20.00 | 4.35 | 193.94 | 14.00 |
| SEPTIEMBRE | 30 | | 0 | 4 | 22.00 | 4.00 | 209.00 | 0.00 |
| OCTUBRE | 31 | COMBATE ANGAMOS Y CONSTRUCCION CIVIL | 1.65 | 4 | 22.00 | 3.35 | 205.44 | 14.00 |
| NOVIEMBRE | 30 | TODOS SANTOS | 0.65 | 5 | 20.00 | 4.35 | 193.94 | 5.50 |
| DICIEMBRE | 31 | INMAC. CONCEPCION, BAT. AYACUCHO y NAVIDAD | 3.000 | 4 | 20.00 | 4.00 | 192.00 | 25.50 |
| SUBTOTAL | | | | | | | 994.32 | 59.00 |
| TOTAL | 365 | | 16.00 | 52 | 247.59 | 49.41 | 2,376.26 | 136.00 |

| | % |
|---|-------|
| Incidencia del dominical entre las horas laboradas | 17.51 |
| Incidencia del jornal extraordinario 1º mayo | 0.34 |
| Incidencia de gratificación Fiestas Patrias en las horas laboradas | 15.66 |
| Incidencia de gratificación Fiestas de Navidad en las horas laboradas | 11.27 |
| Incidencia de asig. Escol. Un hijo en edad escolar | 10.10 |
| Incidencia de días feriados en las horas laboradas | 5.72 |
| Incidencia de overol por hora trabajada | 5.89 |

DETERMINACIÓN DE PORCENTAJES DE LEYES SOCIALES/ ESTO hh PARA CUSCO

Vigente del 01 de Junio del 2024 hasta el 31 de Mayo del 2025

PAG 2

MSC, ING. J. RONALD AGUILAR HUERTA

| CONCEPTO | | SOBRE REMUNERACION BASICA | SOBRE BONIF. UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN |
|---|---|---------------------------|--|
| 1.00 | PORCENTAJES ESTABLECIDOS | | |
| 1.01 | INDEMNIZACIÓN | | |
| | POR TIEMPO DE SERVICIOS | 12.00 | |
| | POR PARTICIPACIÓN DE UTILIDADES | 3.00 | |
| 1.02 | SEGURO COMPLEMENTARIO DE SEGURO DE RIESGO | | |
| | PRESTACIÓN ASISTENCIALES | 1.30 | 1.30 |
| | PRESTACIÓN ECONÓMICA | 1.70 | 1.70 |
| 1.03 | RÉGIMEN DE PRESTACIONES DE SALUD (SSALUD) | 9.00 | 9.00 |
| 2.00 | PORCENTAJES DEDUCIDOS | | |
| 2.01 | SALARIO DOMINICAL | 17.51 | |
| 2.02 | VACACIONES RECORD (30 DIAS) | 10.10 | |
| 2.03 | GRATIFICACIONES POR FIESTAS PATRIAS Y NAVIDAD | 26.93 | |
| 2.04 | JORNALES POR DIAS FERIADOS NO LABORABLES | 5.72 | |
| 2.05 | ASIGNACIÓN ESCOLAR | 10.10 | |
| 3.00 | REGIMEN DE PRESTACIONES DE SALUD (ESSALUD) | | |
| 3.01 | SOBRE SALARIO DOMINICAL 9% DE 17.51 % | 1.58 | |
| 3.02 | SOBRE VACACIONES RECORD 9% DE 10.10 % | 0.91 | |
| 3.03 | SOBRE GRATIFIC. DE FIESTAS PATRIAS Y NAVIDAD 9% DE 26.93 % | 2.42 | |
| 3.04 | SOBRE JORNALES POR DIAS FERIADOS NO LABORABLES 9% DE 5.72 % | 0.52 | |
| 4.00 | SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO | | |
| 4.01 | SOBRE SALARIO DOMINICAL 3% DE 17.51 % | 0.53 | |
| 4.02 | SOBRE VACACIONES RECORD 3% DE 10.10 % | 0.30 | |
| 4.03 | SOBRE GRATIFIC. DE FIESTAS PATRIAS Y NAVIDAD 3% DE 26.93 % | 0.81 | |
| 4.04 | SOBRE JORNALES POR DIAS FERIADOS NO LABORABLES 3% DE 5.72 % | 0.17 | |
| SUB TOTAL | | 104.59 | 12.00 |
| INCIDENCIA DE LEYES SOCIALES SOBRE LA REMUNERACIÓN BÁSICA, Y LA BONIFICACIÓN UNIFICADA DE LA CONSTRUCCIÓN | | 3.84 | OPERARIO |
| | | 3.60 | OFICIAL |
| | | 3.60 | PEÓN |
| TOTAL | | 108.43 | OPERARIO |
| | | 108.19 | OFICIAL |
| | | 108.19 | PEÓN |

COSTOS HORA HOMBRE PAR CUSCO AÑO 2020
Vigente del 01 de Junio del 2024 hasta el 31 de Mayo del 2025

PAG 3
 MSC. ING. J. RONALD AGUILAR HUEI

| CONCEPTO | | CATEGORIAS | | |
|--|--|--------------|--------------|--------------|
| | | OPERARIO | OFICIAL | PEON |
| 1 | SOBRE REMUNERACIÓN BASICA VIGENTE | 86.80 | 68.10 | 61.30 |
| 2 | BONIFICACIÓN UNIFICADA DE LA CONSTRUCCIÓN | 27.78 | 20.43 | 18.39 |
| 3 | LEYES SOCIALES SOBRE LA BONIFICACIÓN UNIFICADA DE LA CONSTRUCCIÓN (BUC) (BUC x 12.00%) | 3.33 | 2.45 | 2.21 |
| 4 | % DE INCIDENCIA DE LEYES SOCIALES (BUC REMUNERACIÓN BÁSICA) (3)/(1)x100% | 3.84 | 3.60 | 3.60 |
| INCIDENCIA TOTAL DE LEYES SOCIALES SOBRE LA REMUNERACIÓN BÁSICA | | 3.84 | 3.60 | 3.60 |

COSTO HORA HOMBRE - CUSCO Vigente del 01 Junio del 2024 hasta el 31 Mayo del 2025

| CONCEPTO | | CATEGORIAS | | |
|---|--|---------------|---------------|---------------|
| | | OPERARIO | OFICIAL | PEON |
| REMUNERACIÓN BÁSICA | | 86.80 | 68.10 | 61.30 |
| TOTAL DE BENEFICIOS LEYES SOCIALES SOBRE LA REMUNERACIÓN BÁSICA | | 94.12 | 73.68 | 66.32 |
| OPERARIO 108.43% | | | | |
| OFICIAL 108.19% | | | | |
| PEON 108.19% | | | | |
| BONIFICACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN (BUC) | | 27.78 | 20.43 | 18.39 |
| SEGURO DE VIDA ESSALUD - VIDA (5 /MES) | | 0.17 | 0.17 | 0.17 |
| BONIFICACIÓN MOVILIDAD ACUMULADO | | 8.60 | 8.60 | 8.60 |
| OVEROL 2 x 70 x 8 / 2,376.26 | | 0.47 | 0.47 | 0.47 |
| Fondo por capacitación 0.2 por día | | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| TOTAL POR DIAS DE 8 HORAS | | 217.96 | 171.47 | 155.28 |
| COSTO DE HORA HOMBRE (hh) | | 27.24 | 21.43 | 19.41 |

Anexo 4 Panel fotográfico



Ensayo de la malla N° 200 de los agregados grueso y fino.



Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso.



Análisis granulométrico del agregado grueso.

Pesado de muestra retenido en los tamices.



Análisis granulométrico del agregado fino.



Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.



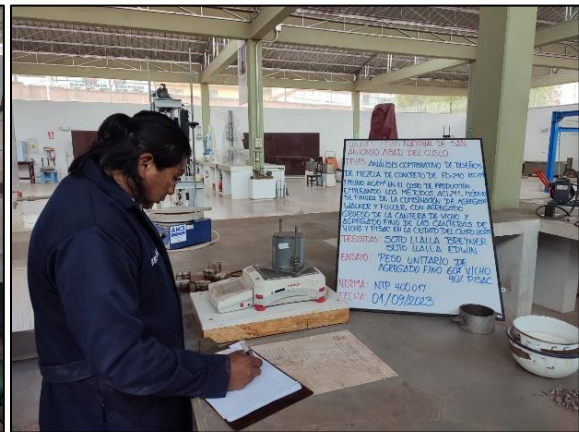
Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso y agregado fino.



Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



Ensayo de peso unitario del agregado grueso.



Ensayo de peso unitario del agregado fino.



Ensayo de contenido de humedad de los agregados.



Adquisición de agregados y materiales para vaciado de concreto en briquetas.



Preparación de mezcla de concreto para vaciado en briquetas.



Elaboración de briquetas.



Acabado y fraguado de briquetas.



Ensayo de cono de Abrams.



Desmoldado y codificación de briquetas.



Curado de briquetas.



Pesado de briquetas



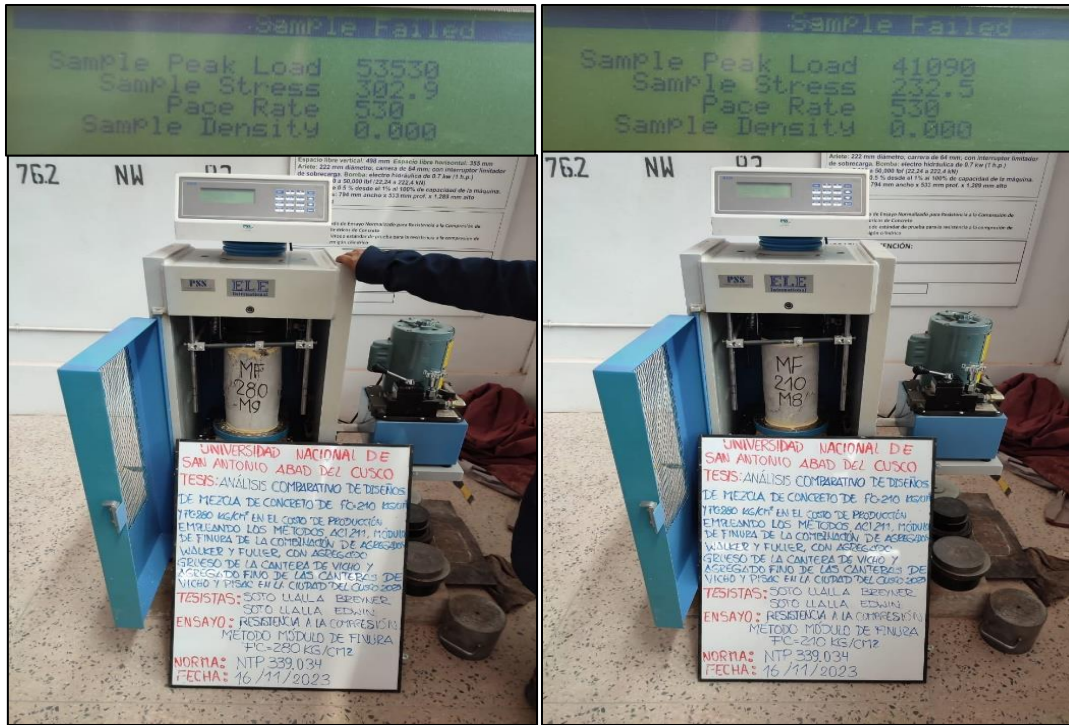
Medición del diámetro de las briquetas.



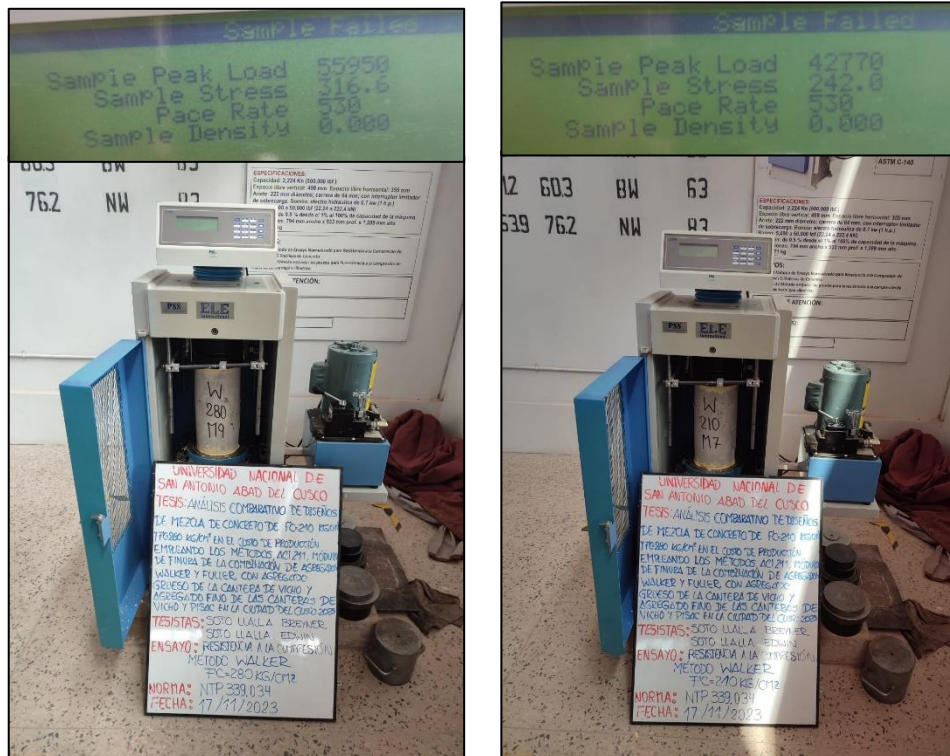
Medición de la altura de las briquetas.



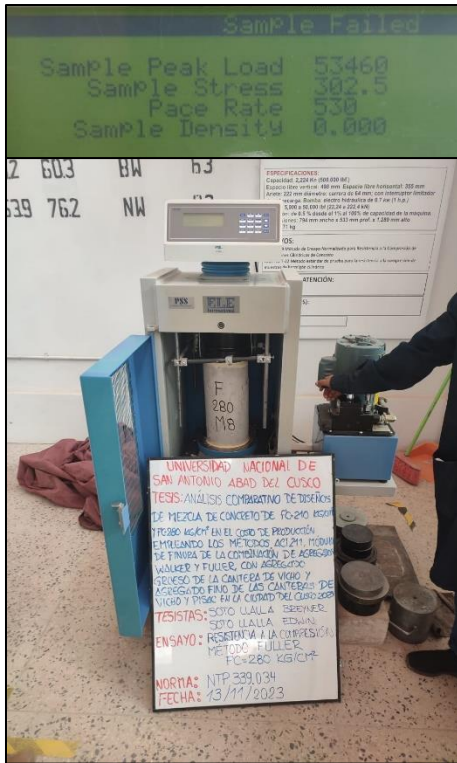
Fallas del ensayo de compresión de las briquetas.



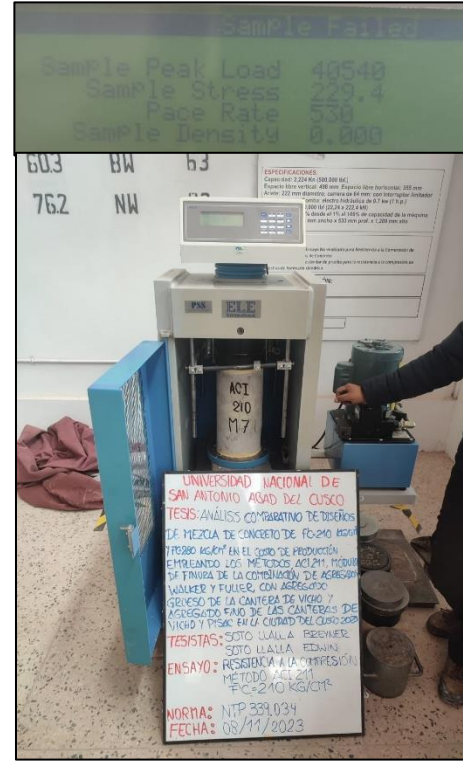
Ensayo a compresión de briquetas elaboradas por el método de Modulo de finura de la combinación de agregados.



Ensayo a compresión de briquetas elaboradas por el método de Walker.



Ensayo a compresión de briquetas elaboradas por el método de Fuller.



Ensayo a compresión de briquetas elaboradas por el método del ACI 211.



Adquisición de materiales para vaciado de concreto y obtención briquetas en obra



Preparación de mezcla de concreto para la obtención de briquetas en obra



Elaboración de briquetas en obra



Acabado y fraguado de briquetas en obra



Desmoldado, codificación y curado de briquetas en obra



Ensayo a compresión de briquetas



IP CEMENTO MULTI-PROPÓSITO Alta Durabilidad

DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

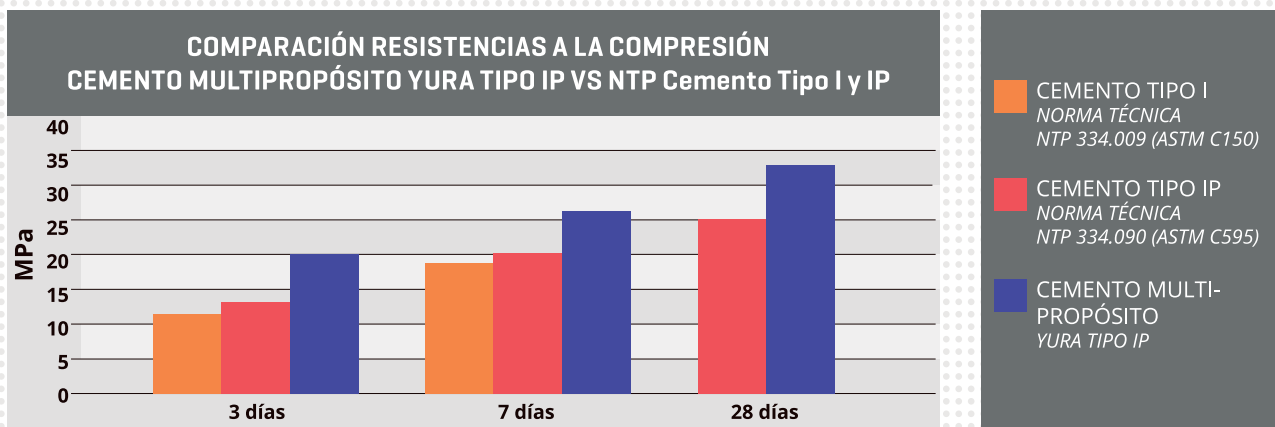
DURABILIDAD

“Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil”.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

| REQUISITOS REQUISITOS QUÍMICOS | CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP | | REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595 | | REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I) | |
|---------------------------------------|---|-------------|--|-----|---|--------|
| MgO (%) | | | 6.00 Máx. | | | |
| SO ₃ (%) | 1.5 a 3.0 | | 4.00 Máx. | | | |
| Pérdida por ignición (%) | 1.5 a 4.0 | | 5.00 Máx. | | | |
| REQUISITOS FÍSICOS | | | | | | |
| Peso específico (gr/cm ³) | 2.75 a 2.85 | | - | | | |
| Expansión en autodave (%) | 0.07 a 0.03 | | -0.20 a 0.80 | | | |
| Fraguado Vicat inicial (minutos) | 170 a 270 | | 45 a 420 | | | |
| Contenido de aire | 2.5 a 8.0 | | 12 Máx | | | |
| Resistencia a la compresión | Kgf/cm ² | MPa | Kgf/cm ² | MPa | Kgf/cm ² | MPa |
| 3 días | 175 a 200 | 17.1 a 19.6 | 133 Mín | 13 | 122 Mín | 12Mín |
| 7 días | 225 a 255 | 22 a 25 | 204 Mín | 20 | 194 Mín | 19 Mín |
| 28 días | 306 a 340 | 30 a 33.3 | 255 Mín | 25 | - | - |
| Resistencia a los sulfatos | % | | % | | | |
| % Expansión a los 6 meses | < 0.04 | | 0.05 Máx | | | |
| % Expansión a 1 año | < 0.05 | | 0.10 Máx | | | |

COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NORMAS TÉCNICAS



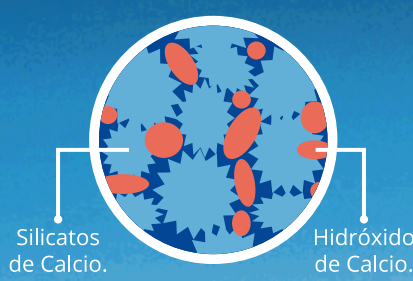
OTRAS PROPIEDADES

1 ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolanas, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

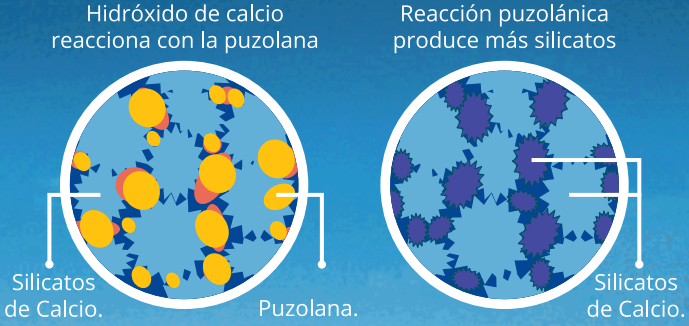
Los silicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

CON CEMENTO TIPO I



El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25 % es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

CON CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP



La puzolana que contiene el cemento MULTI-PROPÓSITO YURA IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.



2 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS Y CLORUROS

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio deshidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.

Debido a la capacidad de la puzolana de Yura para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP es resistente a los sulfatos, cloruros y al ataque químico de otros iones agresivos.

Resultados de laboratorio demuestran que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V.



3 MAYOR IMPERMEABILIDAD

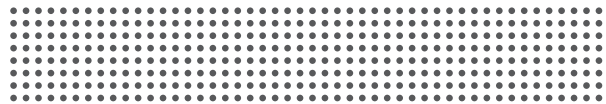
El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los silicatos de la puzolana con los hidróxido de calcio producidos en la hidratación del cemento disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace más impermeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

4 REDUCE LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI - AGREGADO

La puzolana de Yura remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali - agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.

El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional de los cementos portland puzolánicos y se solicita cuando el cemento es utilizado con agregados álcali reactivos.

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP cumple con este requisito opcional demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.



5 RECOMENDACIONES DE USO

- Curado adecuado con abundante agua.
- Mantener humectada la superficie para lograr la mayor resistencia y evitar fisuramiento por excesivo secado.
- Tomar precauciones para el adecuado curado en vaciados cuando se presentan bajas temperaturas.
- Asesorarse siempre con un profesional de la construcción/ingeniero civil.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.

En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.

En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.

Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:

BENEFICIOS AMBIENTALES

- Menor emisión de gases de efecto invernadero durante su fabricación
- Cemento fabricado con menor emisión de CO₂.



Botas Impermeables



Protección Respiratoria



Guantes Impermeables



Protección Ocular

ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, bajo techo, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.



PRESENTACIONES DISPONIBLES

| | |
|-----------------------|---|
| Bolsas 25 Kg | Ergonómico. Ideal para proyectos pequeños y pocas áreas de almacenamiento. |
| Bolsas 42.5 Kg | Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento. |
| Big Bag 1.0 TM | Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes. |
| Big Bag 1.5 TM | Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga. |
| Granel | Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores. |

NORMAS TÉCNICAS

| NORMA DE PAIS | NORMA | DENOMINACIÓN | |
|-----------------------|---------------|-----------------------------|--------------------|
| NORMA TÉCNICA PERUANA | NTP 334.090 | Cemento Portland Puzolánico | TIPO IP |
| NORMA CHILENA | NCh 148 Of.68 | Cemento Puzolánico | GRADO CORRIENTE |
| NORMA AMERICANA | ASTM C595 | Portland Pozzolan Cement | TYPE IP |
| NORMA BOLIVIANA | NB-011 | Cemento Puzolánico | TIPO P 30 |
| NORMA ECUATORIANA | NTE INEN 490 | Cemento Portland Puzolánico | TIPO IP |
| NORMA BRASILEÑA | NBR 16697 | Cimento Portland pozolánico | TIPO CP IV - 25 RS |
| NORMA COLOMBIANA | NTC 121 | Cemento Hidráulico | UG/ARS/BCH/BRA |

DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 90 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.



Cuidemos juntos el medio ambiente.

Big Bag: Se sugiere desechar como basura común.

Bolsas: Se sugiere reciclar el envase.



RESOLUCIÓN N° 097-2023-GG-EPSSDACUSCO S.A.

Cusco, 27 de abril de 2023.

VISTO:

El Informe N° 105-2023-GPD-EPS SEDACUSCO S.A., de fecha 27/abril/2023, mediante el cual la Gerencia de Planeamiento y Desarrollo, en implementación a lo dispuesto por la Resolución de Consejo Directivo N° 052-2019-SUNASS-CD, solicita la unificación de la Categoría Doméstico, en la Estructura Tarifaria de los servicios de agua potable y alcantarillado aplicable a la localidad de Cusco, y;

CONSIDERANDO:

Que, la EPS. SEDACUSCO S.A., tiene por objeto realizar todas las actividades vinculadas a la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado en el ámbito de su administración y responsabilidad, aplicando políticas de desarrollo, control, operación, mantenimiento, planificación, normatividad, preparación de proyectos, ejecución de obras, supervisión, asesoría y asistencia técnica, de conformidad con el Decreto Supremo N° 005-2020-VIVIENDA, que aprueba el Texto Único Ordenado del Decreto Legislativo N° 1280 Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento", y el Decreto Supremo N° 016-2021-VIVIENDA, que aprueba el Texto Único Ordenado del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1280;

Que, el Decreto Supremo N° 005-2020-VIVIENDA, que aprueba el Texto Único Ordenado del Decreto Legislativo N° 1280 "Ley Marco de la Gestión y Prestación de Servicios de Saneamiento" en su Artículo 3°, declara de necesidad pública y de preferente interés nacional la gestión y la prestación de los servicios de saneamiento;

Que, en fecha 29/diciembre/2019, se publica en el diario oficial "El Peruano" la Resolución de Consejo Directivo N° 052-2019-SUNASS-CD, por la que se aprueban las metas de gestión, fórmula tarifaria y estructura tarifaria que deberá cumplir la EPS SEDACUSCO S.A., en el quinquenio regulatorio 2020 - 2025, y emiten otras disposiciones;

Que, mediante Resolución N° 192-2022-GG EPS SEDACUSCO S.A., de fecha 09/agosto/2022, se aprobó, la Estructura Tarifaria de la EPS SEDACUSCO S.A., aplicable a los servicios de agua potable y alcantarillado, así como el cargo fijo para las localidades de Cusco, Saylla y Paucartambo y también de los Costos Máximos de las Unidades de Medida de las Actividades Requeridas para establecer los precios de los Servicios Colaterales de la EPS SEDACUSCO S.A.;

Que, la SUNASS, mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 052-2019-SUNASS-CD, Anexo N° 3, Item I., parte pertinente dispone, que a partir del cuarto año regulatorio (2023) en adelante, en aplicación de los criterios de reordenamiento tarifario, las sub Categorías Doméstico I y II, se simplifican en una sola Categoría Doméstico;

En uso de las facultades contenidas por el Estatuto Social de la EPS SEDACUSCO S.A., la Gerencia General, mediante proveído al documento visto, dispone la emisión del acto resolutorio correspondiente, contando con el Visto Bueno de la Gerencia Comercial, Gerencia de Planeamiento y Desarrollo y la Oficina de Asesoría y Defensa Legal;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- DISPONER, la simplificación de las sub categorías domésticas I y II, en una sola categoría doméstico, según lo dispuesto por la Resolución de Consejo Directivo N° 052-2019-SUNASS-CD, Anexo N° 3, Item I.

ARTICULO 2°.- MODIFICAR PARCIALMENTE, el ARTÍCULO 1° de la Resolución N° 192-2022-GG EPS SEDACUSCO S.A., en el numeral a) Estructura Tarifaria para la localidad del Cusco, cuyo cuadro en adelante será de la siguiente manera:

RESOLUCIÓN N° 097-2023-GG-EPSSDACUSCO S.A.

a) Estructura Tarifaria para la localidad de Cusco:

| Clase | Categoría | Rango de Consumo (m ³) | Tarifa Agua Potable (S/ / m ³) | Tarifa Alcantarillado (S/ / m ³) | Cargo Fijo (S/ por mes) |
|----------------|--------------|------------------------------------|--|--|-------------------------|
| RESIDENCIAL | Social | 0 a 8 | 1.0367 | 0.9103 | 5.11 |
| | | 9 a más | 1.7821 | 1.5686 | |
| | Doméstico | 0 a 8 | 1.0367 | 0.9103 | 5.11 |
| | | 9 a 22 | 1.7821 | 1.5686 | |
| 23 a más | | 4.3962 | 3.8681 | | |
| NO RESIDENCIAL | Comercial I | 0 a 30 | 4.3962 | 3.8681 | 5.11 |
| | | 31 a 50 | 5.8334 | 5.1341 | |
| | | 51 a más | 8.6251 | 7.5902 | |
| | Comercial II | 0 a 30 | 2.9577 | 2.6019 | 5.11 |
| | | 31 a 50 | 5.8334 | 5.1341 | |
| | | 51 a más | 8.6251 | 7.5902 | |
| | Industrial | 0 a 100 | 5.7518 | 5.0598 | 5.11 |
| | | 101 a más | 10.9441 | 9.6330 | |
| | Estatal | 0 a 70 | 2.9577 | 2.6019 | 5.11 |
| | | 71 a más | 4.3962 | 3.8681 | |

ARTÍCULO 3°.- DISPONER, la vigencia de todas las demás disposiciones establecidas en la Resolución N° 192-2022-GG-EPS SEDACUSCO S.A., siempre que no se opongan a lo dispuesto en el presente acto resolutivo.

ARTICULO 4°.- DISPONER, a la Gerencia Comercial de la EPS SEDACUSCO S.A., la implementación del presente acto resolutivo, a partir de la facturación del mes de abril de 2023.

ARTICULO 5°.- DISPONER, a la Gerencia de Planeamiento y Desarrollo la publicación de la presente resolución en el diario de mayor circulación en el ámbito de prestación de servicios de la Empresa y en la página web de la EPS SEDACUSCO S.A., (www.sedacusco.com).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y CUMPLASE.

Atentamente,

YSG/LEGP/yrbp

c.c.:

- Directorio
- Gerencia Comercial
- Gerencia de Planeamiento y Desarrollo
- Órgano de Control Institucional
- Gerencia General
- Archivo.



ING. YABEL SILVA GUEVARA
Gerente General