

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS

**“CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR  
LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS  
ESTRUCTURALES MAYORES A  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL  
CUSCO”**

Autor

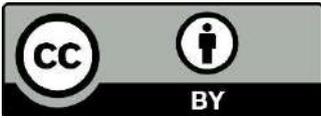
BACH. DIEGO CAMILO, RIMACHI SARMIENTO

BACH. SHEYLA YOLANDA, PALMA CASTILLO

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Cusco - Perú  
2021

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional"

## **INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**A** : Ing. Felipe Gutarra Meza  
Decano de la Facultad de Ingeniería

**DE** : Ing. Juan José Bullón Rosas  
Asesor de trabajo de investigación

**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación

**FECHA** : 4 de Mayo de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

**“CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO”**

**Autores:**

1. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO – EAP. Ingeniería Civil
2. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16% de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI  NO   
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): <15
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original**  
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos primeramente a Dios por dejarnos compartir esta fascinante etapa de nuestras vidas, a nuestros docentes y asesor por dedicarnos tiempo y fomentar en nosotros el espíritu de ser mejor cada día, tanto en el ámbito profesional como personal, con la única finalidad de ser personas de bien y estar comprometidos con el desarrollo de nuestra región, a la Universidad Continental y a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil por darnos la oportunidad de realizarnos profesionalmente, y finalmente a nuestros familiares quienes estuvieron siempre presentes en los momentos más adversos durante toda esta etapa, así como en nuestras vidas mismas.

¡Muchas Gracias!

## **DEDICATORIA**

A Dios, por cuidarme, guiarme y mostrarme el camino en todos los pasos que se me presento en la vida.

A mis padres, Oscar y Aida, por su amor incondicional, por ser ejemplo de fe, perseverancia entrega y trabajo.

A mis hermanos, Relly y Pool, quienes son mucho más que hermanos, por su cariño, tolerancia y apoyo, motivos suficientes para no rendirme y seguir adelante.

A mis tíos, quienes fueron más que amigos y guías en mi vida.

Finalmente, a mis amigos que siempre estuvieron motivándome a concluir con esta etapa de mi vida.

Bach. Diego Camilo Rimachi Sarmiento

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios por darme mucha fortaleza y voluntad para seguir con perseverancia y poder cumplir con todo lo que me propongo; segundo mis padres a la mujer que me llena de orgullo mi madre Doris y a mi padre Ricardo, por el esfuerzo y dedicación que hacen día a día para que yo salga adelante, apoyándome incondicionalmente a lo largo de mi vida.

Además, resalto el apoyo de mi abuelo y tíos quienes siempre estuvieron exigiéndome y motivándome para seguir adelante con la tesis.

Esta tesis es un logro más que llevo a cabo, y sin lugar a dudas ha sido en gran parte gracias a ustedes.

Bach. Sheyla Yolanda Palma Castillo

# CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>III</b>
<b>CONTENIDO .....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>XVII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XXIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>XXIV</b>
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	1
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
PROBLEMA GENERAL .....	4
PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	4
<b>1.2. OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>5</b>
JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	5
JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	6
JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	6
IMPORTANCIA .....	6
<b>1.4. HIPÓTESIS.....</b>	<b>7</b>

HIPÓTESIS GENERAL.....	7
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	7
<b>1.5. DELIMITACIONES.....</b>	<b>7</b>
DELIMITACIÓN ESPACIAL .....	7
DELIMITACIÓN TEMPORAL .....	7
DELIMITACIÓN MUESTRAL.....	7
<b>1.6. LIMITACIONES .....</b>	<b>8</b>
LIMITACIÓN A OBJETIVOS .....	8
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>10</b>
ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	10
ANTECEDENTES NACIONALES .....	12
<b>2.2. BASES TEÓRICAS.....</b>	<b>14</b>
CENIZAS DE FONDO DE EUCALIPTO (EUCALYPTUS GLOBULUS.....	14
CENIZA DE FONDO .....	15
OBTENCIÓN DE CENIZA DE FONDO.....	16
CONFIGURACIÓN MORFOLÓGICA DE LA CENIZA DE FONDO.....	16
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CENIZA DE FONDO .....	17
CEMENTO.....	18
NORMAS ESTABLECIDAS PARA EL USO DEL CEMENTO.....	18
CONCRETO .....	20
EL AGREGADO .....	22
AGREGADO GRUESO .....	23
AGREGADO FINO.....	24
NORMAS ESTABLECIDAS PARA LOS AGREGADOS.....	25

AGUA.....	26
NORMAS PARA EL USO DEL AGUA .....	26
PROPIEDADES DEL CONCRETO .....	26
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO .....	33
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	33
DISEÑO DEL CONCRETO .....	34
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO POR EL METODO ACI .....	35
CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA .....	37
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS .....</b>	<b>38</b>
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	38
TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	40
NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	40
DISEÑO DE LA INVESTIGACION .....	40
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	41
POBLACIÓN Y MUESTRA .....	41
<b>3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....</b>	<b>42</b>
TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	42
PROCEDIMIENTOS.....	43
RECOLECCIÓN DE DATOS: .....	43
PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS PARA HALLAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES .....	45
CENIZA DE FONDO .....	45
AGREGADO FINO.....	47
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.012 / ASTM C136-05) .....	47
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 / ASTM C-29/C29M) .....	48
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) (N.T.P. 400.017 / ASTM C-29/C29M) .....	50

PESO ESPECIFICO SECO Y ABSORSIÓN DEL AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 / ASTM C-128) .....	52
CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO (N.T.P. 339.185 / ASTM C-566) .....	56
AGREGADO GRUESO .....	57
ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO (NTP 400.012 / ASTM C136-05) .	57
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.017 / ASTM C29) .....	59
PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS).....	59
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) (NTP 400.017 / ASTM C29 / 29M).....	59
PESO ESPEÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021 / ASTM C127) .....	60
CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO (NTP 339.185 / ASTM C566) .....	62
DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI 211 .....	64
DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $f_{c}=210\text{kg/cm}^2$ .....	64
DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $f_{c}=240\text{kg/cm}^2$ .....	69
DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $f_{c}=280\text{ kg/cm}^2$ .....	74
DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $f'_{c}=350\text{ kg/cm}^2$ .....	79
PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO CON PROPORCIONES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO .....	83
PROCEDIMIENTO DE CURADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO CON PROPORCIONES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO.....	87
PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO CON PROPORCIONES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO .....	91
PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO A LA COMPRESION AXIAL DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO CON PROPORCIONES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO .....	92
ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO CON PROPORCIONES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO .....	95
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>97</b>
<b>4.1. RESULTADOS .....</b>	<b>97</b>
4.1.1. Componentes químicos de la ceniza de fondo de Eucalipto en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$ .....	97

4.1.2.	Diseño de mezcla con la adición de la ceniza de fondo de Eucalipto en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	98
	AGREGADO FINO.....	98
	RESULTADOS COMPARATIVOS DEL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO..	110
	RESULTADOS COMPARATIVOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.....	112
4.1.3.	Costos del concreto patrón y el concreto con adición de ceniza de fondo de Eucalipto en la elaboración y la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	122
<b>4.2.</b>	<b>PRUEBA DE HIPÓTESIS.....</b>	<b>133</b>
4.2.1.	Ceniza de fondo de Eucalipto como aditivo influye significativamente en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	133
<b>4.3.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>140</b>
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES .....</b>		<b>144</b>
<b>5.1.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>144</b>
<b>5.2.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>147</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>149</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>152</b>

## INDICE DE TABLAS

TABLA 01. MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....	9
TABLA 02. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS DE HOJA DE EUCALIPTO .....	15
TABLA 03. PASOS PARA LA OBTENCIÓN DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO. ....	16
TABLA 04. COMPOSICIÓN FÍSICO – QUÍMICA DE LA CENIZA DE FONDO .....	17
TABLA 05. COMPOSICIÓN DEL CEMENTO PORTLAND.....	18
TABLA 06. COMPOSICIÓN FÍSICO – QUÍMICA DE LA CENIZA DE FONDO. ....	20
TABLA 07. CUATRO ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA PASTA SEGÚN (RIVVA LOPEZ, 2000) .....	22
TABLA 08. TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO. ....	23
TABLA 09. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO (ARENA). ....	25
TABLA 010. CARACTERÍSTICAS DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO .....	27
TABLA 011. TIPOS DE CONSISTENCIA. ....	27
TABLA 012. CONSISTENCIA / ASENTAMIENTO .....	28
TABLA 013. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (B/B <sub>o</sub> ) .....	36
TABLA 014. PROPORCIONES DE LOS MATERIALES DE LA MEZCLA EN PESO Y EN VOLUMEN PARA 1,00 M3 DE CONCRETO	36
TABLA 015. POBLACIÓN DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.....	42
TABLA 016. MUESTRA DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.....	42
TABLA 017. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS DE HOJA DE EUCALIPTO .....	46
TABLA 018. RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEARSE EN EL DISEÑO DE MEZCLA.....	65
TABLA 019. RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEARSE EN EL DISEÑO DE MEZCLA.....	65

TABLA 020. TIPO DE CONTROL EN LA ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO. ....	65
TABLA 021. POSIBILIDAD DE CAER DEBAJO DEL LÍMITE INFERIOR. ....	66
TABLA 022. RESISTENCIA REQUERIDA PARA DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. ....	66
TABLA 023. CONTENIDO DE AGUA PARA DISEÑO DE MEZCLA. ....	67
TABLA 024. CONTENIDO DE AIRE PARA DISEÑO DE MEZCLA. ....	67
TABLA 025. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES. ....	68
TABLA 026. PESOS SECOS DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO. ....	68
TABLA 027. PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO. ....	68
TABLA 028. DOSIFICACIÓN ÓPTIMA POR METRO CÚBICO DE CONCRETO MÁS DESPERDICIO (%). ....	69
TABLA 029. RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEARSE EN EL DISEÑO DE MEZCLA. ....	70
TABLA 030. RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEARSE EN EL DISEÑO DE MEZCLA. ....	70
TABLA 031. TIPO DE CONTROL EN LA ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO. ....	70
TABLA 032. POSIBILIDAD DE CAER DEBAJO DEL LÍMITE INFERIOR. ....	70
TABLA 033. RESISTENCIA REQUERIDA PARA DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. ....	71
TABLA 034. CONTENIDO DE AGUA PARA DISEÑO DE MEZCLA. ....	72
TABLA 035. CONTENIDO DE AIRE PARA DISEÑO DE MEZCLA. ....	72
TABLA 036. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES. ....	72
TABLA 037. PESOS SECOS DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO. ....	73
TABLA 038. PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO. ....	73
TABLA 039. DOSIFICACIÓN ÓPTIMA POR METRO CÚBICO DE CONCRETO MÁS DESPERDICIO (%). ....	74
TABLA 040. RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEARSE EN EL DISEÑO DE MEZCLA. ....	75

TABLA 041. RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEARSE EN EL DISEÑO DE MEZCLA. ....	75
TABLA 042. TIPO DE CONTROL EN LA ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO. ....	75
TABLA 043. POSIBILIDAD DE CAER DEBAJO DEL LÍMITE INFERIOR. ....	75
TABLA 044. RESISTENCIA REQUERIDA PARA DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. ....	76
TABLA 045. CONTENIDO DE AGUA PARA DISEÑO DE MEZCLA. ....	77
TABLA 046. CONTENIDO DE AIRE PARA DISEÑO DE MEZCLA. ....	77
TABLA 047. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES. ....	77
TABLA 048. PESOS SECOS DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO. ....	78
TABLA 049. PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO. ....	78
TABLA 050. DOSIFICACIÓN ÓPTIMA POR METRO CÚBICO DE CONCRETO MÁS DESPERDICIO (%). ....	78
TABLA 051. RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEARSE EN EL DISEÑO DE MEZCLA. ....	79
TABLA 052. RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEARSE EN EL DISEÑO DE MEZCLA. ....	79
TABLA 053. TIPO DE CONTROL EN LA ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO. ....	80
TABLA 054. POSIBILIDAD DE CAER DEBAJO DEL LÍMITE INFERIOR. ....	80
TABLA 055. RESISTENCIA REQUERIDA PARA DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. ....	80
TABLA 056. CONTENIDO DE AGUA PARA DISEÑO DE MEZCLA. ....	81
TABLA 057. CONTENIDO DE AIRE PARA DISEÑO DE MEZCLA. ....	82
TABLA 058. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES. ....	82
TABLA 059. PESOS SECOS DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO. ....	83
TABLA 060. PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO. ....	83
TABLA 061. DOSIFICACIÓN OPTIMA POR METRO CÚBICO DE CONCRETO MÁS DESPERDICIO (%). ....	83

TABLA 062. REGISTRO DE CURADO INICIAL Y CURADO FINAL F'C=210KG/CM2.....	88
TABLA 063. REGISTRO DE CURADO INICIAL Y CURADO FIANL F'C=240KG/CM2.....	89
TABLA 064. REGISTRO DE CURADO INICIAL Y CURADO FINAL F'C=280KG/CM2.....	89
TABLA 065. REGISTRO DE CURADO INICIAL Y CURADO FINAL F'C=350KG/CM2.....	90
TABLA 066. ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO (SLUMP).....	92
TABLA 067. TOLERANCIA PERMISIBLE PARA ENSAYAR LAS PROBETAS A DETERMINADAS EDADES.....	93
TABLA 068. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO PROVENIENTES DE HORNOS ARTESANALES. 97	
TABLA 069. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.....	98
TABLA 070. PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL AGREGADO FINO.....	98
TABLA 071. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO DEL AGREGADO FINO. ....	99
TABLA 072. PESO ESPECÍFICO SECO AGREGADO FINO.....	99
TABLA 073. ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.....	100
TABLA 074. GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO. ....	100
TABLA 075. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO. ....	101
TABLA 076. PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL AGREGADO GRUESO .....	101
TABLA 077. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO DEL AGREGADO GRUESO.....	102
TABLA 078. PESO ESPECÍFICO SECO AGREGADO GRUESO. ....	102
TABLA 079. ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO. ....	102
TABLA 080. GRANULOMETRÍA AGREGADO GRUESO. ....	103
TABLA 081. DISEÑO DE MEZCLA F'C=210KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA PATRÓN AL (0%).....	103
TABLA 082. DISEÑO DE MEZCLA F'C=210KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA CON SUSTITUCIÓN AL (3%), PARA 1.00 M3 DE CONCRETO. 104	
TABLA 083. DISEÑO DE MEZCLA F'C=210KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA CON SUSTITUCIÓN AL (6%).....	104

TABLA 084. DISEÑO DE MEZCLA F'C=210KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA CON SUSTITUCIÓN AL (9%).....	105
TABLA 085. DISEÑO DE MEZCLA F'C=240KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA PATRÓN AL (0%).....	105
TABLA 086. DISEÑO DE MEZCLA F'C=240KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA CON SUSTITUCIÓN AL (3%), PARA 1.00 M3 DE CONCRETO.     105	
TABLA 087. DISEÑO DE MEZCLA F'C=240KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA CON SUSTITUCIÓN AL (6%).....	106
TABLA 088. DISEÑO DE MEZCLA F'C=240KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA CON SUSTITUCIÓN AL (9%).....	106
TABLA 089. DISEÑO DE MEZCLA F'C=280KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA PATRÓN AL (0%).....	107
TABLA 090. DISEÑO DE MEZCLA F'C=280KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA CON SUSTITUCIÓN AL (3%), PARA 1.00 M3 DE CONCRETO.     107	
TABLA 091. DISEÑO DE MEZCLA F'C=280KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA CON SUSTITUCIÓN AL (6%).....	107
TABLA 092. DISEÑO DE MEZCLA F'C=280KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA CON SUSTITUCIÓN AL (9%).....	108
TABLA 093. DISEÑO DE MEZCLA F'C=350KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA PATRÓN AL (0%).....	108
TABLA 094. DISEÑO DE MEZCLA F'C=350KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA CON SUSTITUCIÓN AL (3%), PARA 1.00 M3 DE CONCRETO.     108	
TABLA 095. DISEÑO DE MEZCLA F'C=350KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA CON SUSTITUCIÓN AL (6%).....	109
TABLA 096. DISEÑO DE MEZCLA F'C=350KG/CM <sup>2</sup> MUESTRA CON SUSTITUCIÓN AL (9%).....	109
TABLA 097. ASENTAMIENTO DEL CONCRETO EN PULG. ....	110
TABLA 098. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'C=210KG/CM <sup>2</sup> , MUESTRA PATRÓN (0%) .....	112
TABLA 099. TABLA 05. RESISTENCIA F'C=210KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (3%) .....	113
TABLA 0100. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'C=210KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (6%) .....	113
TABLA 0101. RESISTENCIA F'C=210KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (3%) .....	114
RESISTENCIA F'C=210KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (9%) .....	114
TABLA 0102. RESISTENCIA F'C=240KG/CM <sup>2</sup> , CONCRETO PATRÓN AL (0%).....	115
TABLA 0103. TABLA 05. RESISTENCIA F'C=240KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (3%) .....	115

TABLA 0104. RESISTENCIA F`C=240KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (6%) .....	116
TABLA 0105. RESISTENCIA F`C=240KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (9%) .....	116
TABLA 0106. RESISTENCIA F`C=280KG/CM <sup>2</sup> , CONCRETO PATRÓN AL (0%).....	117
TABLA 0107. RESISTENCIA F`C=280KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (3%) .....	118
TABLA 0108. RESISTENCIA F`C=280KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (6%) .....	118
TABLA 0109. RESISTENCIA F`C=280KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (9%) .....	119
TABLA 0110. RESISTENCIA F`C=350KG/CM <sup>2</sup> , CONCRETO PATRÓN AL (0%).....	120
TABLA 0111. RESISTENCIA F`C=350KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (3%) .....	120
TABLA 0112. RESISTENCIA F`C=350KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (6%) .....	121
TABLA 0113. RESISTENCIA F`C=280KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUCIÓN AL (9%) .....	121
TABLA 0114. COSTO CONCRETO PATRÓN F`C=210KG/CM <sup>2</sup> POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	122
TABLA 0115. COSTO CONCRETO F`C=210KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUCIÓN AL (3%) POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	123
TABLA 0116. COSTO CONCRETO F`C=210KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUCIÓN AL (6%) POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	123
TABLA 0117. COSTO CONCRETO F`C=210KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUCIÓN AL (9%) POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	124
TABLA 0118. COSTO CONCRETO PATRÓN F`C=240KG/CM <sup>2</sup> POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	125
TABLA 0119. COSTO CONCRETO F`C=240KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUCIÓN AL (3%) POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	125
TABLA 0120. COSTO CONCRETO F`C=240KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUCIÓN AL (6%) POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	126
TABLA 0121. COSTO CONCRETO F`C=240KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUCIÓN AL (9%) POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	126
TABLA 0122. COSTO CONCRETO PATRÓN F`C=280KG/CM <sup>2</sup> POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	127
TABLA 0123. COSTO CONCRETO F`C=280KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUCIÓN AL (3%) POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	128
TABLA 0124. COSTO CONCRETO F`C=280KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUCIÓN AL (6%) POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	128
TABLA 0125. COSTO CONCRETO F`C=280KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUCIÓN AL (9%) POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	129

TABLA 0126. COSTO CONCRETO PATRÓN F`C=350KG/CM <sup>2</sup> POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	130
TABLA 0127. COSTO CONCRETO F`C=350KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUCIÓN AL (3%) POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	130
TABLA 0128. COSTO CONCRETO F`C=350KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUCIÓN AL (6%) POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	131
TABLA 0129. COSTO CONCRETO F`C=350KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUCIÓN AL (9%) POR 1.00 M3 DE CONCRETO.....	131
TABLA 0130. CUADRO RESUMEN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN OBTENIDAS A LOS 07 DÍAS DE CURADO CON SUSTITUCIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO (3%, 6% Y 9%).	133
TABLA 0131. CUADRO RESUMEN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN OBTENIDAS A LOS 14 DÍAS DE CURADO CON SUSTITUCIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO (3%, 6% Y 9%).	133
TABLA 0132. CUADRO RESUMEN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN OBTENIDAS A LOS 28 DÍAS DE CURADO CON SUSTITUCIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO (3%, 6% Y 9%).	134
TABLA 0133. CUADRO DE TRATAMIENTOS Y BLOQUES PARA DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONCRETO F`C=210KG/CM <sup>2</sup>	134
TABLA 0134. CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DISEÑO DE CONCRETO F`C=210KG/CM <sup>2</sup>	134
TABLA 0135. CUADRO DE PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE – PRUEBA DE TUKEY PARA CONCRETO F/C=210 KG/CM <sup>2</sup> .....	135
TABLA 0136. CUADRO DE TRATAMIENTOS Y BLOQUES PARA DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONCRETO F`C=240KG/CM <sup>2</sup>	136
TABLA 0137. CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DISEÑO DE CONCRETO F`C=240KG/CM <sup>2</sup>	136
TABLA 0138. CUADRO DE PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE – PRUEBA DE TUKEY PARA CONCRETO F`C=240 KG/CM <sup>2</sup> .....	137
TABLA 0139. CUADRO DE TRATAMIENTOS Y BLOQUES PARA DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONCRETO F`C=280KG/CM <sup>2</sup>	137
TABLA 0140. CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DISEÑO DE CONCRETO F`C=280KG/CM <sup>2</sup>	138
TABLA 0141. CUADRO DE PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE – PRUEBA DE TUKEY PARA CONCRETO F`C=280 KG/CM <sup>2</sup> .....	138

TABLA 0142. CUADRO DE TRATAMIENTOS Y BLOQUES PARA DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONCRETO  
F`C=350KG/CM<sup>2</sup> 139

TABLA 0143. CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DISEÑO DE CONCRETO  
F`C=350KG/CM<sup>2</sup> 139

TABLA 0144. CUADRO DE PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE – PRUEBA DE TUKEY PARA CONCRETO  
F`C=350 KG/CM<sup>2</sup> ..... 140

TABLA 0145. MATRIZ DE CONSISTENCIA. .... 153

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	EXTRACCIÓN DEL EUCALIPTO.....	14
FIGURA 2.	OBTENCIÓN DE CENIZA DE FONDO DE HORNOS ARTESANALES..... <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>	
FIGURA 3.	MICROGRAFÍA SEM, MUESTRA DE CENIZA DE CARBÓN MORALES, 2015. ....	17
FIGURA 4.	MESA DE SACUDIDAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ .....	29
FIGURA 5.	DIAGRAMA DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	39
FIGURA 6.	PASOS Y SECUENCIAS DEL DESARROLLO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	41
FIGURA 7.	MAPA DE UBICACIÓN DE LA PROV. DE CUSCO- GOOGLE IMAGENES 2018. ....	44
FIGURA 8.	UBICACIÓN DE HORNO ARTESANAL LATESA S.A.C - GOOGLE EARTH 2021. ....	44
FIGURA 9.	PESO DE LAS CENIZAS DE FONDO TAMIZADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	46
FIGURA 10.	ARMADO DE TAMICES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	48
FIGURA 11.	PESO DE LA MUESTRA RETENIDA EN LOS TAMICES DURANTE EL ZARANDEO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	48
FIGURA 12.	RECIPIENTES PARA REALIZAR EL ENSAYO PUS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	49
FIGURA 13.	ARENA GRUESA EN EL RECIPIENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	50
FIGURA 14.	PESO UNITARIO SUELTO SECO DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	50
FIGURA 15.	EQUIPOS Y MATERIALES NECESARIOS PARA REALIZAR EL ENSAYO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	51
FIGURA 16.	PESO DEL RECIPIENTE CILÍNDRICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	51
FIGURA 17.	COMPACTADO MANUAL DE FORMA HELICOIDAL CON VARILLA DE 5/8". FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	52
FIGURA 18.	TAMIZADO DEL AGREGADO FINO (FOTO REFERENCIAL). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .	53

FIGURA 19.	ENSAYO DEL MOLDE CÓNICO CON LA SUPERFICIE DEL MATERIAL SECO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	54
FIGURA 20.	SE PROCEDE A PESAR EL MATRAZ DESPUÉS DE HABER REALIZADO LA ELIMINACIÓN DE AIRE DEL AGREGADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	55
FIGURA 21.	HORNO PARA REALIZAR EL SECADO DE LA MUESTRA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	55
FIGURA 22.	CUARTEO DEL AGREGADO FINO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	56
FIGURA 23.	SECADO DEL AGREGADO FINO EN EL HORNO ELÉCTRICO A 100°C. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	57
FIGURA 24.	LAVADO DEL AGREGADO GRUESO (FOTO REFERENCIAL). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	58
FIGURA 25.	PESO DE LA MUESTRA DEL AGREGADO GRUESO (FOTO REFERENCIAL). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	58
FIGURA 26.	SE PASA LA MUESTRA POR LA MALLA Nº 04. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	61
FIGURA 27.	SE SUMERGE EL AGREGADO DURANTE 24 HORAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	61
FIGURA 28.	SE DAN 25 GOLPES CON EL PISÓN (FOTO REFERENCIAL). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	62
FIGURA 29.	EXTRAER LA MUESTRA Y CUARTEAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	63
FIGURA 30.	PESO DE LA MUESTRA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	63
FIGURA 31.	RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA DISEÑO DE MEZCLA. FUENTE: DATOS DE LABORATORIO ASET, DISEÑO DE MEZCLA $f'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ , P11. ....	66
FIGURA 32.	RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA DISEÑO DE MEZCLA. FUENTE: DATOS DE LABORATORIO ASET, DISEÑO DE MEZCLA $f'c=240\text{KG}/\text{CM}^2$ , P15. ....	71
FIGURA 33.	RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA DISEÑO DE MEZCLA. NOTA: DATOS DE LABORATORIO ASET, DISEÑO DE MEZCLA $f'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ , P19. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	76
FIGURA 34.	RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA DISEÑO DE MEZCLA. NOTA: DATOS DE LABORATORIO ASET, DISEÑO DE MEZCLA $f'c=350\text{KG}/\text{CM}^2$ , P23. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	81
FIGURA 35.	TRASLADO DE LOS MATERIALES AL LABORATORIO ASET. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	84
FIGURA 36.	SE MIDE EL PESO DE LOS AGREGADOS CON LA AYUDA DE BALDES Y BALANZA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	84

FIGURA 37.	SE TOMA LA MEDIDA DEL PESO DE LA CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	85
FIGURA 38.	SE REALIZA LA MEZCLA DE Cº PARA LAS PROBETAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	86
FIGURA 39.	ELABORACIÓN DE PROBETAS (FIGURA REFERENCIAL). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	86
FIGURA 40.	LLENADO DE LAS PROBETAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	87
FIGURA 41.	CURADO DE LAS PROBETAS DE Cº (FIGURA REFERENCIAL). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 90	
FIGURA 42.	SE MUESTRA EL PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO A LA COMPRESIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	94
FIGURA 43.	TIPOS DE FALLA QUE SE PRESENTAN DURANTE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN SEGÚN LA NORMA ASTM C-39, NTP 339.034. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	95
FIGURA 44.	FRACTURA TIPO (D) COLUMNAR SEGÚN LA NOMA ASTM C-39, NTP 339.034. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	95
FIGURA 45.	FRACTURA TIPO (E) FRACTURAS LATERALES, SEGÚN LA NOMA ASTM C-39, NTP 339.034. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	96
FIGURA 46.	FRACTURA TIPO (B) CONO Y SEPARACIÓN, SEGÚN LA NOMA ASTM C-39, NTP 339.034. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	96
FIGURA 47.	FRACTURA TIPO (C) CORTE, SEGÚN LA NOMA ASTM C-39, NTP 339.034. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	96
NOTA: RESULTADOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS) DEL AGREGADO GRUESO OBTENIDOS POR EL LABORATORIO “ASET INGENIERIA”. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>		
FIGURA 48.	ENSAYO COMPARATIVO DE LA PRUEBA DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO F’C=210KG/CM2. ELABORACIÓN PROPIA. ....	110
FIGURA 49.	ENSAYO COMPARATIVO DE LA PRUEBA DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO F’C=240KG/CM2. ELABORACIÓN PROPIA. ....	111
FIGURA 50.	ENSAYO COMPARATIVO DE LA PRUEBA DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO F’C=280KG/CM2. ELABORACIÓN PROPIA. ....	111
FIGURA 51.	ENSAYO COMPARATIVO DE LA PRUEBA DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO F’C=350KG/CM2. ELABORACIÓN PROPIA. ....	112

FIGURA 52.	COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO F`C=210KG/CM <sup>2</sup> . FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	114
FIGURA 53.	COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO F`C=240KG/CM <sup>2</sup> . FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	117
FIGURA 54.	COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO F`C=280KG/CM <sup>2</sup> . FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	119
FIGURA 55.	COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO F`C=350KG/CM <sup>2</sup> . FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	122
FIGURA 56.	COSTO POR M3 VS. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F`C=210 KG/CM <sup>2</sup> COSTO POR M3 VS. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F`C=210 KG/CM <sup>2</sup> FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	124
FIGURA 57.	COSTO POR M3 VS. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F`C=240 KG/CM <sup>2</sup> . FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	127
FIGURA 58.	COSTO POR M3 VS. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F`C=280 KG/CM <sup>2</sup> . FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	129
FIGURA 59.	COSTO POR M3 VS. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F`C=350 KG/CM <sup>2</sup> . FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	132
FIGURA 60.	ADQUISICIÓN DEL AGREGADO .....	235
FIGURA 61.	HORNOS ARTESANALES.....	235
FIGURA 62.	TRASLADO DEL AGREGADO .....	235
FIGURA 63.	TRASLADO DEL AGREGADO PARA REALIZAR ENSAYOS.....	235
FIGURA 64.	PESO DE LOS RECIPIENTES. ....	236
FIGURA 65.	ARMADO DE LOS TAMICES PARA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.....	236
FIGURA 66.	PROPORCIONES DE MATERIAL A EMPLEAR EN MEZCLA DE CONCRETO.....	236
FIGURA 67.	PESO DE LOS MATERIALES PARA REALIZAR MEZCLA DE CONCRETO. ....	236
FIGURA 68.	MEZCLADO DEL CONCRETO .....	237
FIGURA 69.	DETERMINACIÓN DE PRUEBA DEL SLUMP .....	237
FIGURA 70.	LLENADO DE LOS MOLDES CON Cº. ....	237

FIGURA 71.	ELABORACIÓN DE PROBETAS DE Cº.....	237
FIGURA 72.	DESMOLDE DE PROBETAS DE CONCRETO.....	238
FIGURA 73.	CURADO DE PROBETAS DE CONCRETO.....	238
FIGURA 74.	MEDICIÓN DE PROBETAS PARA REALIZAR PRUEBA A LA COMPRESIÓN.....	238
FIGURA 75.	ROTURA DE PROBETAS CON PRENSA HIDRÁULICA.....	239
FIGURA 76.	ROTURA DE PROBETAS CON PRENSA HIDRÁULICA.....	239

## RESUMEN

La actual investigación titulado “Ceniza de fondo de Eucalipto como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la región del Cusco”, presenta como objetivo principal determinar la influencia de la ceniza de fondo de eucalipto como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , enfatiza primordialmente si resulta conveniente, factible y mejorar el costo de la preparación de estos concretos a los ya convencionales. El procedimiento de este trabajo se realizó de acuerdo a las normas ACI, ASTM y NTP. La metodología del trabajo es científica de tipo aplicada, nivel explicativo y de diseño cuasi experimental, se inició con la recolección de la ceniza de fondo, seguidamente el análisis de su composición química en laboratorio, para poder realizar diseños de mezcla por el método ACI 211 para los concretos  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=240\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=350\text{ kg/cm}^2$  con porcentajes de sustitución parcial del cemento de 3%, 6% y 9%, para finalmente realizar los ensayos a la compresión de probetas cilíndricas en las edades de 7,14 y 28 días, se cuenta con una población de 144 probetas y una muestra de 128 probetas de acuerdo a la norma ACI 214. Se concluye que la sustitución al 9% de ceniza de fondo de eucalipto en relación al cemento influye de buena manera en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  en la región del Cusco.

Palabras Clave: Ceniza de eucalipto, concreto, resistencia a la compresión, concretos estructurales, costo en concreto.

## ABSTRACT

The present research work entitled "Eucalyptus bottom ash as an additive to improve the compressive strength of structural concrete greater than  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  in the Cusco region", has as its main objective to determine the influence of ash of eucalyptus background as an additive to improve the compressive strength of structural concrete greater than  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ , primarily emphasizes whether it is convenient, feasible and improve the cost of preparing these concretes to those already conventional. The procedure of this work was carried out according to the ACI, ASTM and NTP standards. The methodology of the work is scientific of the applied type, explanatory level and quasi-experimental design, it began with the collection of the bottom ash, followed by the analysis of its chemical composition in the laboratory, in order to carry out mix designs by the ACI 211 method. for concrete  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .  $f_c=240\text{ kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{ kg/cm}^2$  and  $f_c=350\text{ kg/cm}^2$  with percentages of partial substitution of cement of 3%, 6% and 9%, to finally carry out the tests at the compression of cylindrical test tubes at the ages of 7, 14 and 28 days, there is a population of 144 test tubes and a sample of 128 test tubes according to the ACI 214 standard. It is concluded that the substitution of 9% of bottom ash from eucalyptus in relation to cement has a good influence on the compressive strength of structural concrete greater than  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  in the Cusco region.

**Key Words:** Eucalyptus ash, concrete, compressive strength, structural concretes, concrete cost.

## INTRODUCCION

El cemento es el constituyente elemental para el concreto a nivel mundial para hacer realidad las obras civiles, lo cual para su elaboración, demanda un gran uso de recursos naturales y emite abundante cantidad de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> afectando directamente al medio ambiente, por tal motivo esta pesquisa logra reutilizar materia de combustión proveniente de la quema de Eucalipto en hornos artesanales ubicados en el distrito de San Jerónimo en la región del Cusco, como es la ceniza de fondo de eucalipto para poder sustituir en tres porcentajes distintos y de manera parcial el cemento obteniendo incremento significativo en la capacidad portante del concreto mayores a  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Es de conocimiento, que las puzolanas de origen orgánico y ecológico resultan menos costosas que las puzolanas artificiales; asimismo, estudios afirman que al mezclarse con agua proporcionan características cementantes debido a que contiene en gran parte sílice y óxido de calcio, componentes químicos principales del cemento.

El uso de esta puzolana natural sustituyendo parcialmente el cemento minimiza el precio de elaboración del concreto por metro cúbico, resultando ser accesible a la población y cumpliendo con la resistencia que se desea trabajar en las diferentes obras civiles, para su mejor entendimiento el trabajo de investigación se ha dividido en cinco capítulos que son;

Primer capítulo, se reconoce la propuesta de investigación adquiriendo el problema general a estudiar y los problemas específicos, los objetivos que busca la investigación, la justificación y la importancia de la misma y la formulación de la Hipótesis general y específicas de la pesquisa.

En el segundo capítulo, hace referencia a los antecedentes del estudio; así como la base teórica, marco conceptual incluyendo los términos básicos empleados.

El tercer capítulo, explica la metodología, mostrando el diseño empleado, la población que se requirió, el procedimiento que se siguió y las técnicas e instrumentos para recoger y procesar los datos.

El cuarto capítulo, muestra los resultados obtenidos en la pesquisa y se comprueba la validación de la Hipótesis planteada con procesos estadísticos, se resalta la discusión de lo obtenido.

El quinto capítulo, formula las conclusiones y se emiten las recomendaciones del estudio.

Para finalizar se exhiben las referencias y los anexos que se obtuvieron durante todo el proceso de la investigación.

## **CAPITULO I.**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

##### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

Actualmente la industria de edificaciones en Cusco y en todo el país está en permanente crecimiento, por ende, existe mayor demanda de adquisición del concreto y de materiales como el agregado y cemento, considerando a este como el principal componente en la elaboración del concreto, el cual en la actualidad posee un costo elevado debido a la situación que viene atravesando el país, además es de conocimiento que El hormigón es un componente esencial e imprescindible en la edificación gracias a sus características físicas, mecánicas, durabilidad, trabajabilidad, entre otros; asimismo, considerando aspectos problemáticos del concreto son los daños que este presenta en su utilización como la presencia de grietas, fisuras durante el fraguado o endurecimiento lo cual podría ser un riesgo en la etapa de uso de la edificación generando gastos de mantenimiento a futuro.

Una de las principales problemáticas observadas en la región del Cusco es el temprano agrietamiento y fisuramiento de las estructuras de concreto, esto debido a la mala práctica del curado del concreto en las construcciones por parte del personal de obra, a la retracción hidráulica después del vaciado, a los esfuerzos producidos por cargas aplicadas como la compresión, tracción y flexión, los cambios de temperatura, la composición química del cemento o carbonatación y la reactividad de los

agregados que puedan sufrir dichas estructuras de concreto, cual es el caso de las estructuras de concreto mayores a la resistencia de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  empleados en las principales obras de la región.

Principalmente estos agrietamientos tempranos y presencia de fisuras se presentan en elementos estructurales que soportan las diferentes cargas de la estructura como son las vigas, columnas, losas, placas, y demás elementos estructurales que conforman la edificación, que con el tiempo presentan un deterioro progresivo en este tipo de obras verticales en la región del Cusco causado por diversos factores y condiciones que permiten la presencia de estas fallas en el concreto, como el acrecentamiento de carga de viva que sobrepasan el diseño del cálculo de la estructura, factores medioambientales, malas prácticas al elaborar el concreto, deficiente calidad en la adquisición de materiales y/o del proceso constructivo por parte de los ejecutores de la obra, entre otros aspectos.

Toirac (2004), menciona que el fenómeno de retracción hidráulica se produce cuando el concreto contrae su volumen en la transformación de fraguado y endurecimiento, siempre que estos ocurran al aire libre, asimismo, producida por la pérdida paulatina de agua en el concreto ya sea antes del fraguado o después del fraguado (estado endurecido). Asimismo, (COPELAND, 1960), afirma que el fraguado y endurecimiento del concreto, al igual que la resistencia, dependen generalmente del SCH, debido a ello se considera como el componente principal del concreto. En cuanto a la composición química del SCH se puede definir que es variable, sin embargo, contiene “cal” (cao) y  $\text{SiO}_2$  en proporciones de tres a dos. Referentes al concreto en estado plástico, el CSH (silicato de calcio hidratado) durante el mezclado se adhiere de mejor manera a los componentes del cemento, del mismo modo que los agregados tanto (finos y gruesos). Mientras tanto durante el fraguado el concreto mantiene su volumen casi inalterado, sin embargo, cuando se llega al estado endurecido este presenta poros que en un comienzo se encontraban llenos de agua y aire, lo que contribuye a que este concreto pierda su resistencia. Se entiende que la resistencia del concreto es proporcionada por sus componentes sólidos de la mezcla de concreto, en mayor parte del CSH, cuanto menos porosa sea la mezcla el concreto será más resistente. Por lo tanto, durante la elaboración del concreto, por lo que no se requiere añadir más agua de lo necesario para la obtención de un concreto plástico y

trabajable. Indica también que, para la elaboración del concreto y su posterior hidratación completa cerca de se requieren 0.4 gr. de agua por 1.0 gramo de cemento. De otra parte, se sostiene que la actividad de la construcción es un sector que posee un gran potencial para la optimización de residuos, menciona (GARCÍA, A., & SAYAL, J. M., 2018) que, el uso de las cenizas provenientes de la incineración de biomásas que pueden ser de fondo como sustituto del cemento de manera parcial durante la elaboración del concreto, estas actúan forma activa como un componente sustituto del cemento debido al componente puzolánico que se concentran en estas como es el caso del cemento Portland.

Sobre la investigación se ha realizado estudios anteriores como el caso de (PEREZ, 2017), en la cual la resistencia del concreto cambia al substituir el cemento con ceniza de tronco de Eucalipto en diferentes porcentajes, funcionó significativamente según la hipótesis que se planteó, el reemplazo del cemento en un 8% por las cenizas de obtenidas del tronco de eucalipto el cual ha incrementado de buena manera en su resistencia en comparación al 4% a edades de 7, 14 y 28 días. Las cenizas obtenidas del tronco de Eucalipto se activan a temperaturas de 400° C, en un periodo de tiempo aprox. de dos horas, el cual estás cenizas se transforman en un material puzolánico el cual se muestra un comportamiento del similar al cemento en el concreto apto para reemplazar de manera parcial al cemento que es la materia prima por las cenizas que se obtienen del tronco de eucalipto debido a que se cuenta con 64.66% (CaO) incrementando un 2.36% con respecto al que contiene cemento, y esta contiene un 62.30% de (CaO). Por otra parte, en la investigación de (MOLINA, 2008, señala lo siguiente, referente a los materiales silíceos (puzolanas) tienden a contribuir de mejor manera a las propiedades del concreto, de las cuales se menciona el refinamiento y mejoramiento de la puzolana. En referencia a las cenizas menciona que generan una mejora como material sustituyente de forma parcial del cemento para elaborar concreto. La reducción del uso de cemento en la conformación del C° disminuye el costo de la incidencia de este material, apoya a minimizar la contaminación asociada a la producción del material y mejora las propiedades del C°.

Por consiguiente, el asunto incide en la resistencia del hormigón y, por ende, en sus características mecánicas, tal como la resistencia a la compresión, generando fisuras, agrietamientos a los elementos estructurales, para lo cual se emplea el uso de otros aditivos industrializados que mejoran estas características, es por eso que se intenta demostrar que el uso de aditivos naturales para sustituir de forma parcial al cemento y de esta manera poder mejorar la resistencia de los concretos, con la finalidad de obtener bajos costos en comparación a los aditivos de origen químico y mitigar de manera parcial los riesgos de contaminación ambiental.

Es por tal motivo que habiendo observado el fisuramiento temprano en elementos estructurales en diferentes construcciones y obras verticales en la región del Cusco, se entiende que estas son causadas generalmente por presencia de patologías en el concreto antes citadas, mal empleo de los materiales de construcción y trabajos deficientes en la etapa del curado del concreto, generando pérdidas económicas en el área usuaria, en esta perspectiva, formulamos la siguiente cuestión de investigación.

## **FORMULACION DEL PROBLEMA**

### **PROBLEMA GENERAL**

¿De qué manera influye la ceniza de fondo de Eucalipto como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  en la región del Cusco?

### **PROBLEMAS ESPECIFICOS**

¿De qué manera influye los componentes químicos de la ceniza de fondo de Eucalipto en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ ?

¿De qué manera influye el diseño de mezcla con la adición de la ceniza de fondo de Eucalipto en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ ?

¿Cuáles son los costos del concreto patrón y el concreto con adición de ceniza de fondo de Eucalipto en la elaboración y la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ ?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la influencia de la ceniza de fondo de Eucalipto como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$  en la región del Cusco.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Determinar los componentes químicos de la ceniza de fondo de Eucalipto en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

Determinar la influencia del diseño de mezcla con la adición de la ceniza de fondo de Eucalipto en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

Determinar los costos del concreto patrón y el concreto con adición de ceniza de fondo de Eucalipto en la elaboración y la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

## **1.3. JUSTIFICACION**

### **JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La base metodológica se sustenta en nuevas opciones de aditivos naturales a los ya comunes que son aditivos de composición química, en esta pesquisa, el uso de la ceniza de fondo de Eucalipto de la especie *Eucalyptus Globulus*, la cual se encuentra en diferentes zonas de nuestro país y en especial en la región del Cusco, asimismo, la utilización de esta como aditivo y sustitución parcial del cemento, a la cual se le realizaron pruebas de laboratorio y de resistencia a la carga axial para los concretos  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f^c=240 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f^c=280 \text{ kg/cm}^2$  y  $f^c=350 \text{ kg/cm}^2$  en estado endurecido, con lo que la presente tesis de investigación podrá ser utilizado como guía para futuros estudios de utilización de cenizas de fondo de eucalipto de la especie *Eucalyptus Globulus* como aditivo natural durante la elaboración del C°.

## **JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La justificación práctica se basa en mejorar la resistencia a la compresión de los concretos  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=350\text{kg/cm}^2$  en su estado endurecido, asimismo, optimar las propiedades mecánicas de este concreto con aditivo de ceniza de fondo de Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) puesto que, esta materia prima puede sustituir parcialmente al cemento y cumplir con la calidad requerida para su utilización en diferentes concretos, según estudios este material se fija como un excelente complemento para el cemento.

## **JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

La justificación social busca generar menor impacto socio-económico y ambiental, ya que la ceniza de fondo de Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) se logra encontrar a costos muy accesibles, esta materia es desechada de forma irresponsable causando contaminación ambiental, asimismo, un aditivo de origen orgánico es menos costoso y repercute de manera positiva en el impacto ambiental al de un aditivo de origen químico o artificial, a esto se suma el cumplimiento con las normas y controles de calidad de nuestro país para conseguir un hormigón de excelencia que satisfaga las demandas, intereses y requisitos de la sociedad y/o del área de uso.

## **IMPORTANCIA**

Este estudio de investigación busca validar la viabilidad de emplear una materia orgánica descartada y/o un aditivo natural residual en forma de ceniza de fondo, como un sustituto parcial del cemento. Este reemplazo tiene como fin mejorar la característica mecánica de resistencia del hormigón. Si esta hipótesis se confirma, representaría un aporte significativo y una aplicación importante en la Ingeniería Civil, concretamente en la producción de hormigones estructurales y la gestión del cemento, debido a la calidad del material natural reutilizado. Esto potencialmente conduciría a reducir los costos de producción del hormigón, ya que la ceniza de fondo puede obtenerse a un costo bajo e incluso de forma gratuita en algunos casos y reciclada, con el fin de aprovechar este recurso inorgánico que principalmente y en mayor medida no son utilizados y son desechados de manera irresponsable generando gran impacto negativo y contaminación en el medio ambiente. Usando como

materia prima principal el Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) para la incineración en las fábricas y/o hornos artesanales para producir ladrillos artesanales en la región del Cusco.

## **1.4. HIPÓTESIS**

### **HIPÓTESIS GENERAL**

La ceniza de fondo de Eucalipto influye factiblemente como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la región del Cusco.

### **HIPOTESIS ESPECIFICAS**

Los componentes químicos de la ceniza de fondo de Eucalipto influyen de buena manera en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

El diseño de mezcla con la adición de la ceniza de fondo de Eucalipto influye de buena manera en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Los costos del concreto patrón y el concreto con adición de ceniza de fondo de Eucalipto influyen en la elaboración y la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

## **1.5. DELIMITACIONES**

### **DELIMITACION ESPACIAL**

- Departamento : Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : Cusco

### **DELIMITACION TEMPORAL**

El tiempo de la pesquisa se delimito a los años 2021 y 2022.

### **DELIMITACIÓN MUESTRAL**

El presente trabajo de investigación cuenta con delimitación muestral de 144 probetas de concreto, cumpliendo con la norma ASTM C31/C31M y la norma NTE E-60 del RNE, donde se refiere que se

debe de considerar como mínimo 02 probetas cilíndricas de la misma muestra para cada tiempo de ensayo (edad en días de rotura).

## **1.6. LIMITACIONES**

### **LIMITACIÓN A OBJETIVOS**

Para este estudio en particular, se llevan a cabo pruebas de compresión axial y el test de asentamiento del hormigón en su estado fresco (slump), dado que en la zona de Cusco no existen laboratorios capacitados para las pruebas de tracción y módulo de elasticidad. Por lo tanto, se procede a la evaluación y comparación de la resistencia del hormigón a diferentes edades (7, 14 y 28 días) en su estado endurecido, así como el asentamiento del hormigón en su estado fresco. Se comparan las resultas alcanzadas de los hormigones estándar con aquellos que han sido sustituidos por ceniza de fondo de Eucalipto en diversos valores porcentuales.

Tabla 01. MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

TIPO DE VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIONES CONCEPTUALES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDAS	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE  CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO	Porcentaje (%) de sustitución de ceniza de fondo de eucalipto en relación al peso del cemento.	Cantidad necesaria de sustitución de los elementos en relación al peso del cemento para mejorar el concreto.	3% de sustitución de ceniza fondo de eucalipto en relación al peso del cemento. 6% de sustitución de ceniza fondo de eucalipto en relación al peso del cemento. 9% de sustitución de ceniza fondo de eucalipto en relación al peso del cemento.	Kilogramo	Cuantitativa	Razón
	Propiedades Químicas.	Características que producen componentes nuevos siendo permanentes e irreversibles.	Oxido de silicio SiO <sub>2</sub> (%) Oxido de calcio Cao (%)	Nominal	Cuantitativa	Razón
	Costos: concreto patrón -concreto con adición de ceniza de fondo de eucalipto	Determinar las diferencias de costos estimados en relación a los porcentajes como aditivo.	Concreto patrón			
	Costos: concreto patrón -concreto con adición de ceniza de fondo de eucalipto Diseño de mezcla.	Determinar las diferencias de costos estimados en relación a los porcentajes como aditivo. Es un proceso que consiste en calcular las proporciones de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores resultados.	Concreto con sustitución de ceniza de fondo de eucalipto. Cantidad de agregados y cemento en el diseño de mezcla en relación a la adición de la ceniza de fondo de eucalipto.	Soles	Cuantitativa	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE  RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A $f_{c}=210\text{kg/cm}^2$	Resistencia a la compresión.	La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en Kg/cm <sup>2</sup> o Mpa.	Prueba a la compresión	Nominal	Cuantitativa	Razón

## **CAPITULO II.**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

##### **ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

(FRIETES, y otros, 2013), en su pesquisa científica propone analizar el comportamiento del C° reemplazando en un 10% del peso del cemento por cenizas de las hojas secas de palma Chaguaramo (*Roystonea Oleracea*), esto con la finalidad de aportar mayor o igual resistencia al C°, de esta manera disminuir los costos en obra en relación al cemento. Sus técnicas y metodologías de sus ensayos están de acuerdo a lo establecido en las normas COVENIN se realiza la obtención de las cenizas, se realiza la sustitución del 10% del cemento por estas cenizas. Para la sustitución de las cenizas que pasan la malla N° 200 con respecto al C° patrón la resistencia disminuye en un 6.71% y para las cenizas retenidas en la malla N° 200 y 100 con respecto al C° la resistencia estándar disminuye en un 3.51%. En conclusión, se cumplen con los objetivos planteados, se puede realizar el uso de ceniza de palma de Chaguaramo en concretos de baja resistencia.

(FERNANDEZ, 2009), Lleva a cabo la investigación de hormigones de puzolana con la inclusión de cenizas de cáscaras de maíz. sustituyendo el 10% 15% y 20% y evaluar si estos concretos serian útil para uso estructural, en un concreto estándar de 250 kg/cm<sup>2</sup>; Se realizo la producción de las cenizas de hojas de maíz; se realiza el diseño de mezclas del C° patrón  $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , luego se elaboran las probetas sustituyendo el 10% 15% y 20% del cemento por ceniza de hoja de maíz. Se efectuó la

prueba a compresión donde el concreto modelo a los 28 días consigue una resistencia de 348 kgf/cm<sup>2</sup> similar al diseño de mezclas, la muestra que contiene el 10% de ceniza presento un incremento de 1.10%, la muestra del 15% y 20% disminuye su resistencia en un 2.01% y 10.06%,

Se deduce que el mejor porcentaje para reemplazar el cemento con cenizas de hojas de maíz es del 10%, ya que aumenta en un 1.10% en contraste con el 15% y 20%, que reducen su resistencia.

(DURAN, y otros, 2016), realizan un estudio para determinar los beneficios que se obtiene al diseñar C° reemplazando de forma parcial el cemento por cenizas del bagazo de Caña de azúcar y cenizas volantes. Se realiza los estudios de cada material mediante ensayos de laboratorio, después se procede a elaborar los testigos para una resistencia de 24 Mpa, sustituyendo de manera parcial el cemento por CBCA y CV en porcentajes de 5% 10% 15% y 20% al cual se hicieron pruebas en su estado fresco cono de Abrams y en un estado endurecido ensayo a compresión. Posteriormente se determinó la resistencia de las muestras a una edad de 7, 14 y 28 días. Respecto a los resultados, el nivel ideal de inclusión es del 5% para esas variedades de cenizas. Las CV al igual que la CBCA, se consideran puzolanas artificiales y son clasificadas de acuerdo a la NTC 3493 como material de adición mineral Clase F.

(Camargo Pérez, y otros, 2017), estudian el comportamiento mecánico, físico y químico del C° hidráulico  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> modificado con sílice obtenidas de la cáscara de Arroz. Para llevar a cabo este estudio, se emplea un enfoque experimental. Se inició con la producción de sílice a través de la quema de la cáscara de arroz. Se diseñó una combinación para el concreto hidráulico estándar con una resistencia  $f'c$  de 350kg/cm<sup>2</sup>, se realiza la sustitución de cemento por CCA en proporciones de 5%, 15% y 30%, se le realizaron los ensayos de resistencia a la compresión, tracción y flexión. Los resultados con sustitución de 5% de los ensayos mecánicos al concreto modelo, sin embargo, durante el ensayo de flexión esta muestra una resistencia superior a la del patrón y los demás que se sustituyeron el 15% y 30%. Se deduce que el concreto con 5% de sustitución de cemento por CCA presenta una mejora en su comportamiento físico y mecánico al contrario de los porcentajes de 15% y 30% el cual durante los ensayos perdieron su resistencia significativamente.

## ANTECEDENTES NACIONALES

(Apaza, y otros, 2019), mediante su estudio buscan determinar la influencia de la sustitución del cemento por cenizas de bagazo de Caña de azúcar (CBCA), cenizas de hoja de Maíz (CHM) y cenizas de cáscara de Cebada (CCC) en porcentajes de 5%, 10% y 15%, en la resistencia del C° para diferentes diseños de mezcla para comparar sus características físico-mecánicas en estado fresco y endurecido. Se realizó la obtención de las CHM, CCC Y CBCA, se elaboran las probetas para diseños de mezcla de  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  estas se denominaron concreto patrón, luego se realiza la elaboración de las probetas con el mismo diseño de concreto, pero sustituyendo el cemento por CHM, CCC Y CBCA en porcentajes de 5%, 10% y 15%, se determinó la resistencia del C° con el ensayo a la compresión. Sus resultados favorables usando la CBCA en comparación con los demás tipos de cenizas. Llegando a la conclusión que la resistencia del C° reduce según se sustituye mayores porcentajes de ceniza, con respecto a los costos con la cenizas de hojas de Maíz, el cual muestra una disminución de hasta 3.33% con concreto patrón, con respecto a los costos con la ceniza de cascara de Cebada se muestra un incremento debido a su costo de adquisición, respecto a los costos con la ceniza de ceniza de bagazo de Caña de azúcar indican que es bastante bajo sin embargo reduce la trabajabilidad del concreto debido a ello se tuvo que adicionar aditivos.

(PEREZ, 2017), Busca calcular la resistencia del C° mediante ensayos de compresión de briquetas cuando se reemplaza el 4% y 8% de cemento con ceniza de tronco de Eucalipto de un C° de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Se procedió a la obtención de cenizas de troncos de Eucalipto y se analizó una muestra de 30 gr para determinar la composición química con el análisis de espectrometría de Fluorescencia de Rayos X y su efecto en la resistencia del C°, se elaboran las probetas para un C° patrón de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y probetas supliendo el cemento en un 4% y 8% por CTE. Para el registro, a los 28 días de C° patrón, logro una resistencia media de 104.44%. La resistencia promedio que contiene 4% de CTE alcanzó 106.19% y la resistencia promedio con 8% de CTE alcanzó 113.81%. Se concluyo que reemplazar el cemento con 8% de CTE fue mucho mejor al 4% a edades de 7,14 y 28 días, la CTE

contiene 64.659% de Oxido de Calcio (Ca) superando por 2.359% al cemento cuyo contenido de óxido de calcio es de 62.30%.

(Villanueva, 2017), mediante su investigación busca de incrementar la resistencia del  $C^\circ f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con supliendo el cemento parcialmente en un 15% por cenizas de eucalipto obtenidos de hornos artesanales. Se realizaron probetas de  $C^\circ$  estándar y también probetas sustituyendo en 15% el cemento por CE el cual se determina su resistencia mediante el ensayo a compresión de briquetas de  $C^\circ$  a los 07,14 y 28 días de curado, Se observa que sustituyendo el 15% es posible aumentar la resistencia a cualquier edad, a los 7 días aumenta un 0.2%, a los 14 días aumenta un 1.2% y a los 28 días aumenta un 1.5%, existiendo diferencias entre el  $C^\circ$  patrón y el  $C^\circ$  con 15% cenizas de eucalipto. Las cenizas de eucalipto presentan calcios, silicatos y aluminatos el cual sustituyendo el 15% de estas cenizas por el cemento aumenta su resistencia a la compresión en un 1.5% a los 28 días con respecto al  $C^\circ$  modelo.

(Milla, 2018), en su tesis plantea utilizar cenizas volantes para sustituir el 20% y 25% del cemento para el  $C^\circ f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>. Para ello, se recolectan las cenizas volantes para pruebas de fluorescencia de Rayos x, la cual sirvió para precisar la composición química de las cenizas volantes, se realiza la elaboración de los testigos para el  $C^\circ$ ,  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup> con el mismo diseño de mezclas que para los concretos experimentales que serán sustituidos por cenizas volátiles. Los testigos que contienen el 20% de ceniza volante a los 28 días logran una resistencia por encima del concreto del concreto patrón, sin embargo, los testigos que contienen el 25% de ceniza volante disminuye su resistencia. Se concluye que es necesario sustituir el cemento por cenizas volantes porcentajes menores al 20%, las cenizas volantes requieren mayor tiempo de curado puesto que su reactividad con los insumos del concreto es más lenta a comparación del cemento.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### EUCALIPTO

(SALLES, J. 2001), el Eucalipto, que tiene como nombre científico *Eucalyptus Globulus* se caracteriza por ser un árbol cuya hoja es perenne, no cuenta con forma y aspecto fijo, varían en tamaño desde 60 cm y hasta 150 metros que se consideran ya extintos, presentan corteza de color marrón y estado seco el cual es de alto peligro ya que se activa de forma rápida frente a un incendio, las hojas presentan en su gran parte la forma ovalada y el color es verdoso cuando se encuentran en vida joven y tienden a ser color azulado en su vida adulta. Cabe mencionar que de las características significativas se puede mencionar que no resisten las temperaturas bajas ya que generalmente se encuentran en temperaturas templadas. Para esta pesquisa se reutilizará las cenizas de fondo de la especie de *Eucalyptus Globulus* de la región del Cusco, la cual representa un volumen 452.34 m<sup>3</sup>/ha del territorio Cusqueño.



**Figura 1.**Extracción del Eucalipto

### CENIZAS DE FONDO DE EUCALIPTO (*EUCALYPTUS GLOBULUS*)

Los principales componentes de las cenizas de fondo de eucalipto se basan esencialmente en el aceite de Eucalipto, la cual se caracteriza por ser un aceite volátil destilado a partir de toda su estructura de la materia en estudio, la cual está compuesta en gran cantidad por aldehídos volátiles, terpenos, alcoholes, y también presenta componentes que son utilizados para la composición del cemento que son las sílices y/o sílicas, componentes que optiman la resistencia y calidad del concreto, se expone la composición química de las cenizas de hojas de Eucalipto en la siguiente tabla:

**Tabla 02. Composición química de las cenizas de hoja de Eucalipto**

<b>ELEMENTO</b>	<b>CENIZA (% EN PESO)</b>
SiO <sub>2</sub>	37.4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.6
K <sub>2</sub> O	6.3
Na <sub>2</sub> O	1.4
MgO	4.5
CaO	25.1
MnO	0.9
TiO <sub>2</sub>	0.4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.5
P.p.c	5.3

Fuente: Revista Castellón, España

## **CENIZA DE FONDO**

Básicamente se entiende por ceniza de fondo como la parte más gruesa de las cenizas producidas en los hornos artesanales u hornos donde se fabrican ladrillos, en gran parte de los casos estudiados se mezclan con las impurezas minerales las cuales se encuentran en el combustible a usarse para su posterior combustión. Estas se encuentran como su nombre lo menciona en la parte del fondo del horno artesanal y generalmente se separan de forma mecánica. La ceniza de fondo representa la gran parte del total de ceniza que se producen en los hornos artesanales producidas por la incineración y/o combustión de la madera del tronco del Eucalipto con un mínimo porcentaje de carbón.

**FIGURA 2.** Obtención de ceniza de fondo de hornos artesanales



## OBTENCIÓN DE CENIZA DE FONDO

La ceniza de fondo es el residuo de la combustión del tronco de Eucalipto de la especie *Eucalyptus Globulus* y la adición en menor porcentaje del carbón natural, en casos especiales se adiciona el aserrín de los troncos de la especie tratada y algún material adicional para la producción de ladrillos artesanales.

La obtención de la ceniza de fondo se produce después de dos días de enfriamiento del horno donde se realizó la combustión y/o incineración, para después removerla del horno con la utilización de una lampa manualmente, la cual es almacenada en sacos, recipientes y en otros casos particulares en el mismo acceso de ingreso del horno generando contaminación del ambiente y perjudicando la salud del personal que labora en los hornos artesanales de la región del Cusco.

La obtención de ceniza de fondo de Eucalipto de la especie a tratar se describe en la presente tabla.

Tabla 03. Pasos para la obtención de ceniza de fondo de eucalipto.



Fuente: Elaboración propia.

## CONFIGURACION MORFOLOGICA DE LA CENIZA DE FONDO

Nos menciona (MORALES, 2015), en el ensayo de micrografía de microscopio electrónico de barrido (SEM), se pudo observar y demostrar que existe baja presencia de compuestos de partículas

de forma esférica, las cuales son la representación y una de las características más relevantes de la ceniza de carbón.

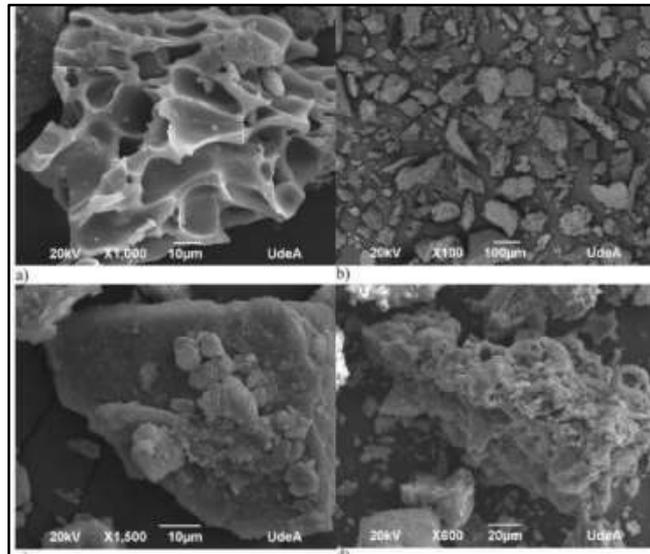


Figura 2. Micrografía SEM, muestra de ceniza de carbón MORALES, 2015.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CENIZA DE FONDO

La composición química de la ceniza de fondo de hornos artesanales depende en su mayoría de gran parte de los insumos que van a ser incinerados y generalmente se usa el Eucalipto para este fin, en apilamientos de troncos y almacenamiento de aserrín, una vez realizada la combustión a altas temperaturas se generan partículas en porcentajes considerables como el Óxido de Calcio  $\text{CaO}$ , el Dióxido de Sílice  $\text{SiO}_2$  y Alumina  $\text{Al}_2\text{O}_3$  componentes principales del cemento los cuales actúan de forma activa para la producción de este material.

Tabla 04. Composición físico – química de la ceniza de fondo

DETERMINACIONES	UNIDAD	MI
Oxido de Calcio $\text{CaO}$	%	23.00
Oxido de Magnesio $\text{MgO}$	%	2.00
Sílice $\text{SiO}_2$	%	3.20
pH		10.00
Cloruros	%	0.22
Sulfatos	%	0.105
Otros compuestos	%	71.50

Fuente: resultado de MC QUIMICLAB – Elaboración propia

## CEMENTO

La regulación dada en la NTP 334.009, el cemento Portland es un material hidráulico procedente por la molienda del clinker, el cual está compuesto importantemente por silicatos de calcio hidráulicos y puede incluir uno o más tipos de sulfato de calcio en el proceso de pulverización, es decir:

**Tabla 05. Composición del cemento Portland**

<b>Cemento Pórtland</b>	
<b>cemento</b>	<b>= Clinker Pórtland + Yeso</b>

Fuente: elaboración propia

El cemento Portland es una sustancia finamente molida de tono gris-verdoso. Al combinarse con agua, crea una masa con mucha maleabilidad y es fácil de manipular que, tras la fragua y endurecimiento, desarrolla una resistencia y durabilidad significativas.

## NORMAS ESTABLECIDAS PARA EL USO DEL CEMENTO

- “Norma NTP 334.009, Cemento Portland requisitos.”
- “Norma NTP 339.090, Cemento Portland adicionados. Requisitos.”
- “ASTM C 150-07, especificación normalizada para cemento portland.”
- “ASTM C 595, especificación normalizada para cementos adicionados hidráulicos.”

## TIPOS DE CEMENTO

Actualmente se producen diversos tipos de cemento Portland con diferentes propiedades para usos en específico, estos se fabrican según a las normativas de cada país, en el caso de nuestro país se aplica la Norma Técnica Peruana NTP 334.09 perteneciente a la dirección de normalización del INACAL, donde instituyen los requisitos a cumplir por los cinco tipos de cemento, durante el proceso de fabricación (compuestos químicos y físicos), muestreo, inspección, métodos de ensayo, condiciones de recepción, la certificación hasta el envase y el almacenamiento, según su clasificación y uso. Según la norma 334.09 de la NTP se presentan los siguientes tipos de cemento en nuestra región:

### **TIPO I.**

(NTP 334.009). Sirve para todo tipo de usos y no demandan de propiedades específicas de distintos cementos.

### **TIPO II.**

(NTP 334.009). Este tipo posee propiedades para la resistencia moderada a sulfatos debido a que contiene un máximo de 8% de aluminato tricálcico.

### **TIPO III.**

(NTP 334.009). permite lograr a edades anticipadas, resistencias altas, generalmente en un tiempo menor o igual a 7 días. Se asemeja al cemento Tipo I a diferencia de que sus partículas son más finas.

### **TIPO IV.**

(NTP 334.009). Se usa para minimizar el calor generado durante la hidratación, la resistencia ideal es alcanzada lentamente a comparación de los demás tipos de cemento.

### **TIPO V.**

(NTP 334.009). Tienen una resistencia severa a los Sulfatos y se utiliza principalmente para concretos expuestos al suelo y el agua subterránea o que tienen estos elementos más concentrados.

## **CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO**

El cemento Portland Puzolánico se compone de puzolana, obtenida mediante la trituración y molienda de una mezcla de clínker, cemento Portland y puzolana, con la adición de sulfato de calcio y otros compuestos. Este tipo de cemento debe contener entre un 15% y un 40% de puzolana en relación con su peso total. La puzolana suele ser un material arcilloso o silico-aluminoso que, por sí solo, podría presentar una actividad hidráulica limitada o nula, sin embargo, al combinarse con agua, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio a temperaturas normales, formando un compuesto con propiedades hidráulicas.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEMENTO

(TORRE, 2004) afirma que, la composición química que constituye el cemento Portland es denotada en términos porcentuales según el contenido de óxido. Los óxidos primordiales son: cal, sílice, alúmina y óxido de hierro, y su cantidad total es del 95% al 97% y otros óxidos en pequeñas cantidades como: el Magnesio, el Anhídrido sulfúrico, los Álcalis y otros de importancia menor, como se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 06. Composición físico – química de la ceniza de fondo.

Oxido Componente	Porcentaje Típico	Abreviatura
<i>CaO</i>	58% - 67%	C
<i>SiO<sub>2</sub></i>	16% - 26%	S
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	4% - 8%	A
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	2% - 5%	F
<i>SO<sub>3</sub></i>	0.1% - 2.5%	
<i>MgO</i>	1% - 5%	
<i>K<sub>2</sub>O y Na<sub>2</sub>O</i>	0% - 3%	
<i>Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	0% - 0.5%	
<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	0% - 1.5%	
<b>perdida x calcinación</b>	0.5% - 3%	

Fuente: Curso básico de tecnología del concreto

## CONCRETO

(LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA), en algunos países de habla hispana como en España se le conoce al concreto con la denominación de hormigón, realizando la búsqueda del hormigón según La Real Academia Española edición 23 consultado en <https://dle.rae.es/hormig%C3%B3n#8wXLIImC>, es la consecuencia de la mezcla de agua, arena, grava y cemento que durante el fraguado forma una pasta moldeable y adquiere mucha más resistencia con el tiempo. Según (deconceptos.com) consultado en <https://deconceptos.com/general/concreto> afirma que: La palabra concreto, significa una

combinación de partículas agregadas durante su elaboración que tienden a moldearse y endurecerse, es un vocablo utilizado en la construcción, para nombrar a la combinación de diferentes materiales como agregados, agua, cemento y otros materiales necesarios, después del fraguado es de consistencia muy dura, similar a la piedra.

Según (NORMA E.060 REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2019), señala que todo concreto estructural es elaborado con pretensiones de utilizarlo para soportar cargas sin sufrir ningún daño durante el tiempo que brindara servicio ya sea concreto armado o concreto simple. Según (Gonzales de la Cotera, 1962), menciona que, es principalmente la combinación de dos agentes que son: agregados y pasta (compuesto de cemento Portland puzolánico y agua) que se mezcla con los agregados (partículas de piedra triturada, arena o grava). El cual durante su elaboración durante el mezclado forman una masa moldeable y en estado sólido es semejante a una roca esto debido a que la mezcla de estos materiales endurece por la reacción, química entre el agua y el cemento.

(RIVVA LOPEZ, 2000). Alega que el concreto es producto de la unión artificial de diferentes compuestos (elementos cementantes) con el agua al que se denomina pasta, que en combinación con diferentes partículas de agregado; forman una masa moldeable que adopta la forma según se requiera; La pasta es el ciclo uniforme del concreto el cual engloba las partículas del agregado, el agregado es el ciclo discontinuo, pues sus partículas no están en contacto unas con otras, sino al contrario están dispersadas a través de toda la pasta y a este conjunto se le denomina concreto; para un mejor entendimiento de la naturaleza del concreto se tiene que analizar sus propiedades físicas y químicas.

## **COMPOSICIÓN DEL CONCRETO**

(RIVVA LOPEZ, 2000), el concreto endurecido es compuesto por: pasta, agregado

### **LA PASTA**

(RIVVA LOPEZ, 2000), las responsabilidades de la masa en el hormigón incluyen: contribuir a las características deseadas del hormigón una vez que se ha endurecido, aislar las partículas del agregado, llenar y unir firmemente los espacios entre ellas, y dar lubricación mientras la masa todavía no fragua. Las cualidades de la masa se ven afectadas por las ponderaciones relativas de cemento y agua en la mezcla, determinadas por las peculiaridades físicas y químicas del cemento, la eficacia de la unión química entre el cemento y el agua, así como el nivel de hidratación del cemento. La pasta endurecida del hormigón se compone de cuatro elementos principales.

**Tabla 07. Cuatro elementos fundamentales de la pasta según (RIVVA LOPEZ, 2000)**

<b>LA PASTA</b>	
El gel	denomina al producto resultante de la reacción química e hidratación del cemento (agua-cemento).
Los poros	están incluidos en ella.
Los cristales de hidróxido de calcio.	que puedan haberse formado durante la hidratación del cemento.

Fuente: Naturaleza y materiales del concreto

## **EL AGREGADO**

(RIVERA, 2010), afirma que los agregados es un material inerte, granular, natural o artificial que se combina con el cemento Portland y agua para formar una masa densa similar a una piedra artificial llamada concreto. Se puede considerar agregados tubulares o mezclas de concreto a cualquier material que tenga suficiente resistencia (resistencia a la fragmentación de partículas), no destruya o afecte negativamente las propiedades y propiedades de la combinación y asegure suficiente adherencia. La pasta de cemento Portland que ha sido elaborada. Por lo general, la mayoría de sus componentes son inertes, lo que significa que no tienen reacciones con otros elementos de la mezcla, esencialmente con el cemento. No obstante, hay algunos materiales complementarios en los que la parte fina muestra actividad debido a sus propiedades hidráulicas, las cuales contribuyen al fortalecimiento de la resistencia mecánica (por ejemplo, escorias de hornos siderúrgicos, materiales volcánicos con sílice activada).

## AGREGADO GRUESO

(Manual de ensayo de materiales, 2016), afirma que son la unión de material gravoso, piedra chancada y/o triturado cuyas medidas de sus componentes sean de más de 5 mm y típicamente entre 9.5 mm y 38 mm.

### • GRANULOMETRÍA

(Pasquel Carvajal , 1998-1999), es muy difícil medir las dimensiones de los diferentes fragmentos de partículas que conforman el agregado grueso, por esa razón se hace la medición indirecta mediante tamices que son una gradación de mallas de medidas establecidas, el cual el agregado se pasa por los tamices de una sucesión de mallas y se pesa los materiales retenidos estos se muestran en % con referencia al total del peso.

Este proceso es el análisis granulométrico o granulometría, que es la expresión cuantitativa de los diferentes volúmenes de los fragmentos que conforman el agregado grueso. El cual tiene que ser graduado y satisfacer con los límites definidos en la norma ASTM C 33, los cuales se exponen en la tabla que sigue.

**Tabla 08. Tamaño nominal del agregado grueso.**

Tamaño nominal	(100 mm) 4 pulg	(90 mm) 3.5 pulg	(75 mm) 3 pulg	(63 mm) 2.5 pulg	(50 mm) 2 pulg	(37.5 mm) 1.5 pulg	(25.0 mm) 1 pulg	(19.0 mm) ¾ pulg	(12.5 mm) ½ pulg	(9.5 mm) 3/8 pulg	(4.75 mm) No.4	(2.36 mm) No.8	(1.18 mm) No.16
90 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100		26 a 60		0 a 15		0 a 5					
63 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
50 mm a 25 mm (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
50 mm a 4.75 mm (2" a N°4)				100	95 a 100		35 a 70	0 a 15	10 a 30		0 a 5		
37.5 mm a 19 mm (1 1/2" a 3/4")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2" a N°4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5		
25 mm a 4.75 mm (1" a N°4)						100	95 a 100		25 a 65		0 a 10	0 a 5	
19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
19 mm a 4.75 mm (3/4" a N°4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a N°4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
9.5 mm a 2.38 mm (3/8" a N°8)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.037,2002

## **AGREGADO FINO**

(López, y otros, 2014) afirman:

Los agregados es un derivado de materiales pétreos naturales, el agregado fino (arena) es un material preseleccionado los cuales fueron desintegrados natural o artificialmente de las rocas para su uso; Y estos materiales, a su vez, pasan por procesos de descomposición, filtrado, molido o limpieza, o son creados mediante expansión, calcinación o fusión adicionales, que luego se combinan con cemento y agua para crear el concreto hidráulico.

Todas las partículas de los agregados se originan a partir de aglomerados más grandes que han sido fragmentados por trituración mecánica mediante procesos naturales como la erosión y el desgaste, o por trituración mecánica artificial, de ello se tiene que la mayoría de sus particularidades las proporciona la roca madre que la origina.

Los agregados finos son aquellos que pasan el tamiz de 3/8" (9.51mm) y quedan retenido sobre el tamiz N°200 (74um). De acuerdo con la regulación establecida en la NTP 400.011, las características físicas del agregado fino y grueso que se emplean para preparar el concreto deben satisfacer ciertos estándares de calidad definidos en las especificaciones técnicas de las normativas peruanas. Para el proceso de tamizado de la arena y la piedra, se usan diferentes tamaños de mallas, incluyendo la N° 04, a través de la cual todo el material debe pasar completamente. Además, se emplean las mallas N° 08, 16, 30, 50, 100 y 200. El agregado no puede exceder una retención mayor al 50% de su masa total en dos mallas inmediatas, y al mismo tiempo, debe exceder el 25% entre las mallas N° 50 y 100.

**Tabla 09. Granulometría del agregado fino (arena).**

<b>ITEM</b>	<b>MALLA ASTM</b>	<b>% QUE PASA</b>
1	Nº 4 (4.75 mm)	100
2	Nº 8 (2.36 mm)	95 a 100
3	Nº 16 (1.18 mm)	70 a 100
4	Nº 30 (0.60 mm)	40 a 75
5	Nº 50 (0.30 mm)	10 a 35
6	Nº 100 (0.15 mm)	2 a 15
7	Nº 200 (0.075 mm)	menos de 2

Fuente: Elaboración propia

## **NORMAS ESTABLECIDAS PARA LOS AGREGADOS**

- “Norma NTP 400.037 Especificaciones normalizadas para agregados de concreto.”
- “Norma NTP 400.012 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.”
- “Norma MTC-E 204 Análisis granulométrico del agregado gruesos y finos.”
- “Norma NTP 350.001 Tamices de ensayo.”
- “Norma ASTM C136, Método de prueba estándar para análisis granulométrico de agregado gruesos y finos.”
- “Norma NTP 400.017 Método de ensayo estándar para peso unitario.”
- “Norma NTP 400.021 Método de ensayo normalizado para el peso específico y absorción y absorción del agregado grueso.”
- “Norma NTP 339.185 Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.”
- “Norma ASTM C566 Método de ensayo estándar para medir el contenido total de humedad en agregados mediante secado.”

## **AGUA**

Conforme lo explica la Real Academia Española edición 23 en <https://dle.rae.es/?id=1BKpQj3>, el agua viene del latín “aqua”, en estado puro, es un líquido transparente y se caracteriza por ser incoloro, sin olor e insípido, y están formadas por moléculas y estas a su vez están conformadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y este a su vez es la sustancia más importante de mayor volumen de nuestro planeta y el origen de los organismos vivos. (Fórm. H<sub>2</sub>O). Para esta pesquisa, se aclara que el agua es un componente primordial que se utiliza durante la elaboración del concreto, y es sumamente necesario puesto que el cemento reacciona químicamente al añadirle agua y permite la adhesión entre los agregados (agregado grueso y fino).

## **NORMAS PARA EL USO DEL AGUA**

- “Norma NTP 339.088, Agua de mezcla utilizada en la producción de concretos de cemento portland. Requisitos.”
- “Norma NTP 339.183, Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en laboratorio.”
- “Norma ASTM C1602/C1602M, Especificación estándar para el agua de mezcla utilizada en la producción de cemento hidráulico.”
- “Norma ACI 308, Práctica estándar para el curado de concreto.”

## **PROPIEDADES DEL CONCRETO**

(RIVVA LOPEZ, 2000), menciona las propiedades físicas y mecánicas del concreto durante las etapas de la elaboración del concreto tanto en estado fresco, durante el fraguado y después del curado, entre estas propiedades menciona la “trabajabilidad, consistencia, fluidez, cohesividad, contenido de aire, segregación, exudación, tiempo de fraguado, calor de hidratación y peso unitario”.

### **a. La Trabajabilidad**

(RIVVA LOPEZ, 2000), es la facilidad de manipulación del concreto durante su elaboración, para que pueda ser manejable y de esa manera darle la forma deseada en obra, un concreto es trabajable de acuerdo a sus componentes que contiene como el tamaño de los agregados, el contenido de agua, como también en donde se aplicara el concreto, si es cimiento corrido u otras estructuras donde se empleara el concreto y los medios de colocación. La trabajabilidad existe cuando:

**Tabla 010. Características de la trabajabilidad del concreto**

<b>CONCRETO CON MEJOR TRABAJABILIDAD</b>	
-contiene más agua, pero repercute en la resistencia (Baja).	Contiene más cemento.
- contiene más finos	Fluidificantes / plastificantes.
Contiene agregados redondeados.	Otras adiciones.

Fuente: Naturaleza y materiales del concreto.

#### **b. Consistencia.**

(RIVVA LOPEZ, 2000). Se le denomina consistencia a la propiedad propia del concreto en estado fresco y mantener su firmeza, mantener su adhesión entre los agregados para poder adaptarse a una forma específica. El concreto tendrá una buena consistencia dependiendo de la cantidad de agua que contiene, la granulometría de los agregados, el tamaño de los agregados, también la forma de los agregados influye mucho en la consistencia del concreto.

**Tabla 011. Tipos de consistencia.**

<b>CONSISTENCIA / METODO DE COLOCACION</b>	
<b>SECA</b>	Vibrado enérgico.
<b>PLÁSTICA</b>	Vibrado normal.
<b>BLANDA</b>	Apisonado.
<b>FLUIDA</b>	Barra

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 012. Consistencia / asentamiento**

<b>CONSISTENCIA</b>	<b>ASIENTO</b>
<b>SECA</b>	0 - 2
<b>PLASTICA</b>	3 - 5
<b>BLANDA</b>	6 - 9
<b>FLUIDA</b>	10 - 15

Fuente: Naturaleza y materiales del concreto.

### **c. Fluidez.**

Según (Silva, 2016) es la propiedad con que se puede manejar la pasta de cemento, este parámetro se determina con la aguja de Vicat. “El cemento tiene unos requerimientos de agua diferentes, dependiendo si son o no adicionados; generalmente los cementos adicionados requieren de más agua.

Hay un nivel de fluidez para el cual se requiere añadir una cantidad específica de agua, y esto se conoce como consistencia normal. De acuerdo con la información proporcionada en el sitio web (<https://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2010/10/fluidez-delcemento.html#>), la fluidez es una indicación de la consistencia de la pasta de cemento, expresada en términos del aumento del diámetro de un molde después de que se ha sacudido un número determinado de veces con un cono. El ensayo para determinar la fluidez (ASTM C1437), se realiza en una mesa de sacudidas (figura N° 4.) en la que se coloca la muestra en dos capas que son compactadas con una varilla normada en un molde normado. Se deja la muestra en el molde por 1min y luego se retira el molde quedando la muestra sobre el plato de la mesa de sacudidas. Se inicia una secuencia de 25 golpes y se realizan 5 medidas del diámetro de la muestra expandida por los golpes. La sumatoria de estas medidas debe dar 105+-5.



**Figura 3.**Mesa de sacudidas para la determinación de la fluidez

#### **d. Cohesividad.**

Según (Instituto del Concreto de 1997) se refiere a la capacidad del material para mantenerse unido y resistir la separación interna entre sus partículas. Es una propiedad que indica la fuerza de la unión entre los granos de agregado y la pasta de cemento, lo que contribuye a la resistencia global del concreto.

(RIVVA LOPEZ, 2000), define cohesividad a la particularidad del concreto fresco para controlar la segregación durante de los vaciados, a la vez evitar asperezas de la misma y facilita su manipulación durante el proceso de vaciado del concreto.

#### **e. Contenido de aire.**

(Guzman, 2010), se refiere a la cantidad de aire atrapado dentro de la masa de concreto. Este aire puede estar presente en forma de burbujas microscópicas distribuidas uniformemente en la mezcla de concreto. El contenido de aire es un factor importante a considerar en el diseño del concreto, ya que puede afectar significativamente sus propiedades y su resistencia a condiciones climáticas adversas, como la congelación y el deshielo. Un contenido de aire adecuado puede

mejorar la durabilidad y la resistencia del concreto al reducir la posibilidad de daños por ciclos de congelación y descongelación, mientras que un contenido de aire excesivo puede disminuir la resistencia y la durabilidad del concreto. El contenido de aire se controla mediante la adición de agentes aireantes durante la mezcla del concreto y se mide típicamente como un porcentaje del volumen total de la mezcla.

#### **e. Segregación.**

La segregación del concreto es un fenómeno no deseado que ocurre durante su colocación o manipulación, donde los componentes más finos del concreto, como el cemento y la arena, tienden a separarse de los agregados más gruesos, como la grava y la piedra triturada. Esto puede ocurrir debido a la vibración excesiva, el manejo brusco, la caída desde alturas elevadas o la falta de cohesión en la mezcla. Cuando se produce la segregación, los agregados más gruesos tienden a acumularse en la parte inferior de la forma o estructura, mientras que los componentes más finos se concentran en la parte superior. La segregación puede resultar en una distribución no uniforme de los materiales y, por lo tanto, en propiedades inconsistentes del concreto, lo que puede afectar negativamente su resistencia y durabilidad. Para prevenir la segregación, es importante utilizar técnicas adecuadas de colocación y manipulación del concreto, así como asegurarse de que la mezcla tenga la cantidad adecuada de agua y que se utilicen aditivos adecuados para mejorar su cohesión.

La segregación en hormigón altamente fluidos, son de dos tipos:

- Segregación dinámica: La segregación en movimiento ocurre durante la colocación, en el momento que el hormigón autocompactante necesita fluir en los moldes. Se identifica fácilmente por las pruebas realizadas en el estado fresco y se debe corregir en la fase de diseño.
- La separación estática: Es muy compleja de analizar y se relaciona con los procesos de asentamiento que pueden ocurrir una vez se asiente el hormigón en la estructura.

Se logra aumentar la resistencia a la separación de la mezcla del modo siguiente:

- Con el uso de tamaños nominales inferiores a 25 mm
- Con el uso de aditivos que optimen la viscosidad de la mezcla
- Más contenido de mortero

#### **e. Exudación.**

(Giaccio, y otros, 1998), La exudación en el concreto es un proceso durante el cual el agua o líquido liberado por la mezcla de cemento, agregados y agua tiende a migrar hacia la superficie del concreto mientras se fragua y endurece. Este fenómeno ocurre debido a la separación de los componentes más finos de la mezcla, como el cemento y el agua, de los agregados más gruesos. La exudación puede aumentar o disminuir dependiendo de los agregados utilizados en la mezcla. Por ejemplo, agregados finos con partículas más pequeñas pueden aumentar la exudación al permitir que el agua y el cemento emerjan más fácilmente a la superficie. Por otro lado, agregados gruesos con partículas más grandes tienden a retener mejor el agua y el cemento, lo que puede disminuir la exudación. La relación entre la granulometría de los agregados y la exudación es importante para comprender y controlar adecuadamente este fenómeno durante la colocación y el curado del concreto. La norma ASTM C – 232 (Ref. 7.6) establece el método estándar para medir la exudación, que requiere de una pipeta adicional a las balanzas, moldes y probetas graduadas comúnmente utilizadas en laboratorio.

#### **f. Fraguado del concreto.**

Según (Guzman, 2010), los elementos del entorno, como la temperatura y las condiciones climáticas durante el proceso de endurecimiento, influyen directamente en la fuerza del concreto. En zonas frías, la reacción química del cemento se ralentiza debido a que parte del calor generado se disipa en el ambiente, lo que provoca un retraso en el endurecimiento y, por lo tanto, en el perfeccionamiento de la resistencia. Por el contrario, en climas cálidos, la resistencia inicial aumenta rápidamente, pero luego disminuye después de aproximadamente una semana. Esto se debe a que la hidratación inicial

del cemento es superficial y puede resultar en una estructura de pasta más débil o posiblemente más porosa.

#### **f. Calor de hidratación.**

(COPELAND, 1960), es la liberación de calor que ocurre durante el proceso de endurecimiento del cemento Portland, el componente primordial del concreto. Al mezclar cemento con agua, se produce una reacción química conocida como hidratación, donde los componentes del cemento reaccionan para formar compuestos sólidos y cristalinos que proporcionan la resistencia y durabilidad al concreto. Esta reacción es exotérmica, lo que significa que libera calor. El calor de hidratación puede ser significativo en grandes volúmenes de concreto y puede afectar la temperatura del concreto durante el fraguado y el curado. Un control adecuado del calor de hidratación es importante para evitar problemas como la fisuración térmica y garantizar la calidad y durabilidad del concreto.

#### **g. Peso unitario.**

(RIVVA LOPEZ, 2000), la densidad del concreto es la medida de la masa contenida en una unidad de volumen del material. Puede entenderse como el cociente de la cantidad de material sólido y el volumen total ocupado por el concreto. La densidad del concreto nos proporciona información sobre su compacidad y la cantidad de material existente en una determinada cantidad de espacio.

El peso unitario del hormigón se refiere al peso por metro cúbico de una muestra que representa el material.

La gravedad específica y la composición de los agregados son factores críticos que deben considerarse cuidadosamente en la preparación de mezclas de concreto, especialmente cuando se trata de agregados altamente porosos. La adecuada atención a estos aspectos contribuye a la calidad y consistencia del concreto fresco y, por ende, a la durabilidad y resistencia de las estructuras.

Las alteraciones en las características del agregado pueden influir de manera dispar en el peso específico y la compacidad del hormigón. Es posible que los cambios en el peso unitario del agregado resulten en aumentos o disminuciones en el peso unitario del hormigón, sin impactar su densidad.

El peso por unidad de volumen de los hormigones ligeros, elaborados tanto con agregado grueso natural como artificial de baja densidad, puede oscilar entre 480 y 1600 kg/m<sup>3</sup>. Por otro lado, el peso por unidad de volumen de los hormigones pesados, fabricados con agregado de alta densidad, puede alcanzar hasta los 5,000 kg/m<sup>3</sup>.

## **PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO**

(Características técnicas del hormigón para viviendas económicas, 2012). Se refiere al desempeño o características mecánicas de un material particular, que se determinan a partir de la dependencia entre una fuerza aplicada y la respuesta del material. Estas propiedades se analizarán mediante la evaluación de cuatro tipos de hormigón sometidos a tensiones de compresión, tracción y flexión. De estas resultas obtenidas, se propondrán relaciones numéricas para valorar las características mecánicas fundamentales del hormigón.

## **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

(JUAREZ, 2005), la capacidad de resistencia a la compresión es una medida esencial que evalúa la capacidad de un material para contrarrestar fuerzas de compresión, es decir, la habilidad para mantener su forma ante cargas que tienden a reducir su volumen. En el caso del concreto, esta resistencia se refiere a su capacidad para soportar cargas aplicadas perpendicularmente a su superficie, como las fuerzas ejercidas sobre una columna o una losa. Se suele expresar en unidades de presión, como kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>) o megapascales (MPa). Es una característica crucial del concreto y resulta fundamental para determinar su aptitud en diversas aplicaciones estructurales, como edificaciones, puentes y pavimentos.

Los elementos que tienen impacto en la resistencia del hormigón incluyen la proporción de agua respecto al cemento (el contenido de agua en la mezcla y la cantidad de cemento). Otra variable

crucial es el tamaño máximo del agregado. Diversos estudios sobre el efecto del tamaño máximo del agregado en la resistencia del hormigón han concluido que, los hormigones de alta resistencia, a medida que se busca una mayor resistencia designada, el tamaño del agregado grueso debe ser reducido para optimizar la eficiencia del cemento.

La edad del hormigón también es un factor influyente en su resistencia mecánica, ya que desde el momento del fraguado final del hormigón inicia verdaderamente la ganancia de resistencia, que se incrementa con el paso de los días. Para evaluar la resistencia del hormigón y caracterizar sus propiedades mecánicas, se ha establecido de forma arbitraria la edad de 28 días como el momento para especificar su resistencia. Aunque otras edades pueden ser empleadas en los ensayos. Comúnmente, a los 7 días se estima que la resistencia sea cercana al 75% que la que debe lograr a los 28 días. La notación de la resistencia a la compresión es el símbolo  $f_c$ .

Según (Gallegos y Casabonne, 2005), La fuerza contra la presión es una de las características físicas más cruciales del cemento una vez ha endurecido, y está vinculada con aspectos como la compacidad, capacidad de repeler el agua, resistencia a la degradación, tolerancia a la abrasión, capacidad para soportar golpes, capacidad de resistencia a la tracción, y defensa contra los efectos nocivos de los sulfatos. "La robustez frente a la compresión emerge como una característica esencial, ya que valores elevados en esta propiedad indican que el material es de alta calidad para propósitos estructurales y de exposición".

## **DISEÑO DEL CONCRETO**

(Laura, 2006), Indica que la formulación del hormigón abarca la combinación de los elementos constituyentes (agregado, agua, cemento), y lo caracteriza como el proceso de selección de estos materiales, buscando asegurar una adecuada manejabilidad y coherencia, centrándose en la manejabilidad que se define como la aptitud para ser dispuesto y compactado, utilizando pruebas (como el Cono de Abrams), que evalúan la fluidez y homogeneidad de la mezcla, la homogeneidad que representa el grado de fluidez, es decir, la consistencia de la mezcla, la

maleabilidad que indica cómo el hormigón fresco puede deformarse, y la segregación que se refiere a la tendencia del agua a migrar hacia la superficie durante el fraguado.

### **DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO POR EL METODO ACI**

(HERNANDEZ), Expone que el procedimiento A.C.I. se emplea en situaciones donde los componentes cumplen con las pautas de tamaño de partícula establecidas en la norma ASTM C33. Este procedimiento se centra en establecer la proporción de agregado grueso por cada metro cúbico de hormigón, usando la tabla 13 como referencia para este cálculo.

Se calcula el volumen de las partículas de agregado grueso por metro cúbico de este tipo de agregado, mediante la división de la masa unitaria compacta (MUC) entre la densidad aparente de la grava ( $d_g$ ):

$$b_o = \frac{MUC}{d_g}$$

Con el valor del volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto y el volumen de partículas de agregado grueso por metro cúbico, se calcula el volumen total de agregado grueso en la mezcla para un metro cúbico. Esto se realiza multiplicando los valores obtenidos en la tabla 4.8 y mediante la ecuación del volumen de partículas de los agregados gruesos:

$$B = \left(\frac{b}{b_o}\right) * b_o$$

**Tabla 013. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (B/B<sub>0</sub>)**

MAXIMO TAMAÑO NOMINAL DE AGREGADOS		VOLUMEN AGREGADO GRUESO SECADO EN EL HORNO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO PARA DIFERENTES MODULOS DE FINURA DE AGREGADO FINO			
		MODULO DE FINURA			
PULGADAS	mm	2,40	2,60	2,80	3,00
3/8	9,51	0,50	0,48	0,46	0,44
1/2	12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4	19,1	0,66	0,64	0,62	0,60
1	25,4	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2	38,1	0,75	0,73	0,71	0,69
2	50,8	0,78	0,76	0,74	0,72
3	76,1	0,82	0,80	0,78	0,76
6	152,4	0,87	0,85	0,83	0,81

Fuente: NIÑO HERNANDEZ, Tecnología del concreto - Materiales, propiedades y diseño de mezclas.

Después de haber calculado el volumen de gravilla, cemento, líquido y gas, todavía es necesario determinar el volumen del agregado fino, que es la arena. Este cálculo se realiza restando el volumen total de los componentes conocidos (gravilla, cemento, líquido y gas) del volumen necesario de arena, según se indica en la tabla número 14

**Tabla 014. Proporciones de los materiales de la mezcla en peso y en volumen para 1,00 m<sup>3</sup> de concreto**

MATERIAL	PESO W (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD APARENTE (KG/M <sup>3</sup> )	VOLUMEN
agua	k/w	1000	$V_w$
aire	0	0	$V_a$
cemento	w/c	$d_c$	$V_c$
agregado grueso	$w_g$	$d_g$	$V_g$
agregado fino	$w_f$	$d_f$	$V_f$
total	$w_t$		1,00 m <sup>3</sup>

Fuente: NIÑO HERNANDEZ, Tecnología del concreto - Materiales, propiedades y diseño de mezclas.

## **CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA**

Actualmente, hay múltiples definiciones de concreto de alta resistencia, pero la más aceptada, según Portugal Barriga (2007), proviene del ACI (Instituto Americano del Concreto), que lo describe como un concreto con una resistencia a la compresión  $f'c \geq 420 \text{ Kg/cm}^2$ , concepto en constante evolución. También indica que el concreto de alto rendimiento cumple con requisitos especiales de rendimiento y uniformidad que no siempre se logran con materiales convencionales, mezcla estándar, colocación habitual y métodos de curado típicos. Según Santa Cruz Burga, debe cumplir ciertas características específicas para cada aplicación y ambiente, como facilidad de colocación, compactación sin segregación, propiedades mecánicas a largo plazo, resistencia inicial, permeabilidad, densidad, calor de hidratación, dureza, estabilidad volumétrica y larga vida útil en ambientes adversos.

## **CAPÍTULO III.**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS**

##### **MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El método de investigación a emplearse en el presente proyecto será científico, ya que este método propone la realización de una serie de etapas ordenadas y sistematizadas para poder obtener un conocimiento o una investigación, la cual inicia con la etapa de la observación, luego el planteamiento de la problemática, seguidamente de la formulación de las hipótesis para poder realizar la etapa de la experimentación y finalmente llegar a las conclusiones, dichas etapas serán aplicadas en el presente proyecto de investigación. Según (Solano Campos, 2020), el procedimiento del proyecto iniciará con determinar las características físicas y mecánicas de los materiales a usarse (cemento portland tipo IP, agregados extraídos de cantera de la región del Cusco, agua potable y ceniza de fondo de eucalipto de la misma región) a los cuales se les hará los ensayos correspondientes para el diseño de mezcla. El diseño de mezcla será para los concretos  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=350\text{kg/cm}^2$  según el método ACI, a la cual se le adicionará de forma gradual la ceniza de fondo de eucalipto en proporciones de 3%, 6% y 9% en relación al peso del cemento. Una vez extraídos las 144 probetas de concreto en estado endurecido se procederá a realizar la prueba respectiva como es la resistencia a la compresión.

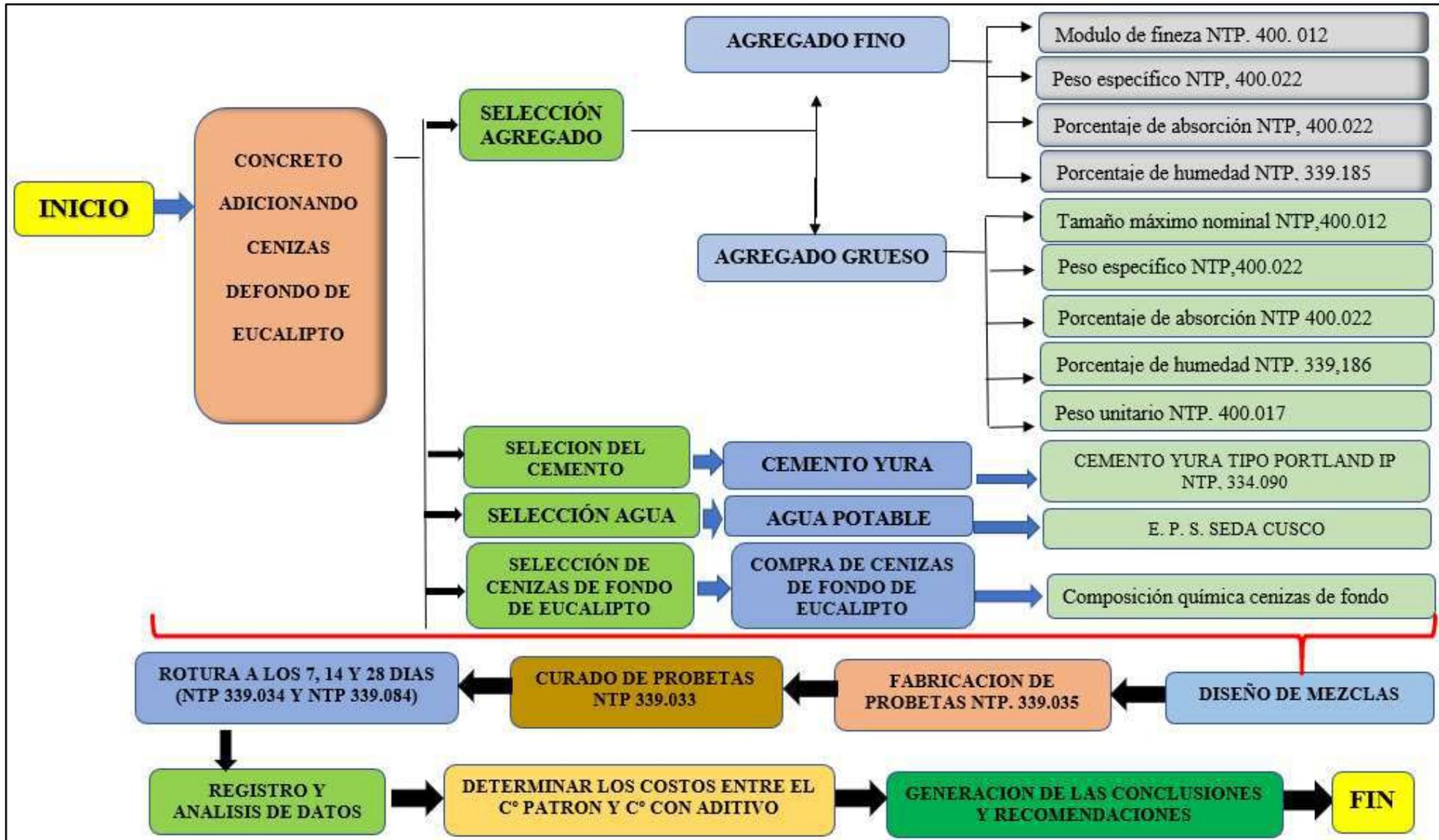


Figura 4. Diagrama del método de investigación Fuente: Elaboración propia

## **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de estudio a usar es investigación aplicada, ya que se determinará nuevos conocimientos para poder generar o proponer alternativas de solución a los problemas planteados con la finalidad de realizar una investigación de utilidad significativa. Nos menciona (VARGAS, CORDERO, 2009). “La investigación es aplicada ya que es un modo de conocer realidades con pruebas científicas”, de esta manera se pretende demostrar mediante las probetas de concreto la mejora en la resistencia a la compresión de los concretos  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=350\text{kg/cm}^2$  con aditivo de ceniza de fondo de Eucalipto de la especie *Eucalyptus Globulus*.

## **NIVEL DE INVESTIGACION**

La investigación es de nivel explicativo, de manera cual que se establece la relación causa y efecto entre las variables, la independiente (ceniza de fondo de Eucalipto) en relación a la dependiente (resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ ). Según (ARIAS, 2012, p.26), “La investigación explicativa busca a partir de las relaciones de causa y efecto, el porqué de los sucesos”.

## **DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

La investigación es de diseño experimental – cuasi experimental, esto a razón de que se relaciona de manera directa las variables y posee un único grupo de control, de forma que la adición de la ceniza de fondo de eucalipto en proporciones disímiles en relación al peso del cemento, mejoren de manera significativa la resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido, tanto la de un concreto normal con la de un concreto modificado, para así poder establecer si la influencia de este aditivo es relevante. Según (ARIAS, Fidias G., 2012, p 33) “El diseño experimental se define como un proceso de someter a algún objeto o personas a ciertas condiciones (Variable Independiente), para poder después observar los efectos o reacciones que estos producen (Variable Dependiente)”.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para el mejor entendimiento del desarrollo de este trabajo de investigación se sigue un conjunto de pasos y secuencias sistemáticas de acuerdo a las normas que establecen la correcta determinación de materiales y el procedimiento de diseño de mezcla la cual se detalla en la figura 06.

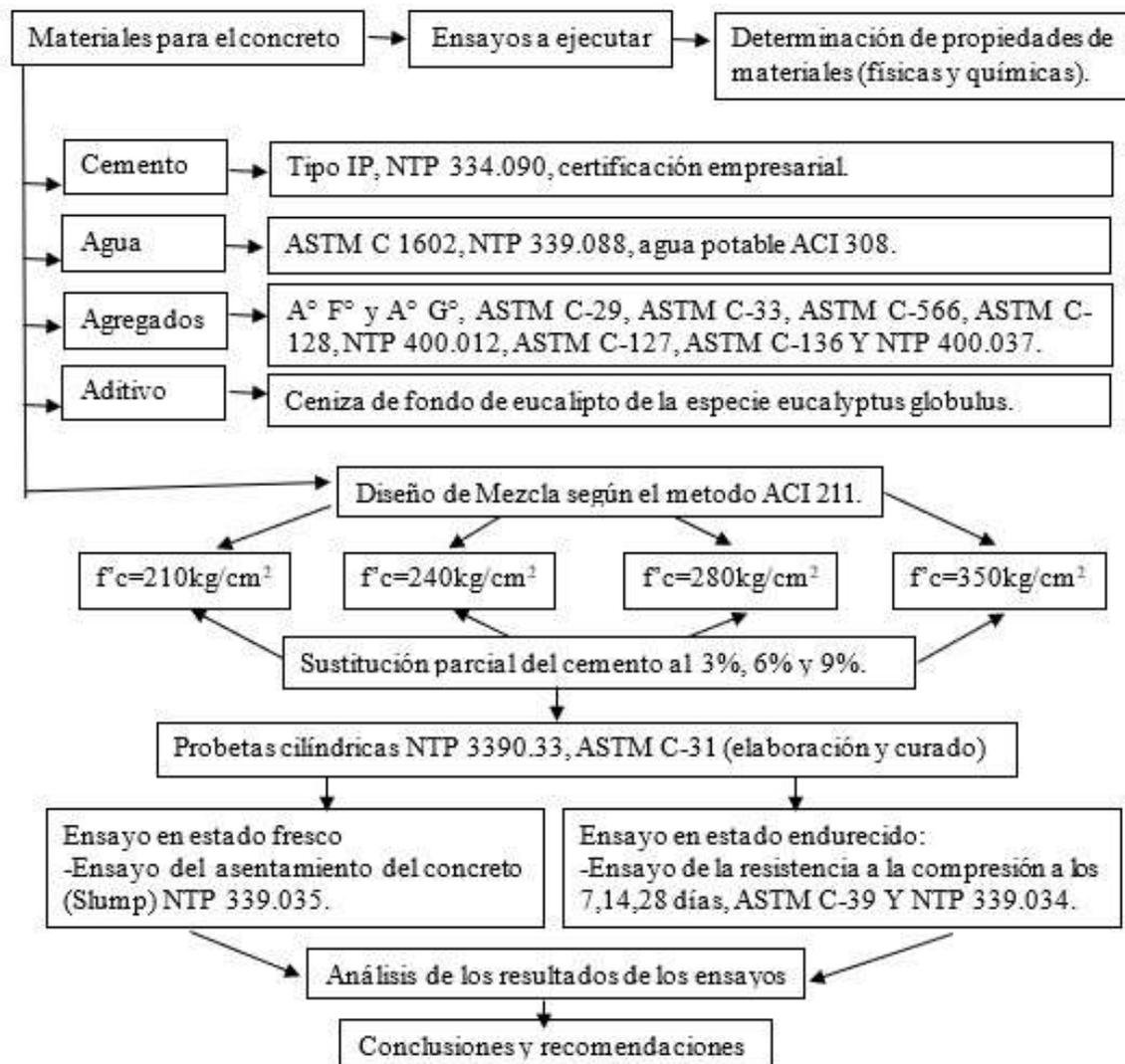


Figura 5. Pasos y secuencias del desarrollo. Fuente: Elaboración propia.

## POBLACIÓN Y MUESTRA

### POBLACIÓN

La población para el presente trabajo se determina en consecuencia y según la norma E.060 Concreto Armado del RNE, el cual menciona que se debe de obtener 02 probetas como mínimo para cada edad

de ensayo, de otro lado la norma ASTM – C 192M especifica que se debe de contar como mínimo 02 especímenes cilíndricas para cada edad de ensayo siempre y cuando dichas probetas cuenten con un diámetro de 150mm y una altura de 300mm, además nos dice que las edades más frecuentes del ensayo a la compresión son 7,14 y 28 días respectivamente; en tal sentido la población de estudio consta de 144 probetas cilíndricas, para lo cual se sustituyó el peso parciamente del cemento en porcentajes de 3%, 6% y 9% respectivamente por la ceniza de fondo del Eucalipto.

**Tabla 015. Población del estudio de investigación**

<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>f<sub>c</sub>=240 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>f<sub>c</sub>=280 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>f<sub>c</sub>=350 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>0%</b>	9.00	9.00	9.00	9.00
<b>3%</b>	9.00	9.00	9.00	9.00
<b>6%</b>	9.00	9.00	9.00	9.00
<b>9%</b>	9.00	9.00	9.00	9.00
<b>Total</b>	<b>36.00</b>	<b>36.00</b>	<b>36.00</b>	<b>36.00</b>
<b>Total 144 probetas de concreto.</b>				

Fuente: Elaboración propia

## MUESTRA

La muestra no probabilística está comprendida por 128 probetas de concreto, tal y como se exhibe en la siguiente tabla:

**Tabla 016. Muestra del estudio de investigación**

<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>f<sub>c</sub>=240 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>f<sub>c</sub>=280 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>f<sub>c</sub>=350 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>0%</b>	8.00	8.00	8.00	8.00
<b>3%</b>	8.00	8.00	8.00	8.00
<b>6%</b>	8.00	8.00	8.00	8.00
<b>9%</b>	8.00	8.00	8.00	8.00
<b>Total</b>	<b>32.00</b>	<b>32.00</b>	<b>32.00</b>	<b>32.00</b>
<b>Total 128 probetas de concreto.</b>				

Fuente: Elaboración propia.

## 3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la elaboración de la muestra patrón de concretos estructurales mayores a f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup> se tuvo que determinar las propiedades de los materiales a usar como el cemento, ceniza de fondo de Eucalipto y agregados (gruesos y finos) mediante el método ACI 211 para diseñar las mezclas.

Al establecer el diseño de mezclas, se procede a sustituir de manera parcial el cemento por ceniza de fondo de Eucalipto en proporciones de 3%, 6% y 9%, para las resistencias que se diseñaron para la muestra patrón  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c = 240\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$  y  $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ .

La técnica para recolección de datos para la comparación entre la muestra patrón y las con diferentes sustituciones de contenido de ceniza de fondo, se realizó elaborando probetas de concreto conforme a la norma ASTM – C192, los mismos que se sometieron a esfuerzos de compresión, a la edad de 7, 14 y 28 días conforme a la norma ASTM – C39, para establecer cómo las cenizas de fondo de Eucalipto inciden en la resistencia del concreto con diversas proporciones de sustitución. Estos datos se tendrán que procesar en hojas de cálculo de MS Excel para determinar los resultados.

El recojo de datos a usarse en la presente pesquisa fue realizada de forma manual, los insumos y/o materiales, así como las muestras realizadas se detallan a continuación:

## PROCEDIMIENTOS

### RECOLECCIÓN DE DATOS:

- Primero: Se obtuvo la ceniza de fondo de Eucalipto de la especie (*Eucaliptus Globulus*), la ceniza de fondo de Eucalipto se obtuvo del horno artesanal Latesa S.A.C. ubicado en la urbanización Juscapampa J-4, el distrito de San Jerónimo, provincia y departamento de Cusco.



**Figura 6.** Mapa de ubicación de la prov. de Cusco- GOOGLE IMAGENES 2018.



**Figura 7.** Ubicación de horno artesanal LATESA S.A.C - GOOGLE EARTH 2021.

- Segundo: Los agregados a usar en el presente trabajo (fino y grueso) corresponden a la cantera de Vicho, la que se ubica en el Distrito de San Salvador, Provincia de Calca, Departamento de Cusco; y fueron llevados al laboratorio ASET INGENIERIA SRL con el fin de establecer las propiedades Físicas y Mecánicas.
- Tercero: las pruebas hechas a los materiales como la ceniza de fondo y agregados (fino y grueso) son:
  - Se realiza el tamizado de las cenizas de fondo por la malla N° 200.
  - Se realiza el análisis físico químico de la ceniza de fondo de Eucalipto de la especie Eucaliptus Glóbulus en el laboratorio MC QUIMILAB.
  - Se realiza en ensayo de granulometría de los agregados conforme a la norma ASTM C-136 y NTP 400.012.
  - Se realiza el método para determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso conforme a la norma ASTM C-566 y NTP 339.185.
  - Se determina el peso unitario de los agregados mediante el método de prueba estándar para densidad aparente (peso unitario) según la norma ASTM C-29 y NTP 400.017.

- Se determina el peso específico del agregado grueso mediante el método de ensayo estándar para la densidad relativa (peso específico del agregado grueso) según la norma ASTM C-127 y NTP 400.021.
- Se determina el peso específico del agregado fino mediante el método de ensayo estándar para la densidad relativa (peso específico del agregado fino) como la norma ASTM C-128 y NTP 400.022.
- Últimamente se verifica que los agregados satisfagan la norma ASTM C-33 y NTP 400.037 las cuales verifican las especificaciones normalizadas para agregados utilizados en la producción de concretos.
- Cuarto: Una vez realizadas los ensayos para determinar las propiedades de los agregados se procede a realizar el diseño de mezclas para la muestra patrón de los diferentes concretos estructurales mayores a  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  usando el método del ACI 211.
- Quinto: Se realiza los diseños de mezclas sustituyendo gradualmente el cemento por cenizas de fondo de Eucalipto en 3%, 6% y 9% por el método del ACI 211 para las mismas resistencias de la muestra patrón.
- Sexto: Seguido a ello se procede a elaborar 9 probetas de concreto según lo establecido en la norma ASTM C-192M y NTP 339.183, para cada diseño de resistencia, estas probetas fueron curadas según lo norma ASTM C-192 y NTP 339.183.
- Séptimo: Las probetas de concreto fueron sometidas al ensayo de compresión a los 7, 14 y 28 días según la norma ASTM C-39 y NTP 339.034.

## **PROCEDIMIENTO Y ANALISIS PARA HALLAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

### **CENIZA DE FONDO**

Una vez obtenida las cenizas de fondo de Eucalipto se tamiza mecánicamente por la malla N° 200 con la finalidad de eliminar impurezas.



**Figura 8.** Peso de las cenizas de fondo tamizada. Fuente: Elaboración propia.

Se eligió 1000 gr de muestra para analizar la composición química en el laboratorio MC QUIMICALAB donde se determina el porcentaje de óxidos, calcio y otros elementos para evaluar la incidencia en la resistencia del concreto.

**Tabla 017.** Composición química de las cenizas de hoja de Eucalipto

<b>ELEMENTO</b>	<b>CENIZA (% EN PESO)</b>
SiO <sub>2</sub>	37.4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.6
K <sub>2</sub> O	6.3
Na <sub>2</sub> O	1.4
MgO	4.5
CaO	25.1
<u>MnO</u>	0.9
TiO <sub>2</sub>	0.4
P <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2.5
P.p.c	5.3

Fuente: Revista Castellón, España

## **AGREGADO FINO**

### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.012 / ASTM C136-05)**

El presente ensayo se realiza con la finalidad de obtener la curva granulométrica de una muestra la cual será considerada representativa de las partículas de la arena gruesa de mina. En este ensayo consiste en hacer pasar la muestra representativa seca por tamices según la norma NTP 400.012.

#### **MATERIALES**

- Balanza electrónica
- Recipientes
- Tamices según la norma ASTM C136-05

#### **PROCEDIMIENTO**

1. Se inicia con el lavado de la muestra representativa del agregado fino, con la finalidad de eliminar arcillas y limos para poder realizar el pesaje de la muestra representativa húmeda.
2. Se prosigue a secar la muestra representativa en el horno a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
3. Se procede a armar las mallas o tamices según la norma ASTM C136-05, para poder agitar equitativamente por un periodo de 3 a 5 minutos en dos sentidos, horario y antihorario.



**Figura 9.** Armado de tamices. Fuente: Elaboración propia

Se pesan porcentajes de la muestra representativa retenidos en cada malla o tamiz, para poder comprobar el peso inicial de la muestra representativa con el del peso por cada tamiz.



**Figura 10.** Peso de la muestra retenida en los tamices durante el zarandeo. Fuente: Elaboración propia

### **PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 / ASTM C-29/C29M)**

Se procede a realizar los ensayos de peso unitario suelto seco (PUSS) y peso unitario compactado seco (PUCS), los cuales están basados según la norma N.T.P. 400.017 / ASTM C-29/C29M -29, necesarios para poder un correcto diseño de mezcla.

## **PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS) (N.T.P. 400.017 / ASTM C-29/C29M)**

### **MATERIALES**

- Arena gruesa
- Balanzas electrónicas
- Recipientes
- Cucharones



**Figura 11.** Recipientes para realizar el ensayo PUSS. Fuente: Elaboración propia.

### **PROCEDIMIENTO**

1. Determinar el peso vacío del recipiente donde se colocará la muestra representativa en el caso de nuestra investigación se utilizaron tres moldes para tal fin.
2. Rellenar de arena gruesa los tres recipientes con la muestra representativa, hasta que estos moldes se encuentren completamente llenos.



**Figura 12.** Arena gruesa en el recipiente. Fuente: Elaboración propia.

3. Realizar el enrasado correspondiente a cada recipiente con muestra representativa para quitar el excedente de arena gruesa.
4. Finalmente se procede a pesar el recipiente más la arena gruesa de los tres recipientes.



**Figura 13.** Peso unitario suelto seco de la muestra representativa. Fuente: Elaboración propia.

## **PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) (N.T.P. 400.017 / ASTM C-29/C29M)**

### **MATERIALES**

- Arena gruesa

- Balanzas electrónicas
- Recipientes cilíndricos
- Cucharones
- Varillo de 5/8"



**Figura 14.** Equipos y materiales necesarios para realizar el ensayo. Fuente: Elaboración propia.

## PROCEDIMIENTO

1. Determinar el peso vacío del recipiente cilíndrico donde se colocará la muestra representativa en el caso de nuestra investigación se utilizaron tres recipientes cilíndricos.



**Figura 15.** Peso del recipiente cilíndrico. Fuente: Elaboración propia.

2. Rellenar hasta  $\frac{1}{3}$  de la capacidad del recipiente cilíndrico con la muestra representativa de la arena gruesa, de forma seguida realizar el compactado manual con 25 golpes de forma helicoidal con el uso de la varilla de acero de  $\frac{5}{8}$ " en toda el área del recipiente cilíndrico. En nuestra investigación este procedimiento se realizó con 3 recipientes cilíndricos.



**Figura 16.** Compactado manual de forma helicoidal con varilla de  $\frac{5}{8}$ ". Fuente: Elaboración propia.

3. Realizar el mismo paso anterior hasta rellenar en su totalidad el recipiente cilíndrico.
4. Realizar el enrasado correspondiente a cada recipiente cilíndrico con muestra representativa para quitar el excedente de arena gruesa.
5. Finalmente se procede a pesar el recipiente cilíndrico compactado manualmente más la arena gruesa.

### **PESO ESPECÍFICO SECO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 / ASTM C-128)**

El peso específico del agregado fino, también conocido como densidad aparente del agregado fino, es una medida de la masa por unidad de volumen de los materiales pétreos de tamaño reducido utilizados en la mezcla de concreto. Se calcula dividiendo la masa del agregado fino por el volumen que ocupa. Es una propiedad importante a considerar en el diseño y la dosificación del concreto, ya que afecta directamente las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla. El peso específico del

agregado fino puede variar según la naturaleza y la composición del material, así como por factores como la humedad y la compactación.

Asimismo, la absorción del agregado fino se refiere a la cantidad de agua absorbida del mismo agregado después de haber sido sumergida 24 horas en esta, este ensayo se realiza de acuerdo a los parámetros de la N.T.P. 400.022 / ASTM C-128.

## MATERIALES

- Arena gruesa
- Balanzas electrónicas
- Recipientes
- Horno o estufa
- Recipiente con agua
- Molde cónico de absorción
- Tamiz N° 04 (4.75mm)
- Cucharones

## PROCEDIMIENTO

1. Se inicia con tamizado de la arena gruesa por la malla N° 04 (4.75mm), todo el pasante por esta malla será usado para este ensayo.



**Figura 17.** Tamizado del agregado fino (foto referencial). Fuente: elaboración propia

2. La muestra representativa será sumergida en agua por un tiempo de 24 horas con la finalidad de llenar los poros existentes.
3. Seguidamente se procede a secar el agua de la muestra representativa para poder pesarlo.
4. Realizar el ensayo del cono, para este ensayo se usa el molde cónico rellenándolo en 3 partes hasta su totalidad, por cada tercera parte se apisona con 25 golpes la muestra representativa con la ayuda de un pisón soltándolo desde una altura aproximada de 5mm. Una vez concluido el llenado del molde cónico, se desmolda cuidadosamente para poder observar el desmoronamiento que sufre la muestra representativa.



**Figura 18.** Ensayo del molde cónico con la superficie del material seco. Fuente: Elaboración propia

5. De la muestra representativa del molde cónico se extrae una porción aproximada de 300 gr con el fin de introducirla en la probeta y llenarla con agua hasta un 90%.
6. Se realiza el movimiento y agitación a la probeta con la finalidad de no dejar burbujas de aire atrapados en la probeta, para poder pesar la muestra del agregado fino hay que tener en cuenta que la probeta debe alcanzar su totalidad calibrada.



**Figura 19.** Se procede a pesar el matraz después de haber realizado la eliminación de aire del agregado. Fuente: Elaboración propia.

7. Separar la muestra representativa del agua para poder llevarlo al horno o estufa con la finalidad de realizar el secado correspondiente.



**Figura 20.** Horno para realizar el secado de la muestra. Fuente: Elaboración propia

8. Por último, pesar la muestra representativa de agregado grueso seco.

## **CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO (N.T.P. 339.185 / ASTM C-566)**

Generalmente en los agregados se nota la presencia de poros, los que en su totalidad se concentran de agua y tienden a tener un cierto grado de humedad, es necesario determinar para poder continuar con el diseño de mezcla.

### **MATERIALES**

- Arena gruesa
- Balanzas electrónicas
- Recipientes
- Cucharones

### **PROCEDIMIENTO**

1. Se inicia con el cuarteo de la muestra representativa de arena gruesa, se recomienda tomar las partes opuestas del cuarteo.



**Figura 21.** Cuarteo del agregado fino. Fuente: Elaboración propia.

2. Determinar el peso del recipiente que contendrá la muestra representativa de arena gruesa.
3. Pesar la muestra representativa de arena gruesa con el recipiente en la balanza electrónica.

4. Secar la muestra representativa de arena gruesa en el horno a una temperatura de 100°C con la finalidad de extraer la humedad.



**Figura 22.** Secado del agregado fino en el horno eléctrico a 100°C. Fuente: Elaboración propia.

5. Pesar la muestra representativa de arena gruesa seca extraída del horno.

## **AGREGADO GRUESO**

### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO (NTP 400.012 / ASTM C136-05)**

El presente ensayo se realiza con la finalidad de obtener la curva granulométrica de una muestra la cual será considerada representativa de las partículas de la piedra chancada de 1/2". Este ensayo consiste en hacer pasar la muestra representativa seca por tamices según la norma NTP 400.012 / ASTM C136-05.

#### **MATERIALES**

- Balanza electrónica
- Recipientes
- Tamices según la norma NTP 350.001

#### **PROCEDIMIENTO**

1. Se inicia con el lavado de la muestra representativa de la piedra chancada de 1/2", con la finalidad de eliminar arcillas y limos para poder realizar el pesaje de la muestra representativa húmeda.



**Figura 23.** lavado del agregado grueso (foto referencial). FUENTE: Elaboración propia.

2. Se prosigue a secar la muestra representativa en el horno a una temperatura de 100°C.
3. Se procede a armar las mallas o tamices según la norma (NTP 400.012 / ASTM C136-05), para poder agitar equitativamente por un periodo de 3 a 5 minutos en dos sentidos, horario y antihorario.
4. Pesarse los porcentajes de la muestra representativa retenidos en cada malla o tamiz, para poder comprobar el peso inicial de la muestra representativa con el del peso por cada tamiz.



**Figura 24.** Peso de la muestra del agregado grueso (foto referencial). Fuente: Elaboración propia.

## **PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.017 / ASTM C29)**

Se procede a realizar los ensayos de peso unitario suelto seco (PUSS) y peso unitario compactado seco (PUCS), los cuales están basados conforme a la norma NTP 400.017 / ASTM C29, necesarios para poder un correcto diseño de mezcla.

## **PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)**

### **MATERIALES**

- Piedra chancada de 1/2"
- Balanzas electrónicas
- Recipientes
- Cucharones

### **PROCEDIMIENTO**

1. Determinar el peso vacío del recipiente donde se colocará la muestra representativa en el caso de nuestra investigación se utilizaron tres moldes para tal fin.
2. Rellenar de piedra chancada de 1/2" los tres recipientes con la muestra representativa, hasta que estos moldes se encuentren completamente llenos.
3. Realizar el enrasado correspondiente a cada recipiente con muestra representativa para quitar el excedente de piedra chancada de 1/2".
4. Finalmente se procede a pesar el recipiente más la piedra chancada de 1/2" de los tres recipientes.

## **PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) (NTP 400.017 / ASTM C29 / 29M)**

### **MATERIALES**

- Piedra chancada de 1/2"
- Balanzas electrónicas
- Recipientes cilíndricos

- Cucharones
- Varilla de 5/8"

## **PROCEDIMIENTO**

1. Determinar el peso vacío del recipiente cilíndrico donde se colocará la muestra representativa en el caso de nuestra investigación se utilizaron tres recipientes cilíndricos para tal fin.
2. Rellenar hasta 1/3 de la capacidad del recipiente cilíndrico con la muestra representativa de la piedra chancada de 1/2", de forma seguida realizar el compactado manual con 25 golpes de forma helicoidal con el uso de la varilla de acero de 5/8" en toda el área del recipiente cilíndrico. En nuestra investigación este procedimiento se realizó con 3 recipientes cilíndricos.
3. Realizar el mismo paso anterior hasta rellenar en su totalidad el recipiente cilíndrico.
4. Realizar el enrasado correspondiente a cada recipiente cilíndrico con muestra representativa para quitar el excedente de la piedra chancada de 1/2".
5. Finalmente se procede a pesar el recipiente cilíndrico compactado manualmente más la piedra chancada de 1/2".

## **PESO ESPECÍFICO Y ABSORSIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021 / ASTM C127)**

Para este ensayo se siguió los lineamientos de acuerdo a los parámetros de la NTP 400.021 / ASTM C127.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Piedra chancada de 1/2"
- Balanzas electrónicas
- Recipientes
- Horno o estufa

- Recipiente con agua
- Molde cónico de absorción
- Tamiz N° 04 (4.75mm)
- Cucharones

## PROCEDIMIENTO

1. Se inicia con tamizado de la piedra chancada de 1/2" por la malla N° 04 (4.75mm), todo el pasante por esta malla será usado para este ensayo.



**Figura 25.** Se pasa la muestra por la malla N° 04. Fuente: Elaboración propia.

2. La muestra representativa será sumergida en agua por un tiempo de 24 horas con la finalidad de llenar los poros existentes.



**Figura 26.** Se sumerge el agregado durante 24 horas. Fuente: Elaboración propia.

3. Seguidamente se procede a secar el agua de la muestra representativa para poder pesarlo.
4. Realizar el ensayo del cono, para este ensayo se usa el molde cónico rellenándolo en 3 partes hasta su totalidad, por cada tercera parte se apisona con 25 golpes la muestra representativa con la ayuda de un pisón soltándolo desde una altura aproximada de 5mm. Una vez concluido el llenado del molde cónico, se desmolda cuidadosamente para poder observar el desmoronamiento que sufre la muestra representativa.



**Figura 27.** Se dan 25 golpes con el pisón (foto referencial). Fuente: Elaboración propia.

5. Separar la muestra representativa del agua para poder llevarlo al horno o estufa con la finalidad de realizar el secado correspondiente.
6. Por último, pesar la muestra representativa de la piedra chancada de 1/2" seca.

## **CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO (NTP 339.185 / ASTM C566)**

### **MATERIALES**

- Piedra chancada de 1/2"
- Balanzas electrónicas
- Recipientes
- Cucharones

## PROCEDIMIENTO

1. Se inicia con el cuarteo de la muestra representativa de la piedra chancada de 1/2", se recomienda tomar las partes opuestas del cuarteo.



**Figura 28.** Extraer la muestra y cuartear. Fuente: Elaboración propia.

2. Determinar el peso del recipiente que contendrá la muestra representativa de la piedra chancada de 1/2".
3. Pesar la muestra representativa de la piedra chancada de 1/2" con el recipiente en la balanza electrónica.



**Figura 29.** Peso de la muestra. Fuente: Elaboración propia.

4. Secar la muestra representativa de la piedra chancada de 1/2" en el horno a una temperatura de 100°C con la finalidad de extraer la humedad.
5. Pesar la muestra representativa de la piedra chancada de 1/2" seca extraída del horno.

### **DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI 211**

Según (Pasquel, 1998), el método ACI 211 es un enfoque de diseño de mezcla de concreto desarrollado por el American Concrete Institute (ACI). Este método proporciona pautas detalladas para seleccionar las proporciones adecuadas de los materiales constituyentes del concreto, como cemento, agregados gruesos y finos, agua y aditivos, con el fin de lograr las características deseadas en el concreto final.

El Método ACI 211 se basa en consideraciones específicas sobre la resistencia requerida del concreto, las condiciones de exposición ambiental, la durabilidad necesaria y otros factores relevantes. Utiliza pruebas de laboratorio y cálculos para determinar las proporciones óptimas de los materiales, teniendo en cuenta la relación agua-cemento, la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y otras propiedades clave del concreto.

### **DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $f_c=210\text{kg/cm}^2$**

El procedimiento para el diseño de mezcla para el concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  por el método ACI 211 es el siguiente:

#### **ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

Tipo de cemento Portland: Tipo IP Multipropósito Yura de fraguado normal

Resistencias proyectadas:

- $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Asentamiento: 3 pulgadas, 76.2mm, estado plástico.

## RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

Tabla 018. Resumen de resultados de las características físicas de los materiales a emplearse en el diseño de mezcla.

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDAD
Peso específico	2850	2370.67	2545.45	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario suelto seco	1500	1709.94	1442.44	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado		1901.17	1645.87	Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad		0.36	0.28	%
% de absorción		3.31	1.09	%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 019. Resumen de resultados de las características físicas de los materiales a emplearse en el diseño de mezcla.

CARACTERÍSTICAS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDAD
Tamaño máximo	1"	25.40	mm
Tamaño máximo nominal	3/4"	19.05	mm
Módulo de fineza	3.90		

Fuente: Elaboración propia.

## PROYECCIÓN DE RESISTENCIA MEDIA

Tabla 020. Tipo de control en la elaboración de la mezcla de concreto.

GRADO DE CONTROL	COEFICIENTE DE VARIACION (v)	DESVIACION ESTANDAR (s)
Inferior	20.00%	0.25

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 021. Posibilidad de caer debajo del límite inferior.

NUMERO DE MUESTRAS	1 EN 5	1 EN 10	1 EN 20	"c"
10	0.879	1.372	1.812	1.372

Fuente: Elaboración propia.

$$f'_{cp} = \frac{f'c}{1 - t X v} = 289.42 \text{ kg/cm}^2$$

### RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA DE DISEÑO

En este paso se determinará la resistencia promedio requerida ( $f'_{cr}$ ), según la norma E.060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones empleando la siguiente tabla:

Tabla 022. Resistencia requerida para diseño de mezcla de concreto.

$f'c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'c + 70 \text{ kg/cm}^2$
$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'c + 84 \text{ kg/cm}^2$
$350 \text{ kg/cm}^2 < f'c$	$f'_{cr} = f'c + 98 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Norma E.060, concreto armado, cap. 5 calidad del concreto, mezclado y colocación tabla 5.3 del RNE.

Por lo tanto, la Resistencia Promedio Requerida será:  $f'_{cr} = 294.00 \text{ kg/cm}^2$ .

### RELACION AGUA/CEMENTO a/c

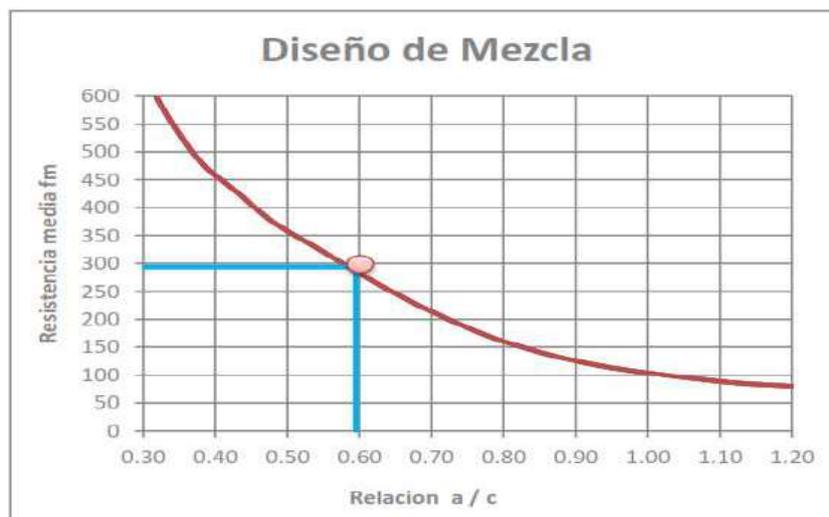


Figura 30. Relación agua/cemento para el diseño de mezcla  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , p11. Fuente: Datos de Laboratorio

ASET.

$$a/c = \frac{\text{Peso agua}}{\text{Peso cemento}} = 0.60$$

## CONTENIDO DE AGUA

Tabla 023. Contenido de agua para diseño de mezcla.

TM SLUMP	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	<b>215</b>	200	195	175	170	160	140
5" a mas	240	230	210	205	185	180	170	---

Fuente: Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , p11.

En anuencia según la tabla 023, el contenido de agua es 215.00 litros

## CONTENIDO DE AIRE

Tabla 024. Contenido de aire para diseño de mezcla.

TM CANT. AIRE	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	3	<b>2.5</b>	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Fuente: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , p11.

En anuencia, el contenido de aire es 2.50%

## CANTIDAD DE CEMENTO

$$\text{CEMENTO} = \frac{\text{Peso agua}}{\text{Relacion } a/c} = 361.34 \text{ kg}$$

## VOLUMEN ABSOLUTO DE MATERIALES

Tabla 025. Volumen absoluto de los materiales.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	0.127	m <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	0.215	m <sup>3</sup>
<b>Aire</b>	0.025	m <sup>3</sup>
<b>Agregados</b>	0.633	m <sup>3</sup>
	<b>1.00</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , p12. Fuente: Elaboración propia.

De lo cual se selecciona:

- Agregado Fino: 0.304 m<sup>3</sup>.
- Agregado Grueso: 0.330 m<sup>3</sup>.

### PESOS SECOS DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

Tabla 026. Pesos secos de materiales por metro cubico de concreto.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	361.34	kg
<b>Agregado Fino</b>	719.84	kg
<b>Agregado Grueso</b>	838.90	kg
<b>Agua</b>	215.00	lt
<b>TOTAL</b>	<b>2135.08</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , p12. Fuente: Elaboración propia.

### PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

Tabla 027. Pesos corregidos por humedad de materiales por metro cubico de concreto.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	361.34	kg
<b>Agregado Fino</b>	722.42	kg
<b>Agregado Grueso</b>	841.24	kg
<b>Agua</b>	243.09	lt
<b>TOTAL</b>	<b>2168.09</b>	<b>kg/m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , p12. Fuente: Elaboración propia.

### DOSIFICACION OPTIMA POR M3 DE CONCRETO MAS DESPERDICIO (15%)

Tabla 028. Dosificación óptima por metro cubico de concreto más desperdicio (%).

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	415.55	kg
<b>Agregado Fino</b>	772.99	kg
<b>Agregado Grueso</b>	900.13	kg
<b>Agua</b>	260.11	lt
<b>TOTAL</b>	<b>2348.77</b>	<b>kg/m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , p12. Fuente: Elaboración propia.

### DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $f'c=240\text{kg/cm}^2$

El procedimiento para el diseño de mezcla para el concreto  $f'c=240\text{kg/cm}^2$  por el método ACI 211 es el siguiente:

#### ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Tipo de cemento Portland: Tipo IP Multipropósito Yura de fraguado normal

Resistencia proyectada:

- $f'c= 240 \text{ kg/cm}^2$

Asentamiento: 3 pulgadas, 76.2mm, estado plástico.

## RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

Tabla 029. Resumen de resultados de las características físicas de los materiales a emplearse en el diseño de mezcla.

CARACTERISTICAS	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDAD
Peso específico	2850	2370.67	2545.45	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario suelto seco	1500	1709.94	1442.44	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado		1901.17	1645.87	Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad		0.36	0.28	%
% de absorción		3.31	1.09	%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 030. Resumen de resultados de las características físicas de los materiales a emplearse en el diseño de mezcla.

CARACTERISTICAS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDAD
Tamaño máximo	1"	25.40	mm
Tamaño máximo nominal	3/4"	19.05	mm
Módulo de fineza	3.90		

Fuente: Elaboración propia.

## PROYECCION DE RESISTENCIA MEDIA

Tabla 031. Tipo de control en la elaboración de la mezcla de concreto.

GRADO DE CONTROL	COEFICIENTE DE VARIACION (v)	DESVIACION ESTANDAR (s)
Inferior	20.00%	0.25

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 032. Posibilidad de caer debajo del límite inferior.

NUMERO DE MUESTRAS	1 EN 5	1 EN 10	1 EN 20	"t"
10	0.879	1.372	1.812	1.372

Fuente: Elaboración propia.

$$f'_{cp} = \frac{f'c}{1 - t X v} = 330.76 \text{ kg/cm}^2$$

### RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA DE DISEÑO

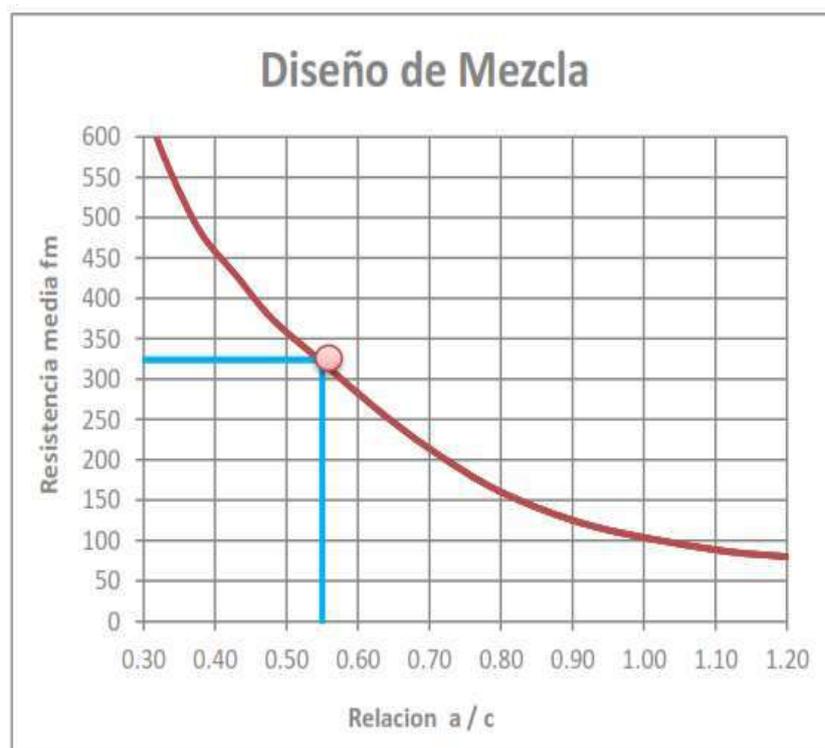
Para determinar la resistencia ( $f'_{cr}$ ) promedio que se requiere, será en función a la norma E.060 Concreto Armado del RNE empleando la siguiente tabla:

**Tabla 033. Resistencia requerida para diseño de mezcla de concreto.**

$f'c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'c + 70 \text{ kg/cm}^2$
$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'c + 84 \text{ kg/cm}^2$
$350 \text{ kg/cm}^2 < f'c$	$f'_{cr} = f'c + 98 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Norma E.060, concreto armado, cap. 5 calidad del concreto, mezclado y colocación tabla 5.3 del RNE. Por lo tanto, la Resistencia Promedio Requerida será:  $f'_{cr} = 324.00 \text{ kg/cm}^2$ .

### RELACION AGUA/CEMENTO a/c



**Figura 31.** Relación agua/cemento para diseño de mezcla. Fuente: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla

$f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ , p15.

$$a/c = \frac{\text{Peso agua}}{\text{Peso cemento}} = 0.55$$

## CONTENIDO DE AGUA

Tabla 034. Contenido de agua para diseño de mezcla.

<b>TM SLUMP</b>	<b>3/8"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>3"</b>	<b>6"</b>
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	<b>215</b>	200	195	175	170	160	140
5" a mas	240	230	210	205	185	180	170	---

Fuente: Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ , p15.

En anuencia, el contenido de agua es 215.00 litros

## CONTENIDO DE AIRE

Tabla 035. Contenido de aire para diseño de mezcla.

<b>TM CANT. AIRE</b>	<b>3/8"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>3"</b>	<b>6"</b>
1" a 2"	3	<b>2.5</b>	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Fuente: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ , p15.

En anuencia, el contenido de aire es 2.50%

## CANTIDAD DE CEMENTO

$$\text{CEMENTO} = \frac{\text{Peso agua}}{\text{Relacion a/c}} = 390.91 \text{ kg}$$

## VOLUMEN ABSOLUTO DE MATERIALES

Tabla 036. Volumen absoluto de los materiales.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	0.137	m3
<b>Agua</b>	0.215	m3
<b>Aire</b>	0.025	m3
<b>Agregados</b>	0.633	m3
	<b>1.00</b>	<b>m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ , p16. Fuente: Elaboración propia.

De lo cual se selecciona:

- Agregado Fino: 0.293 m3.
- Agregado Grueso: 0.330 m3.

### **PESOS SECOS DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO**

Tabla 037. Pesos secos de materiales por metro cubico de concreto.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	390.91	kg
<b>Agregado Fino</b>	695.25	kg
<b>Agregado Grueso</b>	838.90	kg
<b>Agua</b>	215.00	lt
<b>TOTAL</b>	<b>2140.06</b>	<b>kg/m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ , p16. Fuente: Elaboración propia.

### **PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO**

Tabla 038. Pesos corregidos por humedad de materiales por metro cubico de concreto.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	390.91	kg
<b>Agregado Fino</b>	697.74	kg
<b>Agregado Grueso</b>	841.24	kg
<b>Agua</b>	243.09	lt
<b>TOTAL</b>	<b>2172.98</b>	<b>kg/m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ , p16. Fuente: Elaboración propia.

### DOSIFICACION ÓPTIMA POR M3 DE CONCRETO MAS DESPERDICIO (15%)

Tabla 039. Dosificación optima por metro cubico de concreto más desperdicio (%).

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	449.55	kg
<b>Agregado Fino</b>	746.58	kg
<b>Agregado Grueso</b>	900.13	kg
<b>Agua</b>	259.33	lt
<b>TOTAL</b>	<b>2355.59</b>	<b>kg/m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ , p16. Fuente: Elaboración propia.

### DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $f'c=280\text{ kg/cm}^2$

El procedimiento para el diseño de mezcla para el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  por el método ACI 211 es el siguiente:

#### ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Tipo de cemento Portland: Tipo IP Multipropósito Yura de fraguado normal

Resistencia proyectada:

- $f'c= 280\text{ kg/cm}^2$

Asentamiento: 3 pulgadas, 76.2mm, estado plástico.

#### RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

Tabla 040. Resumen de resultados de las características físicas de los materiales a emplearse en el diseño de mezcla.

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Peso específico</b>	2850	2370.67	2545.45	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Peso unitario suelto seco</b>	1500	1709.94	1442.44	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Peso unitario seco compactado</b>		1901.17	1645.87	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Contenido de humedad</b>		0.36	0.28	%
<b>% de absorción</b>		3.31	1.09	%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 041. Resumen de resultados de las características físicas de los materiales a emplearse en el diseño de mezcla.

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Tamaño máximo</b>	1"	25.40	mm
<b>Tamaño máximo nominal</b>	3/4"	19.05	mm
<b>Módulo de fineza</b>	3.90		

Fuente: Elaboración propia.

## PROYECCION DE RESISTENCIA MEDIA

Tabla 042. Tipo de control en la elaboración de la mezcla de concreto.

<b>GRADO DE CONTROL</b>	<b>COEFICIENTE DE VARIACION (v)</b>	<b>DESVIACION ESTANDAR (s)</b>
Inferior	20.00%	0.25

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 043. Posibilidad de caer debajo del límite inferior.

<b>NUMERO DE MUESTRAS</b>	<b>1 EN 5</b>	<b>1 EN 10</b>	<b>1 EN 20</b>	<b>"t"</b>
10	0.879	1.372	1.812	1.372

Fuente: Elaboración propia.

$$f'_{cp} = \frac{f'c}{1 - t X v} = 385.89 \text{ kg/cm}^2$$

## RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA DE DISEÑO

En este paso se determinará la resistencia promedio requerida ( $f'_{cr}$ ), según la norma E.060 Concreto Armado del RNE empleando la siguiente tabla:

Tabla 044. Resistencia requerida para diseño de mezcla de concreto.

$f'_c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'_c + 70 \text{ kg/cm}^2$
$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'_c + 84 \text{ kg/cm}^2$
$350 \text{ kg/cm}^2 < f'_c$	$f'_{cr} = f'_c + 98 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Norma E.060, concreto armado, cap. 5 calidad del concreto, mezclado y colocación tabla 5.3 del RNE.

Por lo tanto, la Resistencia Promedio Requerida será:  $f'_{cr} = 364.00 \text{ kg/cm}^2$ .

## RELACION AGUA/CEMENTO $a/c$

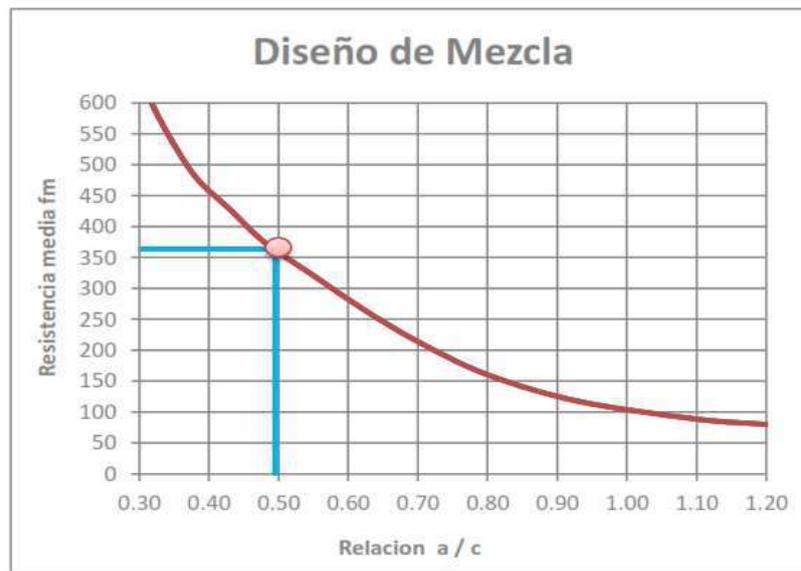


Figura 32. Relación agua/cemento para diseño de mezcla. Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ , p19. Fuente: Elaboración Propia

$$a/c = \frac{\text{Peso agua}}{\text{Peso cemento}} = 0.50$$

## CONTENIDO DE AGUA

Tabla 045. Contenido de agua para diseño de mezcla.

<b>TM SLUMP</b>	<b>3/8"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>3"</b>	<b>6"</b>
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	<b>215</b>	200	195	175	170	160	140
5" a mas	240	230	210	205	185	180	170	---

Fuente: Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , p19.

Por lo tanto, el contenido de agua es 215.00 litros

### CONTENIDO DE AIRE

Tabla 046. Contenido de aire para diseño de mezcla.

<b>TM CANT. AIRE</b>	<b>3/8"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>3"</b>	<b>6"</b>
1" a 2"	3	<b>2.5</b>	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Fuente: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , p19.

Por lo tanto, el contenido de aire es 2.50%

### CANTIDAD DE CEMENTO

$$\text{CEMENTO} = \frac{\text{Peso agua}}{\text{Relacion a/c}} = 434.34 \text{ kg}$$

### VOLUMEN ABSOLUTO DE MATERIALES

Tabla 047. Volumen absoluto de los materiales.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	0.152	m3
<b>Agua</b>	0.215	m3
<b>Aire</b>	0.025	m3
<b>Agregados</b>	0.608	m3
	<b>1.00</b>	<b>m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , p20. Fuente: Elaboración propia.

De lo cual se selecciona:

- Agregado Fino: 0.278 m3.
- Agregado Grueso: 0.330 m3.

## PESOS SECOS DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

Tabla 048. Pesos secos de materiales por metro cubico de concreto.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	434.34	kg
<b>Agregado Fino</b>	659.12	kg
<b>Agregado Grueso</b>	838.90	kg
<b>Agua</b>	215.00	lt
<b>TOTAL</b>	<b>2147.36</b>	<b>kg/m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , p20. Fuente: Elaboración propia.

## PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

Tabla 049. Pesos corregidos por humedad de materiales por metro cubico de concreto.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	434.34	kg
<b>Agregado Fino</b>	661.48	kg
<b>Agregado Grueso</b>	841.24	kg
<b>Agua</b>	241.30	lt
<b>TOTAL</b>	<b>2178.36</b>	<b>kg/m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , p20. Fuente: Elaboración propia.

## DOSIFICACION OPTIMA POR M3 DE CONCRETO MAS DESPERDICIO (15%)

Tabla 050. Dosificación optima por metro cubico de concreto más desperdicio (%).

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	499.49	kg
<b>Agregado Fino</b>	707.78	kg
<b>Agregado Grueso</b>	900.13	kg
<b>Agua</b>	258.19	lt
<b>TOTAL</b>	<b>2365.60</b>	<b>kg/m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , p20. Fuente: Elaboración propia.

## DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$

El procedimiento para el diseño de mezcla para el concreto  $f'c=350\text{kg/cm}^2$  por el método ACI 211 es el siguiente:

### ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Tipo de cemento Portland: Tipo IP Multipropósito Yura de fraguado normal

Resistencia proyectada:

- $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$

Asentamiento: 3 pulgadas, 76.2mm, estado plástico.

### RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

Tabla 051. Resumen de resultados de las características físicas de los materiales a emplearse en el diseño de mezcla.

CARACTERISTICAS	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDAD
Peso específico	2850	2370.67	2545.45	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario suelto seco	1500	1709.94	1442.44	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado		1901.17	1645.87	Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad		0.36	0.28	%
% de absorción		3.31	1.09	%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 052. Resumen de resultados de las características físicas de los materiales a emplearse en el diseño de mezcla.

CARACTERISTICAS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDAD
Tamaño máximo	1"	25.40	mm
Tamaño máximo nominal	3/4"	19.05	mm
Módulo de fineza	3.90		

Fuente: Elaboración propia.

## PROYECCIÓN DE RESISTENCIA MEDIA

Tabla 053. Tipo de control en la elaboración de la mezcla de concreto.

GRADO DE CONTROL	COEFICIENTE DE VARIACION (v)	DESVIACION ESTANDAR (s)
Inferior	20.00%	0.25

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 054. Posibilidad de caer debajo del límite inferior.

NUMERO DE MUESTRAS	1 EN 5	1 EN 10	1 EN 20	"t"
10	0.879	1.372	1.812	1.372

Fuente: Elaboración propia.

$$f'_{cp} = \frac{f'c}{1 - t X v} = 482.36 \text{ kg/cm}^2$$

## RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA DE DISEÑO

En este paso se determinará la resistencia promedio requerida ( $f'_{cr}$ ), según la norma E.060 Concreto Armado del RNE empleando la siguiente tabla:

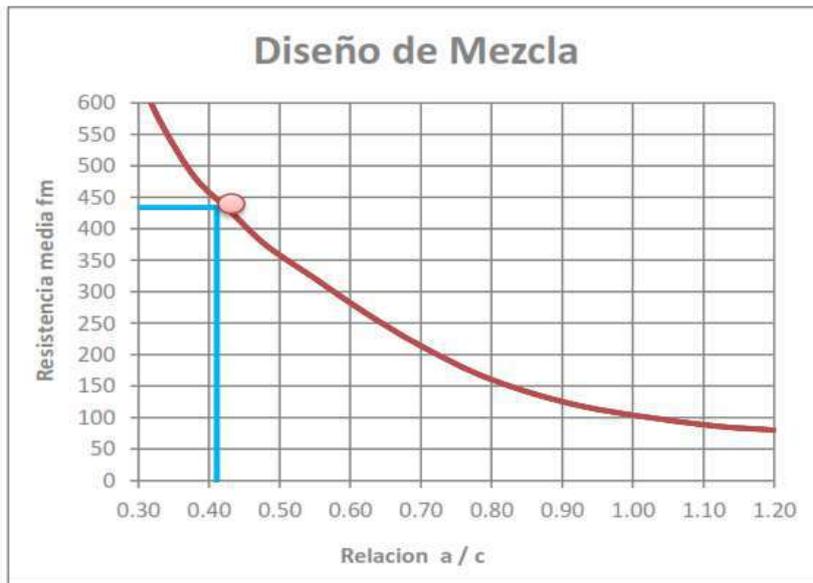
Tabla 055. Resistencia requerida para diseño de mezcla de concreto.

$f'c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'c + 70 \text{ kg/cm}^2$
$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'c + 84 \text{ kg/cm}^2$
$350 \text{ kg/cm}^2 < f'c$	$f'_{cr} = f'c + 98 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Norma E.060, concreto armado, cap. 5 calidad del concreto, mezclado y colocación tabla 5.3 del RNE.

Por lo tanto, la Resistencia Promedio Requerida será:  $f'_{cr} = 434.00 \text{ kg/cm}^2$ .

## RELACION AGUA/CEMENTO a/c



**Figura 33.** Se muestra la relación agua/cemento para diseño de mezcla. Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ , p23. Fuente: Elaboración Propia

$$a/c = \frac{\text{Peso agua}}{\text{Peso cemento}} = 0.41$$

### CONTENIDO DE AGUA

**Tabla 056. Contenido de agua para diseño de mezcla.**

<b>TM</b> <b>SLUMP</b>	<b>3/8"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>3"</b>	<b>6"</b>
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	<b>215</b>	200	195	175	170	160	140
5" a mas	240	230	210	205	185	180	170	---

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ , p23. Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, el contenido de agua es 215.00 litros

### CONTENIDO DE AIRE

Tabla 057. Contenido de aire para diseño de mezcla.

<b>TM CANT. AIRE</b>	<b>3/8"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>3"</b>	<b>6"</b>
1" a 2"	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ , p23. Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, el contenido de aire es 2.50%

### CANTIDAD DE CEMENTO

$$CEMENTO = \frac{\text{Peso agua}}{\text{Relacion a/c}} = 523.11 \text{ kg}$$

### VOLUMEN ABSOLUTO DE MATERIALES

Tabla 058. Volumen absoluto de los materiales.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Cemento</b>	0.184	m3
<b>Agua</b>	0.215	m3
<b>Aire</b>	0.025	m3
<b>Agregados</b>	0.576	m3
	<b>1.00</b>	<b>m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ , p24. Fuente: Elaboración Propia

De lo cual se selecciona:

- Agregado Fino: 0.247 m3.
- Agregado Grueso: 0.330 m3.

### PESOS SECOS DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

Tabla 059. Pesos secos de materiales por metro cubico de concreto.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Cemento	523.11	kg
Agregado Fino	585.28	kg
Agregado Grueso	838.90	kg
Agua	215.00	lt
<b>TOTAL</b>	<b>2162.29</b>	<b>kg/m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ , p24. Fuente: Elaboración propia.

## PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

Tabla 060. Pesos corregidos por humedad de materiales por metro cubico de concreto.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Cemento	523.11	kg
Agregado Fino	587.38	kg
Agregado Grueso	841.24	kg
Agua	239.11	lt
<b>TOTAL</b>	<b>2190.84</b>	<b>kg/m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ , p24. Fuente: Elaboración propia.

## DOSIFICACIÓN ÓPTIMA POR M3 DE CONCRETO MAS DESPERDICIO (%)

Tabla 061. Dosificación optima por metro cubico de concreto más desperdicio (%).

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Cemento	601.58	kg
Agregado Fino	646.11	kg
Agregado Grueso	900.13	kg
Agua	258.19	lt
<b>TOTAL</b>	<b>2403.68</b>	<b>kg/m3</b>

Nota: Datos de Laboratorio ASET, diseño de mezcla  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ , p24. Fuente: Elaboración propia.

## PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO CON PROPORCIONES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO

Se traslado los materiales al laboratorio ASET, se inició el preparado de los agregados (piedra chancada y arena gruesa), cemento y ceniza de fondo de Eucalipto, luego se llevó a cabo la medición

de las proporciones de los agregados utilizando recipientes de plástico, una balanza y cucharones, y los agregados se almacenaron en baldes para facilitar su inclusión en la mezcladora.



**Figura 34.** Traslado de los materiales al laboratorio ASET. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 35.** Se mide el peso de los agregados con la ayuda de baldes y balanza. Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, que se midió el agregado, también se mide las cenizas de fondo de Eucalipto, tomando en cuenta el porcentaje a sustituir según el diseño de mezclas y proporción a usarse en la tanda.



**Figura 36.** Se toma la medida del peso de la ceniza de fondo de eucalipto. Fuente: Elaboración propia.

Continuando con la actividad se mide el peso del cemento Puzolánico IP de la marca Yura tomando en cuenta la tanda a mezclar, y para medir el agua a usarse se utilizó probeta, tomando en cuenta la corrección y cantidad de litros para la vuelta.

Una vez que se toma la medida del peso de los materiales correctamente se procede al mezclado. Con el apoyo de una mezcladora y con el objetivo de conseguir una distribución adecuada de partículas en la mezcla, en principio se añade en la mezcladora las tres cuartas partes del agua total a añadir, segundo se añade la piedra chancada en su totalidad, tercero se añade la arena gruesa, cuarto se añade el cemento, se termina de añadir toda el agua restante y para terminar se introducen las cenizas de fondo de Eucalipto gradualmente (de acuerdo al porcentaje a sustituir por el cemento).

Una vez añadidos todos los materiales se realiza el mezclado durante 05 minutos levantando ocasionalmente para lograr una mezcla homogénea.



**Figura 37.** Se realiza la mezcla De C° para las probetas. Fuente: Elaboración propia.

Se coloca la mezcla sobre un buggie, para realizar el moldeo de las probetas cilíndricas (briqueteras y/o moldes estándar de 6"x12" o 150 mm x 300mm), previamente se tiene que pasar con petróleo a las briqueteras para impedir que el concreto se pegue en las paredes interiores de metal de los moldes, ello con una esponja; tomando en cuenta de que la capa de petróleo sea delgada y no debe acumularse fondo.



**Figura 38.** Elaboración de probetas (figura referencial). Fuente: Elaboración propia.

Las probetas se realizan en tres capas de altura de 10 cm y cada capa se apisona 25 veces con una varilla lisa de 5/8” que tiene un extremo redondeado.

Durante el llenado de la segunda capa se debe evitar apisonar la primera capa igualmente para la tercera capa, la varilla solo debe atravesar la altura que se está llenando en la probeta.

Finalizando el llenado del molde se dan golpes ligeros con la comba de goma, se completa el llenado de la probeta y el enrazado la superficie con la ayuda de una regla enrazadora y un badilejo para un acabado con superficie plana y nivelada, según la tolerancia requerida a 1/8” (3.3 mm).

Se codifica previamente con notas adhesivas la probeta cilíndrica, con la finalidad de reconocer a que tipo de diseño pertenece.



**Figura 39.** Llenado de las probetas. Fuente: Elaboración propia.

## **PROCEDIMIENTO DE CURADO DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO CON PROPORCIONES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO**

Para el correcto curado de las probetas cilíndricas de concreto se sigue el procedimiento establecido en la norma NTP 339.033 (“Método de ensayo para la elaboración y curado de probetas cilíndricas en obra”).

- Durante el fraguado de las probetas cilíndricas, se debe de colocar en una superficie o espacio horizontal libre de vibraciones, protegidas de contaminación, viento y sol.
- Almacenar las probetas cilíndricas bajo temperatura ambiente entre 16°C y 27°C, con el fin de no perder humedad.
- Desmoldar las probetas cilíndricas después de 48 hrs. del vaciado, por un tiempo entre 20min a 30min.
- Colocar las probetas cilíndricas desmoldadas en contenedores rellenos de agua con la finalidad de mejorar la hidratación del concreto.
- Retirar las probetas cilíndricas 48 hrs antes de ser sometidos a la prueba de compresión.

Tabla 062. Registro de curado inicial y curado final  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

<b>HISTORIAL DE CURADO DE PROBETAS</b>					
<b>Descripción Probeta</b>	<b>Curado Inicial</b>	<b>Curado final</b>	<b>Descripción Probeta</b>	<b>Curado Inicial</b>	<b>Curado final</b>
	20/07/2021	25/07/2021		26/07/2021	31/07/2021
<b><math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></b>	20/07/2021	25/07/2021	<b><math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	31/07/2021
	20/07/2021	25/07/2021	<b>sust. al (6%)</b>	26/07/2021	31/07/2021
	20/07/2021	01/08/2021		26/07/2021	07/08/2021
<b><math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></b>	20/07/2021	01/08/2021	<b><math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	07/08/2021
	20/07/2021	01/08/2021	<b>sust. al (6%)</b>	26/07/2021	07/08/2021
	20/07/2021	15/08/2021		26/07/2021	21/08/2021
<b><math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></b>	20/07/2021	15/08/2021	<b><math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	21/08/2021
	20/07/2021	15/08/2021	<b>sust. al (6%)</b>	26/07/2021	21/08/2021
	26/07/2021	31/07/2021		26/07/2021	31/07/2021
<b><math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	31/07/2021	<b><math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	31/07/2021
<b>sust. al (3%)</b>	26/07/2021	31/07/2021	<b>sust. al (9%)</b>	26/07/2021	31/07/2021
	26/07/2021	07/08/2021		26/07/2021	07/08/2021
<b><math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	07/08/2021	<b><math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	07/08/2021
<b>sust. al (3%)</b>	26/07/2021	07/08/2021	<b>sust. al (9%)</b>	26/07/2021	07/08/2021
	26/07/2021	21/08/2021		26/07/2021	21/08/2021
<b><math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	21/08/2021	<b><math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	21/08/2021
<b>sust. al (3%)</b>	26/07/2021	21/08/2021	<b>sust. al (9%)</b>	26/07/2021	21/08/2021
	26/07/2021	21/08/2021		26/07/2021	21/08/2021

Nota: Historial de registro de curado inicial vs curado final para probetas de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración propia.

Tabla 063. Registro de curado inicial y curado final  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ .

<b>HISTORIAL DE CURADO DE PROBETAS</b>					
<b>Descripción Probeta</b>	<b>Curado Inicial</b>	<b>Curado final</b>	<b>Descripción Probeta</b>	<b>Curado Inicial</b>	<b>Curado final</b>
	20/07/2021	25/07/2021		26/07/2021	31/07/2021
<b><math>f'c=240\text{kg/cm}^2</math></b>	20/07/2021	25/07/2021	<b><math>f'c=240\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	31/07/2021
	20/07/2021	25/07/2021	<b>sust. al (6%)</b>	26/07/2021	31/07/2021
	20/07/2021	01/08/2021		26/07/2021	07/08/2021
<b><math>f'c=240\text{kg/cm}^2</math></b>	20/07/2021	01/08/2021	<b><math>f'c=240\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	07/08/2021
	20/07/2021	01/08/2021	<b>sust. al (6%)</b>	26/07/2021	07/08/2021
	20/07/2021	15/08/2021		26/07/2021	21/08/2021
<b><math>f'c=240\text{kg/cm}^2</math></b>	20/07/2021	15/08/2021	<b><math>f'c=240\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	21/08/2021
	20/07/2021	15/08/2021	<b>sust. al (6%)</b>	26/07/2021	21/08/2021
	26/07/2021	31/07/2021		26/07/2021	31/07/2021
<b><math>f'c=240\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	31/07/2021	<b><math>f'c=240\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	31/07/2021
<b>sust. al (3%)</b>	26/07/2021	31/07/2021	<b>sust. al (9%)</b>	26/07/2021	31/07/2021
	26/07/2021	07/08/2021		26/07/2021	07/08/2021
<b><math>f'c=240\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	07/08/2021	<b><math>f'c=240\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	07/08/2021
<b>sust. al (3%)</b>	26/07/2021	07/08/2021	<b>sust. al (9%)</b>	26/07/2021	07/08/2021
	26/07/2021	21/08/2021		26/07/2021	21/08/2021
<b><math>f'c=240\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	21/08/2021	<b><math>f'c=240\text{kg/cm}^2</math></b>	26/07/2021	21/08/2021
<b>sust. al (3%)</b>	26/07/2021	21/08/2021	<b>sust. al (9%)</b>	26/07/2021	21/08/2021

Nota: Historial de registro de curado inicial vs curado final para probetas de  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración propia.

Tabla 064. Registro de curado inicial y curado final  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

<b>HISTORIAL DE CURADO DE PROBETAS</b>					
<b>Descripción Probeta</b>	<b>Curado Inicial</b>	<b>Curado final</b>	<b>Descripción Probeta</b>	<b>Curado Inicial</b>	<b>Curado final</b>
	21/07/2021	26/07/2021		27/07/2021	01/08/2021
<b><math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></b>	21/07/2021	26/07/2021	<b><math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></b>	27/07/2021	01/08/2021
	21/07/2021	26/07/2021	<b>sust. al (6%)</b>	27/07/2021	01/08/2021
	21/07/2021	02/08/2021		27/07/2021	08/08/2021
<b><math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></b>	21/07/2021	02/08/2021	<b><math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></b>	27/07/2021	08/08/2021
	21/07/2021	02/08/2021	<b>sust. al (6%)</b>	27/07/2021	08/08/2021
	21/07/2021	16/08/2021		27/07/2021	22/08/2021
<b><math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></b>	21/07/2021	16/08/2021	<b><math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></b>	27/07/2021	22/08/2021
	21/07/2021	16/08/2021	<b>sust. al (6%)</b>	27/07/2021	22/08/2021
	27/07/2021	01/08/2021		27/07/2021	01/08/2021
<b><math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></b>	27/07/2021	01/08/2021	<b><math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></b>	27/07/2021	01/08/2021
<b>sust. al (3%)</b>	27/07/2021	01/08/2021	<b>sust. al (9%)</b>	27/07/2021	01/08/2021
	27/07/2021	08/08/2021		27/07/2021	08/08/2021
<b><math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></b>	27/07/2021	08/08/2021	<b><math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></b>	27/07/2021	08/08/2021
<b>sust. al (3%)</b>	27/07/2021	08/08/2021	<b>sust. al (9%)</b>	27/07/2021	08/08/2021
	27/07/2021	22/08/2021		27/07/2021	22/08/2021
<b><math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></b>	27/07/2021	22/08/2021	<b><math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math></b>	27/07/2021	22/08/2021
<b>sust. al (3%)</b>	27/07/2021	22/08/2021	<b>sust. al (9%)</b>	27/07/2021	22/08/2021

Nota: Historial de registro de curado inicial vs curado final para probetas de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración propia.

Tabla 065. Registro de curado inicial y curado final  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ .

<b>HISTORIAL DE CURADO DE PROBETAS</b>					
<b>Descripción Probeta</b>	<b>Curado Inicial</b>	<b>Curado final</b>	<b>Descripción Probeta</b>	<b>Curado Inicial</b>	<b>Curado final</b>
$f'c=350\text{kg/cm}^2$	21/07/2021	26/07/2021	$f'c=350\text{kg/cm}^2$	27/07/2021	01/08/2021
	21/07/2021	26/07/2021	sust. al (6%)	27/07/2021	01/08/2021
	21/07/2021	26/07/2021		27/07/2021	01/08/2021
	21/07/2021	02/08/2021		27/07/2021	08/08/2021
$f'c=350\text{kg/cm}^2$	21/07/2021	02/08/2021	$f'c=350\text{kg/cm}^2$	27/07/2021	08/08/2021
	21/07/2021	02/08/2021	sust. al (6%)	27/07/2021	08/08/2021
	21/07/2021	02/08/2021		27/07/2021	08/08/2021
	21/07/2021	16/08/2021		27/07/2021	22/08/2021
$f'c=350\text{kg/cm}^2$	21/07/2021	16/08/2021	$f'c=350\text{kg/cm}^2$	27/07/2021	22/08/2021
	21/07/2021	16/08/2021	sust. al (6%)	27/07/2021	22/08/2021
	21/07/2021	16/08/2021		27/07/2021	22/08/2021
	27/07/2021	01/08/2021		27/07/2021	01/08/2021
$f'c=350\text{kg/cm}^2$	27/07/2021	01/08/2021	$f'c=350\text{kg/cm}^2$	27/07/2021	01/08/2021
sust. al (3%)	27/07/2021	01/08/2021	sust. al (9%)	27/07/2021	01/08/2021
	27/07/2021	01/08/2021		27/07/2021	01/08/2021
	27/07/2021	08/08/2021		27/07/2021	08/08/2021
$f'c=350\text{kg/cm}^2$	27/07/2021	08/08/2021	$f'c=350\text{kg/cm}^2$	27/07/2021	08/08/2021
sust. al (3%)	27/07/2021	08/08/2021	sust. al (9%)	27/07/2021	08/08/2021
	27/07/2021	08/08/2021		27/07/2021	08/08/2021
	27/07/2021	22/08/2021		27/07/2021	22/08/2021
$f'c=350\text{kg/cm}^2$	27/07/2021	22/08/2021	$f'c=350\text{kg/cm}^2$	27/07/2021	22/08/2021
sust. al (3%)	27/07/2021	22/08/2021	sust. al (9%)	27/07/2021	22/08/2021
	27/07/2021	22/08/2021		27/07/2021	22/08/2021

Nota: Historial de registro de curado inicial vs curado final para probetas de  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración propia.



Figura 40. Curado de las probetas de  $C^o$  (figura referencial). Fuente: Elaboración propia.

## **PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO CON PROPORCIONES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO**

Para medir el asentamiento del concreto fresco, se siguen los procedimientos establecidos en las normativas NTP 339.035 (“Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland”) y ASTM C143 (“Método de prueba estándar para el asentamiento del concreto de cemento Portland”).

### **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Cono de Abrams
- Varilla lisa de 5/8”
- Cinta métrica o flexómetro
- Cucharón metálico
- Martillo de goma

### **PROCEDIMIENTO**

- Colocar el Cono de Abrams humedecida en la superficie horizontal, si se cuenta con una placa metálica usarla de base.
- Rellenar el Cono de Abrams con concreto fresco en 3 partes o capas iguales.
- Dar 25 golpes con la varilla lisa de 5/8” por cada capa de relleno, hasta rellenar el Cono de Abrams con concreto fresco.
- Dar golpes ligeros por cada capa con el martillo de goma.
- Quitar el Cono de Abrams con cuidado, colocar el cono al lado del molde de concreto fresco, colocar la varilla o regla metálica encima del Cono para poder medir/verificar el asentamiento del concreto fresco con respecto al Cono de Abrams.
- Finalmente registrar los datos obtenidos de asentamiento de concreto en pulgadas (“).

Tabla 066. Ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco (Slump)



Fuente: Elaboración propia.

## **PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO CON PROPORCIONES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO**

Para esta investigación, se considera la descripción de los parámetros y directrices establecidos en la normativa NTP 339.034/ASTM C 39. El procedimiento consiste en someter las muestras de concreto a una fuerza de compresión axial a una velocidad determinada hasta que se produzca su fractura. Para ello, es necesario preparar y curar adecuadamente las muestras de acuerdo con las instrucciones especificadas en la normativa NTP 339.183.

### **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Prensa hidráulica, de preferencia que satisfaga una velocidad de carga de  $0.25 \pm 0.05$  Mpa/s.
- Flexómetro o regla milimétrica.

### **PROCEDIMIENTO**

1. Tener en consideración la siguiente tabla, bajo los parámetros de la NTP 339.034

**Tabla 067. Tolerancia permisible para ensayar las probetas a determinadas edades**

<b>EDAD DE ENSAYO</b>	<b>TOLERANCIA PERMISIBLE</b>
<b>24.00 hrs</b>	± 0.5 hrs o 2.1%
<b>3 días</b>	± 2.00 hrs o 2.8%
<b>7 días</b>	± 6.00 hrs o 3.6%
<b>28 días</b>	± 20.00 hrs o 3.0%
<b>90 días</b>	± 48.00 hrs o 2.2%

Fuente: NTP. 339.034

2. Seguidamente se realiza la toma de medidas del diámetro y de altura de cada probeta antes de ser sometidas al ensayo.
3. Con la finalidad de obtener una distribución uniforme de la aplicación de la carga, realizar el cabeceado de las probetas cilíndricas de concreto con las almohadillas de neopreno de la prensa hidráulica.
4. Colocar las probetas de concreto de forma centrada en el equipo de ensayo a la compresión y proceder a aplicar la carga hasta que se presente la ruptura.
5. Finalmente se debe tomar apunte a la fuerza de ruptura (kgf) y el tipo de ruptura a la que fue sometida la probeta de concreto.

## **CALCULOS Y RESULTADOS**

1. Para calcular la resistencia a la compresión de la probeta de concreto, se divide la carga máxima resistida en la prueba dividido por el área promedio de la sección transversal de la probeta de concreto.

$$F'c \left( \frac{kgf}{cm^2} \right) = \frac{\text{Carga Maxima (kgf)}}{\text{Area Promedio de la seccion transversal (cm^2)}}$$

2. En este trabajo de investigación, para calcular la resistencia a la compresión se utiliza la siguiente fórmula:

$$f'c \left( \frac{kgf}{cm^2} \right) = \frac{P}{A}$$

3. La rotura de las probetas cilíndricas se realiza en el laboratorio, de tal forma que se le aplica una máxima carga aplicada (P) sobre el área de la sección de la probeta (A), hasta llegar a observar una fisura y/o rotura según establecido en la norma ASTM C39.
4. Una vez concluida con la rotura de las probetas cilíndricas se puede identificar el tipo de falla que estas presentan.
5. Finalmente se obtiene la resistencia a la compresión de las probetas de concreto en el lector de la prensa hidráulica, la cual esta expresada en kgf/cm<sup>2</sup>.

### PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO

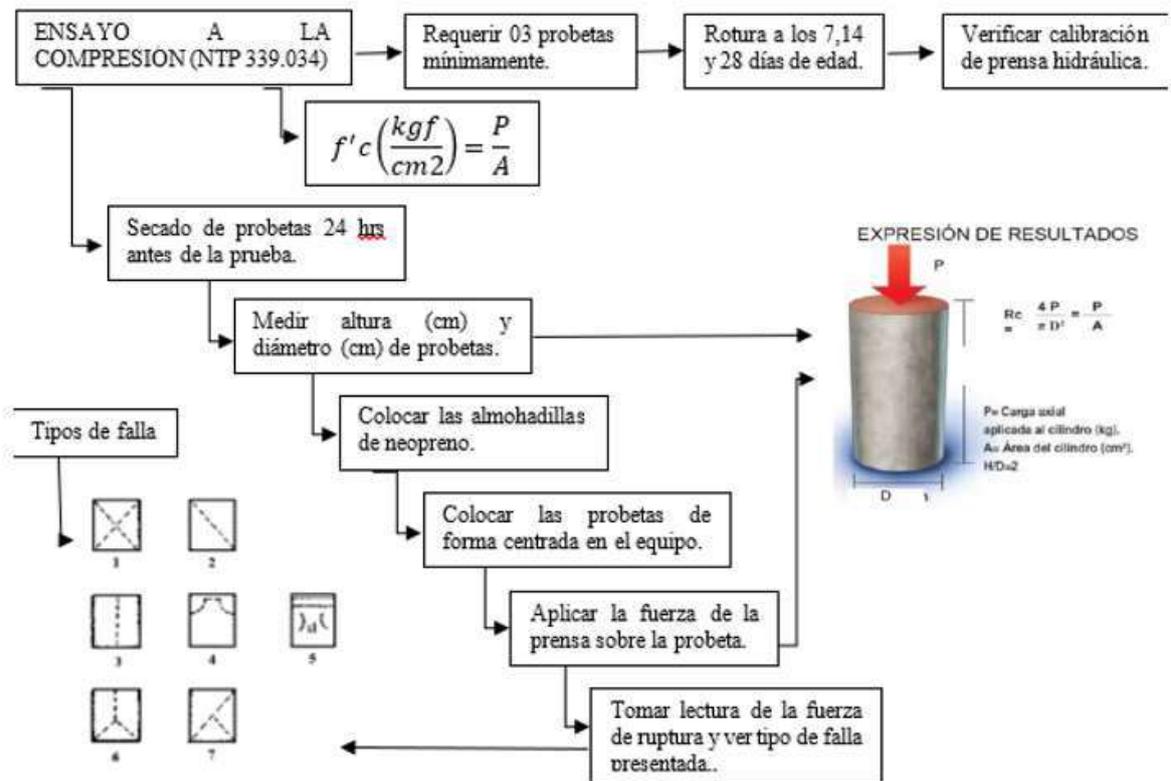
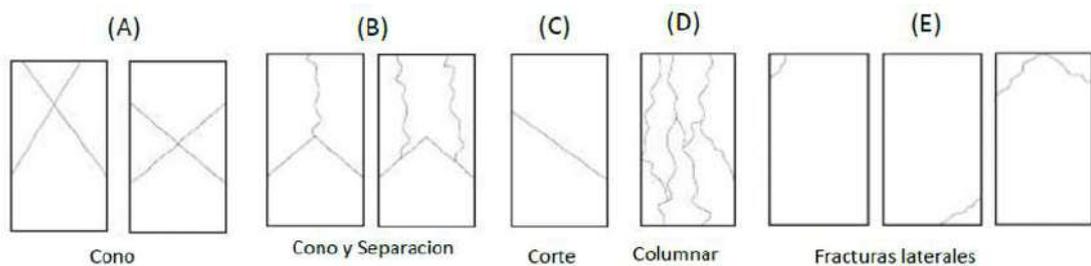


Figura 41. Se muestra el procedimiento para el ensayo a la compresión. Fuente: Elaboración propia.

prescrito hasta que se produzca la falla, para lo cual las probetas de concreto deben estar preparadas y curadas de acuerdo a la NTP 339.183.

## ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO CON PROPORCIONES DE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO

La rotura de las probetas de concreto se realizó en el laboratorio ASET INGENIERIA S.R.L. en una máquina de ensayos a compresión, una vez centrados las probetas se someten a compresión hasta que se presente una fisura, seguido a ello se toma registro de la carga máxima que resistió la probeta y se identifica el tipo de falla adoptado según la norma ASTM C39 como se muestra a continuación:



**Figura 42.** Tipos de falla que se presentan durante los ensayos a compresión según la norma ASTM C-39, NTP 339.034. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 43.** Fractura tipo (D) columnar según la norma ASTM C-39, NTP 339.034. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 44.** Fractura tipo (E) fracturas laterales, según la norma ASTM C-39, NTP 339.034. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 45.** Fractura tipo (B) cono y separación, según la norma ASTM C-39, NTP 339.034. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 46.** Fractura tipo (C) corte, según la norma ASTM C-39, NTP 339.034. Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO III.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1.RESULTADOS

##### 4.1.1. Componentes químicos de la ceniza de fondo de Eucalipto en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Tabla 068. Composición química de la ceniza de fondo de eucalipto provenientes de hornos artesanales.

Nº	DETERMINACIONES	UNIDAD	MUESTRA 1
1	Oxido de Calcio CaO	%	23.00
2	Oxido de Magnesio MgO	%	2.00
3	Sílice SiO <sub>2</sub>	%	3.20
4	pH		10.00
5	Cloruros Cl	%	0.22
6	Sulfatos SO <sub>4</sub>	%	0.105
7	Otros compuestos	%	71.50

Nota: Resultados de la composición química de la ceniza de fondo de eucalipto obtenidos por el laboratorio

"MCQUIMICALAB". Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Diseño de mezcla con la adición de la ceniza de fondo de Eucalipto en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

**AGREGADO FINO**

Tabla 069. Contenido de humedad del agregado fino.

<b>PESO O VOLUMEN</b>	<b>MUESTRA N°01</b>	<b>MUESTRA N°02</b>	<b>MUESTRA N°03</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Peso del molde</b>	20.98	22.30	15.95	gr.
<b>Peso de muestra natural</b>	77.08	95.44	82.25	gr.
<b>Peso de muestra seca</b>	76.88	95.17	82.02	gr.
<b>Contenido de humedad</b>	0.358	0.371	0.348	%

**Contenido de humedad Promedio: 0.359 %**

Nota: Resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado fino obtenidos por el laboratorio "ASET INGENIERIA". Fuente: Elaboración propia.

Tabla 070. Peso unitario suelto seco del agregado fino

<b>PESO O VOLUMEN</b>	<b>MUESTRA N°01</b>	<b>MUESTRA N°02</b>	<b>MUESTRA N°03</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Peso de muestra + molde</b>	13072.00	12981.00	12550.00	gr.
<b>Peso de molde</b>	7547.00	7435.00	7026.00	gr.
<b>Peso de la muestra</b>	5525.00	5546.00	5524.00	gr.
<b>Volumen del molde</b>	3229.96	3245.14	3229.96	cm <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario Suelto</b>	1.711	1.709	1.710	gr / cm <sup>3</sup>

**Peso Unitario Suelto Promedio: 1.710 gr/cm<sup>3</sup>**

Nota: Resultados del ensayo de peso unitario suelto seco (PUSS) del agregado fino obtenidos por el laboratorio "ASET INGENIERIA". Fuente: Elaboración propia.

Tabla 071. Peso unitario compactado seco del agregado fino.

<b>PESO O VOLUMEN</b>	<b>MUESTRA N°01</b>	<b>MUESTRA N°02</b>	<b>MUESTRA N°03</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Peso de muestra + molde</b>	13719.00	13617.00	13123.00	gr.
<b>Peso de molde</b>	7547.00	7435.00	7026.00	gr.
<b>Peso de la muestra</b>	6172.00	6182.00	6097.00	gr.
<b>Volumen del molde</b>	3229.96	3245.14	3229.96	cm <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario Compactado</b>	1.911	1.905	1.888	gr / cm <sup>3</sup>

**Peso Unitario Compactado Promedio: 1.901 gr/cm<sup>3</sup>**

Nota: Resultados del ensayo de peso unitario compactado seco (PUCS) del agregado fino obtenidos por el laboratorio

“ASET INGENIERIA”. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 072. Peso específico seco agregado fino.

<b>AGREGADO FINO</b>	<b>MUESTRA N°01</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Peso de muestra seca</b>	248.92	gr.
<b>Peso (fiola + muestra sss + agua)</b>	892.00	gr.
<b>Peso (fiola + agua)</b>	733.00	gr.
<b>Volumen de la muestra</b>	105.00	cm <sup>3</sup>
<b>Peso específico</b>	2371.00	Kg/cm <sup>3</sup>

**Peso específico seco: 2370.67 kg/cm<sup>3</sup>**

Nota: Resultados del ensayo de peso específico seco del agregado fino obtenidos por el laboratorio “ASET

INGENIERIA”. Fuente: Elaboración propia

Tabla 073. Absorción del agregado fino.

<b>AGREGADO FINO</b>	<b>MUESTRA N°01</b>	<b>MUESTRA N°02</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Peso de muestra saturada superficial seca</b>	256.78	236.79	gr.
<b>Peso de muestra seca</b>	248.92	245.01	gr.
<b>Absorción</b>	3.16	3.47	%
<b>Absorción promedio: 3.31 %</b>			

Nota: Resultados del ensayo de absorción del agregado fino obtenidos por el laboratorio "ASET INGENIERIA". Fuente:

Elaboración propia.

Tabla 074. Granulometría agregado fino.

GRANULOMETRIA: 2763.00 gr.

<b>TAMIZ ASTM</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>RETENIDO (%)</b>	<b>PASANTE (%)</b>
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	71.07	2.57	97.43
3/8"	9.525	163.64	5.92	91.50
N° 4	4.760	475.85	17.22	74.28
N° 8	2.380	514.90	18.64	55.64
N° 16	1.190	489.92	17.73	37.91
N° 30	0.590	375.95	13.61	24.30
N° 50	0.297	336.65	12.19	12.12
N° 100	0.149	184.13	6.66	5.45
N° 200	0.074	127.32	4.61	0.84
<b>CAZUELA</b>	0.00	23.28	0.84	0.00
<b>TOTAL</b>		2762.71	100	

Nota: Resultados del ensayo de granulometría del agregado fino obtenidos por el laboratorio "ASET INGENIERIA".

Fuente: Elaboración propia.

## AGREGADO GRUESO

Tabla 075. Contenido de humedad del agregado grueso.

<b>PESO O VOLUMEN</b>	<b>MUESTRA N°01</b>	<b>MUESTRA N°02</b>	<b>MUESTRA N°03</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Peso del molde</b>	21.08	23.29	24.24	gr.
<b>Peso de muestra natural</b>	81.2	80.95	97.13	gr.
<b>Peso de muestra seca</b>	81.03	80.79	96.93	gr.
<b>Contenido de humedad</b>	0.284	0.278	0.275	%

**Contenido de humedad Promedio: 0.279 %**

Nota: Resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso obtenidos por el laboratorio "ASET INGENIERIA". Fuente: Elaboración propia.

Tabla 076. Peso unitario suelto seco del agregado grueso

<b>PESO O VOLUMEN</b>	<b>MUESTRA N°01</b>	<b>MUESTRA N°02</b>	<b>MUESTRA N°03</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Peso de muestra + molde</b>	12212.00	12115.00	11680.00	gr.
<b>Peso de molde</b>	7547.00	7435.00	7026.00	gr.
<b>Peso de la muestra</b>	4665.00	4680.00	4654.00	gr.
<b>Volumen del molde</b>	3229.96	3245.14	3229.96	cm <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario Suelto</b>	1.444	1.442	1.441	gr / cm <sup>3</sup>

**Peso Unitario Suelto Promedio: 1.442 gr/cm<sup>3</sup>**

Nota: Resultados del ensayo de peso unitario suelto seco (PUSS) del agregado grueso obtenidos por el laboratorio "ASET INGENIERIA". Fuente: Elaboración propia.

Tabla 077. Peso unitario compactado seco del agregado grueso.

<b>PESO O VOLUMEN</b>	<b>MUESTRA N°01</b>	<b>MUESTRA N°02</b>	<b>MUESTRA N°03</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Peso de muestra + molde</b>	12834.00	12718.00	12429.00	gr.
<b>Peso de molde</b>	7547.00	7435.00	7026.00	gr.
<b>Peso de la muestra</b>	5287.00	5283.00	5403.00	gr.
<b>Volumen del molde</b>	3229.96	3245.14	3229.96	cm <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario Compactado</b>	1.637	1.628	1.673	gr / cm <sup>3</sup>

**Peso Unitario Compactado Promedio: 1.646 gr/cm<sup>3</sup>**

Nota: Resultados del ensayo de peso unitario compactado seco (PUCS) del agregado grueso obtenidos por el laboratorio

“ASET INGENIERIA”. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 078. Peso específico seco agregado grueso.

<b>AGREGADO FINO</b>	<b>MUESTRA N°01</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Peso de muestra seca</b>	276.00	gr.
<b>Peso (fiola + muestra sss + agua)</b>	1726.00	gr.
<b>Peso (fiola + agua)</b>	1331.00	gr.
<b>Volumen de la muestra</b>	671.00	cm <sup>3</sup>
<b>Peso específico</b>	2545.00	Kg/cm <sup>3</sup>

**Peso específico seco: 2545.45 kg/cm<sup>3</sup>**

Nota: Resultados del ensayo de peso específico seco del agregado grueso obtenidos por el laboratorio “ASET

INGENIERIA”. Fuente: Elaboración propia

Tabla 079. Absorción del agregado grueso.

<b>AGREGADO FINO</b>	<b>MUESTRA N°01</b>	<b>MUESTRA N°02</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Peso de muestra saturada superficial seca</b>	1726.00	1254.00	gr.
<b>Peso de muestra seca</b>	1708.00	1240.00	gr.
<b>Absorción</b>	1.05	1.13	%

**Absorción promedio: 1.09 %**

Nota: Resultados del ensayo de absorción del agregado grueso obtenidos por el laboratorio “ASET INGENIERIA”.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 080. Granulometría agregado grueso.

GRANULOMETRIA: 3181.00 gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO (%)	PASANTE (%)
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	507.46	15.96	84.04
1/2"	12.700	1238.46	38.93	45.11
3/8"	9.525	559.00	17.58	27.54
Nº 4	4.760	585.00	18.39	9.14
Nº 8	2.380	77.73	2.44	6.70
Nº 16	1.190	47.40	1.49	5.21
Nº 30	0.590	35.04	1.10	4.11
Nº 50	0.297	24.46	0.77	3.34
Nº 100	0.149	65.35	2.05	1.28
Nº 200	0.074	18.59	0.58	0.70
CAZUELA	0.00	22.19	0.70	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>3180.36</b>	<b>100</b>	

Nota: Resultados del ensayo de granulometría del agregado grueso obtenidos por el laboratorio "ASET INGENIERIA".

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 081. Diseño de mezcla  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  muestra patrón al (0%).

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	415.55	Kg
Agua	260.11	Lt
Agregado fino	772.99	Kg
Agregado Grueso	900.13	Kg

Nota: En la tabla 81, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla

$f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , muestra patrón para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 082. Diseño de mezcla  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  muestra con sustitución al (3%), para 1.00 m<sup>3</sup> de concreto.

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cemento</b>	403.084	Kg
<b>Agua</b>	260.110	Lt
<b>Agregado fino</b>	772.990	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	900.130	Kg
<b>Ceniza de fondo de eucalipto</b>	12.467	Kg

Nota: En la tabla 82, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  sustituyendo el 3% de cemento por ceniza de fondo de eucalipto, para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente:

Elaboración propia.

#### DISEÑO DE MEZCLA $f'c=210\text{ KG/cm}^2$

Tabla 083. Diseño de mezcla  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  muestra con sustitución al (6%).

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cemento</b>	390.617	Kg
<b>Agua</b>	772.990	Lt
<b>Agregado fino</b>	900.130	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	12.467	Kg
<b>Ceniza de fondo de eucalipto</b>	24.933	Kg

Nota: En la tabla 83, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  sustituyendo el 6% de cemento por ceniza de fondo de eucalipto, para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente:

Elaboración propia.

Tabla 084. Diseño de mezcla  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  muestra con sustitución al (9%).

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cemento</b>	378.151	Kg
<b>Agua</b>	900.130	Lt
<b>Agregado fino</b>	12.467	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	24.933	Kg
<b>Ceniza de fondo de eucalipto</b>	37.400	Kg

Nota: En la tabla 84, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  sustituyendo el 9% de cemento por ceniza de fondo de eucalipto, para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente:

Elaboración propia.

## DISEÑO DE MEZCLA $f'c=240\text{ kg/cm}^2$

Tabla 085. Diseño de mezcla  $f'c=240\text{kg/cm}^2$  muestra patrón al (0%).

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cemento</b>	449.550	Kg
<b>Agua</b>	259.330	Lt
<b>Agregado fino</b>	746.580	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	900.130	Kg

Nota: En la tabla 85, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=240\text{ kg/cm}^2$ , muestra patrón para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 086. Diseño de mezcla  $f'c=240\text{kg/cm}^2$  muestra con sustitución al (3%), para 1.00 m<sup>3</sup> de concreto.

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cemento</b>	436.064	Kg
<b>Agua</b>	259.330	Lt
<b>Agregado fino</b>	746.580	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	900.130	Kg
<b>Ceniza de fondo de eucalipto</b>	13.487	Kg

Nota: En la tabla 86, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=240\text{ kg/cm}^2$  sustituyendo el 3% de cemento por ceniza de fondo de eucalipto, para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente:

Elaboración propia.

Tabla 087. Diseño de mezcla  $f'c=240\text{kg/cm}^2$  muestra con sustitución al (6%).

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cemento</b>	422.577	Kg
<b>Agua</b>	746.580	Lt
<b>Agregado fino</b>	900.130	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	13.487	Kg
<b>Ceniza de fondo de eucalipto</b>	26.973	Kg

Nota: En la tabla 87, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=240\text{ kg/cm}^2$  sustituyendo el 6% de cemento por ceniza de fondo de eucalipto, para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente:

Elaboración propia.

Tabla 088. Diseño de mezcla  $f'c=240\text{kg/cm}^2$  muestra con sustitución al (9%).

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cemento</b>	409.091	Kg
<b>Agua</b>	900.130	Lt
<b>Agregado fino</b>	13.487	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	26.973	Kg
<b>Ceniza de fondo de eucalipto</b>	40.460	Kg

Nota: En la tabla 88, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=240\text{ kg/cm}^2$  sustituyendo el 9% de cemento por ceniza de fondo de eucalipto, para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente:

Elaboración propia.

## DISEÑO DE MEZCLA $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 089. Diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  muestra patrón al (0%).

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cemento</b>	499.490	Kg
<b>Agua</b>	258.190	Lt
<b>Agregado fino</b>	707.780	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	900.130	Kg

Nota: En la tabla 89, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , muestra patrón para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 090. Diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  muestra con sustitución al (3%), para 1.00 m<sup>3</sup> de concreto.

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cemento</b>	484.505	Kg
<b>Agua</b>	258.190	Lt
<b>Agregado fino</b>	707.780	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	900.130	Kg
<b>Ceniza de fondo de eucalipto</b>	14.985	Kg

Nota: En la tabla 90, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo el 3% de cemento por ceniza de fondo de eucalipto, para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 091. Diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  muestra con sustitución al (6%).

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cemento</b>	469.521	Kg
<b>Agua</b>	707.780	Lt
<b>Agregado fino</b>	900.130	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	14.985	Kg
<b>Ceniza de fondo de eucalipto</b>	29.969	Kg

Nota: En la tabla 91, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo el 6% de cemento por ceniza de fondo de eucalipto, para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 092. Diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  muestra con sustitución al (9%).

Material	Cantidad	Unidad
<b>Cemento</b>	454.536	Kg
<b>Agua</b>	900.130	Lt
<b>Agregado fino</b>	14.985	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	29.969	Kg
<b>Ceniza de fondo de eucalipto</b>	44.954	Kg

Nota: En la tabla 92, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  sustituyendo el 9% de cemento por ceniza de fondo de eucalipto, para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente:

Elaboración propia.

## DISEÑO DE MEZCLA $f'c=350\text{ kg/cm}^2$

Tabla 093. Diseño de mezcla  $f'c=350\text{kg/cm}^2$  muestra patrón al (0%).

Material	Cantidad	Unidad
<b>Cemento</b>	601.580	Kg
<b>Agua</b>	255.850	Lt
<b>Agregado fino</b>	646.110	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	900.130	Kg

Nota: En la tabla 93, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=350\text{ kg/cm}^2$ , muestra patrón para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 094. Diseño de mezcla  $f'c=350\text{kg/cm}^2$  muestra con sustitución al (3%), para 1.00 m<sup>3</sup> de concreto.

Material	Cantidad	Unidad
<b>Cemento</b>	583.533	Kg
<b>Agua</b>	255.850	Lt
<b>Agregado fino</b>	646.110	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	900.130	Kg
<b>Ceniza de fondo de eucalipto</b>	18.047	Kg

Nota: En la tabla 94, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=350\text{ kg/cm}^2$  sustituyendo el 3% de cemento por ceniza de fondo de eucalipto, para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente:

Elaboración propia.

**Tabla 095. Diseño de mezcla  $f'c=350\text{kg}/\text{cm}^2$  muestra con sustitución al (6%).**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cemento</b>	565.485	Kg
<b>Agua</b>	646.110	Lt
<b>Agregado fino</b>	900.130	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	18.047	Kg
<b>Ceniza de fondo de eucalipto</b>	36.095	Kg

Nota: En la tabla 95, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=350\text{ kg}/\text{cm}^2$  sustituyendo el 6% de cemento por ceniza de fondo de eucalipto, para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente:

Elaboración propia.

**Tabla 096. Diseño de mezcla  $f'c=350\text{kg}/\text{cm}^2$  muestra con sustitución al (9%).**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cemento</b>	547.438	Kg
<b>Agua</b>	900.130	Lt
<b>Agregado fino</b>	18.047	Kg
<b>Agregado Grueso</b>	36.095	Kg
<b>Ceniza de fondo de eucalipto</b>	54.142	Kg

Nota: En la tabla 96, se puede verificar las proporciones de cada material para la conformación del diseño de mezcla  $f'c=350\text{ kg}/\text{cm}^2$  sustituyendo el 9% de cemento por ceniza de fondo de eucalipto, para un 1.00 m<sup>3</sup> de concreto. Fuente:

Elaboración propia.

## RESULTADOS COMPARATIVOS DEL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Los resultados obtenidos del ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco según la norma NTP 339.035 y NTP 339.036, fue distinto y cambiante al del concreto patrón según a las adiciones de ceniza de fondo de Eucalipto de la especie Eucalyptus Globulus, las cuales se demuestran en la siguiente tabla.

Tabla 097. Asentamiento del concreto en pulg.

Nº	f <sub>c</sub> Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Concreto patrón	Ceniza de fondo 3%	Ceniza de fondo 6%	Ceniza de fondo 9%
1	210	2.50	2.50	3.25	2.80
2	240	2.30	2.50	2.00	2.50
3	280	2.00	2.50	3.00	2.80
4	350	2.00	3.00	2.00	2.80

Nota: Resultados de Asentamiento del concreto en estado fresco. Fuente: Elaboración propia.

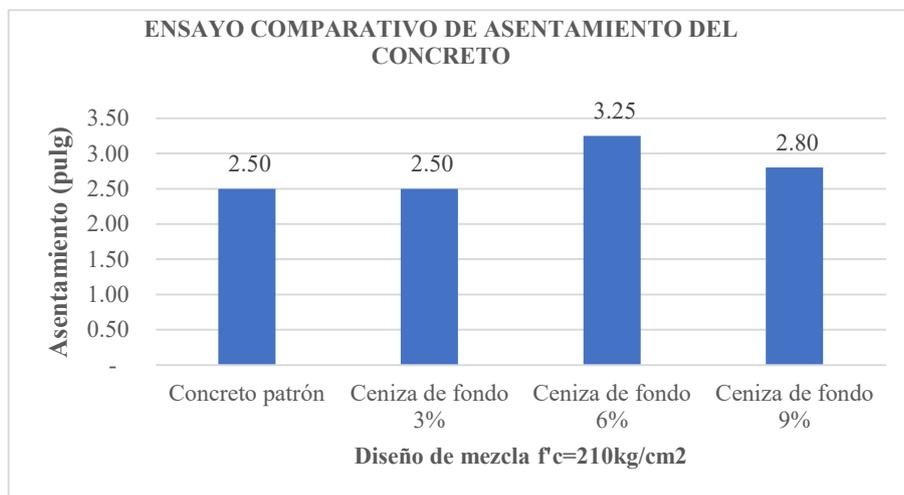
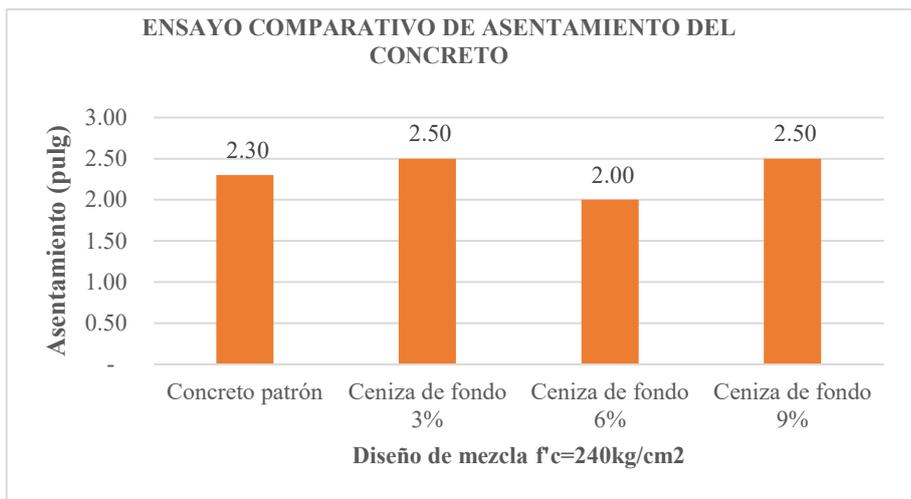


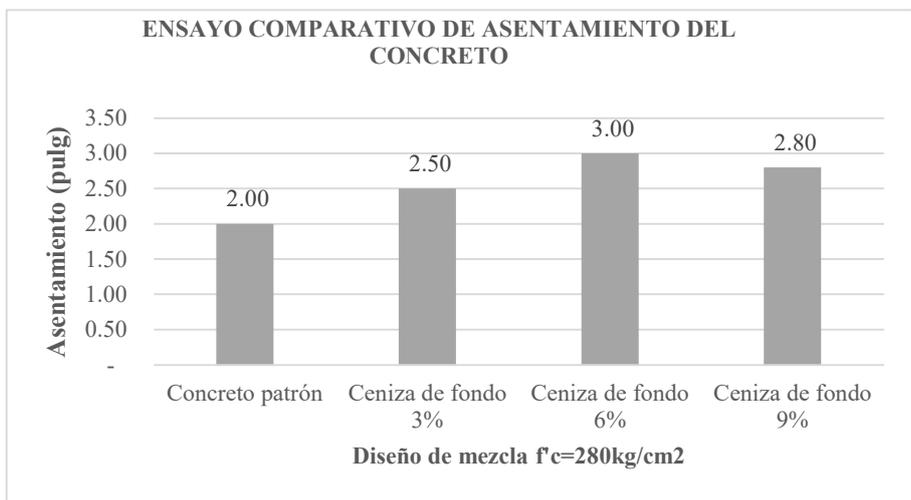
Figura 47. Ensayo comparativo de la prueba del Asentamiento del concreto en estado fresco f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup>.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 48.** Ensayo comparativo de la prueba del Asentamiento del concreto en estado fresco  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ .

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 49.** Ensayo comparativo de la prueba del Asentamiento del concreto en estado fresco  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

Fuente: Elaboración propia.

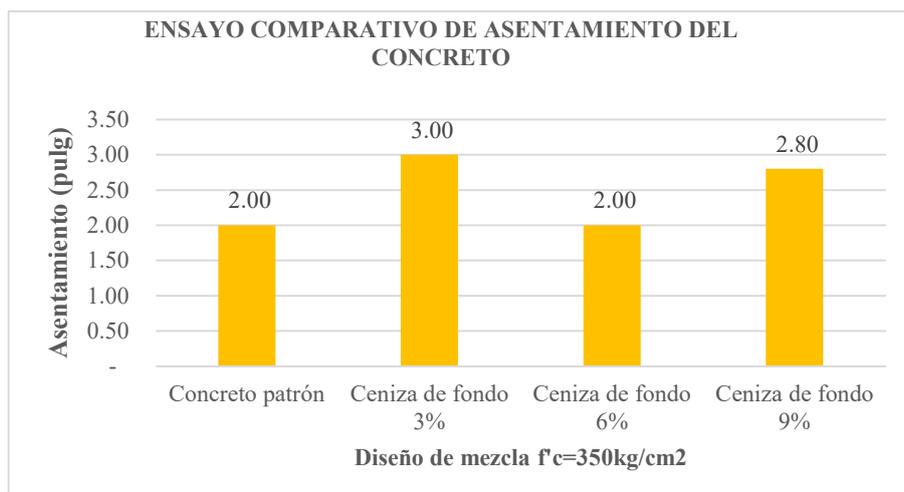


Figura 50. Ensayo comparativo de la prueba del Asentamiento del concreto en estado fresco  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ .

Fuente: Elaboración propia.

## RESULTADOS COMPARATIVOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Tabla 098. Resistencia a la compresión  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , muestra patrón (0%)

Nº	$f'c$ Diseño $\text{Kg/cm}^2$	Concreto patrón	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	$f'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
1	210	Diseño 210 patrón	247.00	19/07/2021	26/07/2021	7	142.53
2	210	Diseño 210 patrón	254.10	19/07/2021	26/07/2021	7	147.12
3	210	Diseño 210 patrón	257.60	19/07/2021	26/07/2021	7	149.14
4	210	Diseño 210 patrón	320.60	19/07/2021	02/08/2021	14	186.24
5	210	Diseño 210 patrón	318.40	19/07/2021	02/08/2021	14	184.96
6	210	Diseño 210 patrón	328.80	19/07/2021	02/08/2021	14	191.00
7	210	Diseño 210 patrón	390.40	19/07/2021	16/08/2021	28	224.53
8	210	Diseño 210 patrón	387.20	19/07/2021	16/08/2021	28	223.43
9	210	Diseño 210 patrón	390.80	19/07/2021	16/08/2021	28	227.02

Nota: Resultados de la resistencia a la compresión  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  (0%). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 099. Tabla 05. Resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (3%)

Nº	$f'c$ Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de Sustitución	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	210	Diseño 210 al 3%	259.50	25/07/2021	01/08/2021	7	153.56
2	210	Diseño 210 al 3%	262.70	25/07/2021	01/08/2021	7	154.67
3	210	Diseño 210 al 3%	251.10	25/07/2021	01/08/2021	7	154.00
4	210	Diseño 210 al 3%	301.70	25/07/2021	08/08/2021	14	179.44
5	210	Diseño 210 al 3%	296.40	25/07/2021	08/08/2021	14	176.28
6	210	Diseño 210 al 3%	294.50	25/07/2021	08/08/2021	14	177.55
7	210	Diseño 210 al 3%	393.60	25/07/2021	22/08/2021	28	223.38
8	210	Diseño 210 al 3%	388.50	25/07/2021	22/08/2021	28	224.18
9	210	Diseño 210 al 3%	390.80	25/07/2021	22/08/2021	28	224.53

Nota: Resultados de la resistencia a la compresión  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  (3%). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0100. Resistencia a la compresión  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (6%)

Nº	$F'c$ Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de Sustitución	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	$F'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	210	Diseño 210 al 6%	288.60	25/07/2021	01/08/2021	7	164.06
2	210	Diseño 210 al 6%	294.30	25/07/2021	01/08/2021	7	165.93
3	210	Diseño 210 al 6%	291.70	25/07/2021	01/08/2021	7	167.21
4	210	Diseño 210 al 6%	339.90	25/07/2021	08/08/2021	14	196.14
5	210	Diseño 210 al 6%	342.00	25/07/2021	08/08/2021	14	196.04
6	210	Diseño 210 al 6%	327.40	25/07/2021	08/08/2021	14	196.05
7	210	Diseño 210 al 6%	419.50	25/07/2021	22/08/2021	28	234.20
8	210	Diseño 210 al 6%	417.10	25/07/2021	22/08/2021	28	233.62
9	210	Diseño 210 al 6%	408.80	25/07/2021	22/08/2021	28	235.89

Nota: Resultados de la resistencia a la compresión  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  (6%). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0101. Resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (3%)  
Resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (9%)

N°	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de Sustitución	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	210	Diseño 210 al 9%	292.80	25/07/2021	01/08/2021	7	172.97
2	210	Diseño 210 al 9%	297.50	25/07/2021	01/08/2021	7	174.27
3	210	Diseño 210 al 9%	290.20	25/07/2021	01/08/2021	7	174.36
4	210	Diseño 210 al 9%	342.00	25/07/2021	08/08/2021	14	202.72
5	210	Diseño 210 al 9%	344.90	25/07/2021	08/08/2021	14	204.44
6	210	Diseño 210 al 9%	358.80	25/07/2021	08/08/2021	14	205.67
7	210	Diseño 210 al 9%	417.30	25/07/2021	22/08/2021	28	240.00
8	210	Diseño 210 al 9%	417.10	25/07/2021	22/08/2021	28	242.30
9	210	Diseño 210 al 9%	410.80	25/07/2021	22/08/2021	28	236.26

Resultados de la resistencia a la compresión  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  (9%). Fuente: Elaboración propia.

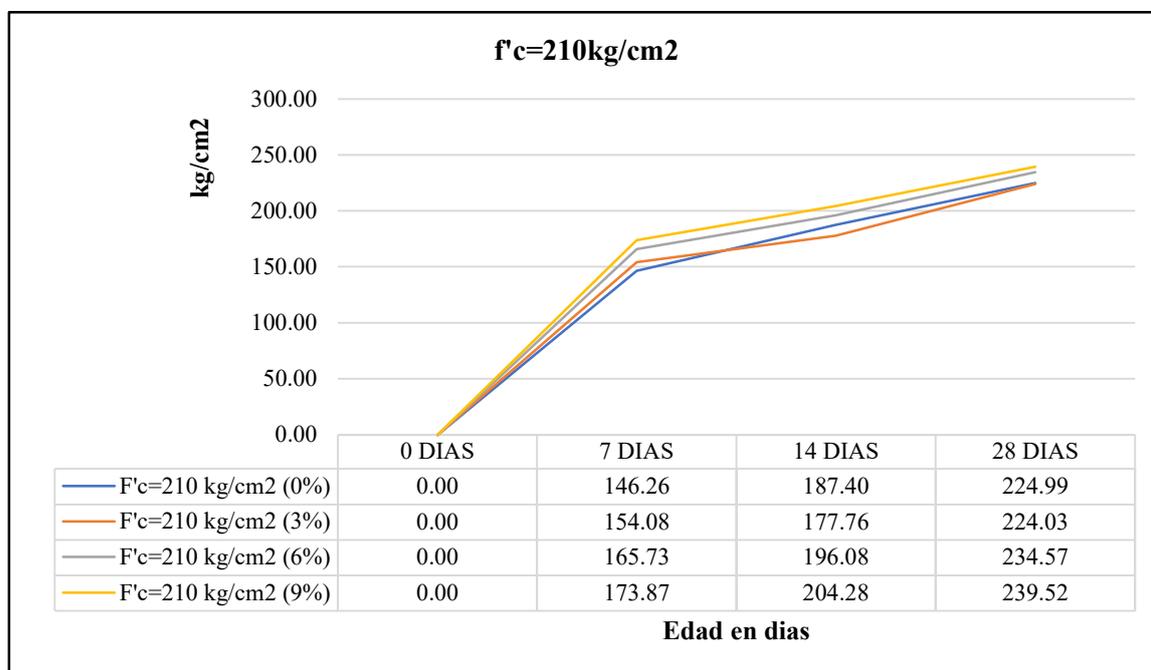


Figura 51. Comparación de resistencia a la compresión concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0102. Resistencia  $f_c=240\text{kg/cm}^2$ , concreto patrón al (0%)

Nº	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Concreto patrón	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	240	Diseño 240 patrón	290.10	19/07/2021	26/07/2021	7	168.52
2	240	Diseño 240 patrón	296.80	19/07/2021	26/07/2021	7	171.27
3	240	Diseño 240 patrón	288.90	19/07/2021	26/07/2021	7	167.82
4	240	Diseño 240 patrón	367.00	19/07/2021	02/08/2021	14	213.19
5	240	Diseño 240 patrón	363.20	19/07/2021	02/08/2021	14	215.28
6	240	Diseño 240 patrón	372.90	19/07/2021	02/08/2021	14	210.94
7	240	Diseño 240 patrón	440.70	19/07/2021	16/08/2021	28	250.95
8	240	Diseño 240 patrón	445.90	19/07/2021	16/08/2021	28	254.75
9	240	Diseño 240 patrón	447.20	19/07/2021	16/08/2021	28	258.05

Nota: Resultados de la resistencia a la compresión  $f_c=240\text{ kg/cm}^2$  (0%). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0103. Resistencia  $f_c=240\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (3%)

Nº	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de Sustitución	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	240	Diseño 240 al 3%	292.90	25/07/2021	01/08/2021	7	174.79
2	240	Diseño 240 al 3%	290.00	25/07/2021	01/08/2021	7	173.36
3	240	Diseño 240 al 3%	303.90	25/07/2021	01/08/2021	7	174.20
4	240	Diseño 240 al 3%	347.00	25/07/2021	08/08/2021	14	206.38
5	240	Diseño 240 al 3%	343.30	25/07/2021	08/08/2021	14	204.18
6	240	Diseño 240 al 3%	333.40	25/07/2021	08/08/2021	14	203.07
7	240	Diseño 240 al 3%	434.90	25/07/2021	22/08/2021	28	252.64
8	240	Diseño 240 al 3%	437.90	25/07/2021	22/08/2021	28	252.69
9	240	Diseño 240 al 3%	437.20	25/07/2021	22/08/2021	28	252.28

Resultados de la resistencia a la compresión  $f_c=240\text{ kg/cm}^2$  (3%). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0104. Resistencia  $f_c=240\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (6%)

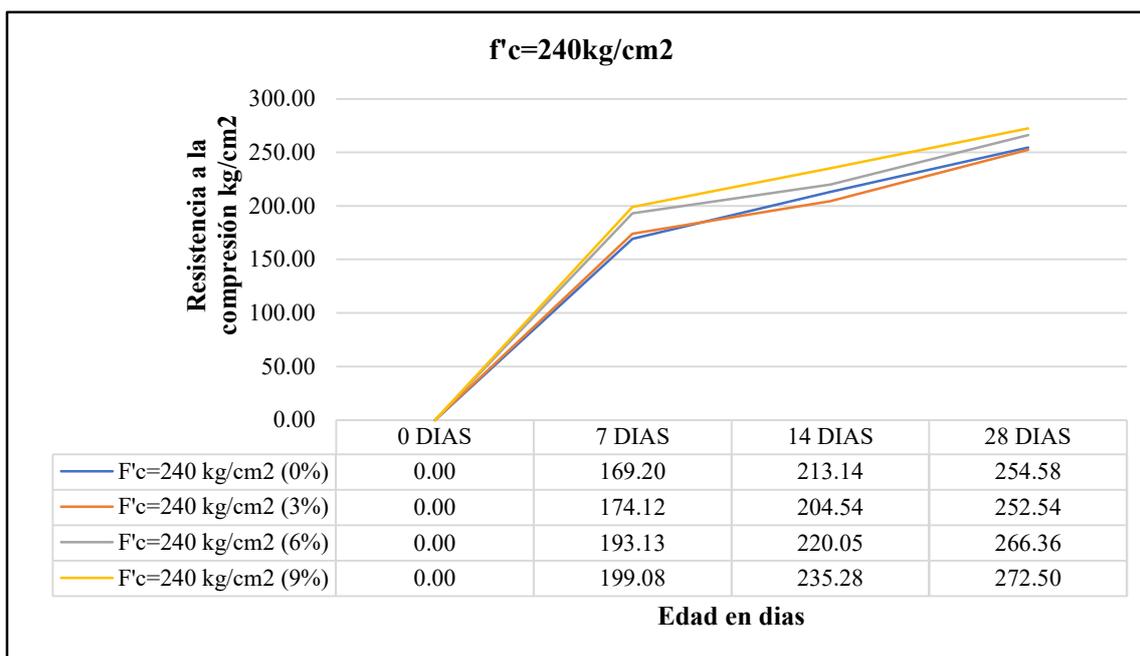
Nº	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de Sustitución	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	240	Diseño 240 al 6%	326.70	25/07/2021	01/08/2021	7	192.35
2	240	Diseño 240 al 6%	335.50	25/07/2021	01/08/2021	7	194.89
3	240	Diseño 240 al 6%	335.20	25/07/2021	01/08/2021	7	192.14
4	240	Diseño 240 al 6%	365.60	25/07/2021	08/08/2021	14	218.55
5	240	Diseño 240 al 6%	367.40	25/07/2021	08/08/2021	14	221.50
6	240	Diseño 240 al 6%	384.00	25/07/2021	08/08/2021	14	220.11
7	240	Diseño 240 al 6%	455.80	25/07/2021	22/08/2021	28	265.67
8	240	Diseño 240 al 6%	463.30	25/07/2021	22/08/2021	28	263.81
9	240	Diseño 240 al 6%	467.20	25/07/2021	22/08/2021	28	269.59

Resultados de la resistencia a la compresión  $f_c=240\text{ kg/cm}^2$  (6%). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0105. Resistencia  $f_c=240\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (9%)

Nº	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de Sustitución	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	240	Diseño 240 al 9%	338.50	25/07/2021	01/08/2021	7	198.63
2	240	Diseño 240 al 9%	333.20	25/07/2021	01/08/2021	7	198.17
3	240	Diseño 240 al 9%	325.70	25/07/2021	01/08/2021	7	200.44
4	240	Diseño 240 al 9%	385.50	25/07/2021	08/08/2021	14	236.83
5	240	Diseño 240 al 9%	389.90	25/07/2021	08/08/2021	14	234.27
6	240	Diseño 240 al 9%	406.80	25/07/2021	08/08/2021	14	234.74
7	240	Diseño 240 al 9%	480.90	25/07/2021	22/08/2021	28	273.84
8	240	Diseño 240 al 9%	475.50	25/07/2021	22/08/2021	28	272.56
9	240	Diseño 240 al 9%	469.80	25/07/2021	22/08/2021	28	271.09

Resultados de la resistencia a la compresión  $f_c=240\text{ kg/cm}^2$  (9%). Fuente: Elaboración propia.



**Figura 52.** Comparación de resistencia a la compresión concreto f'c=240kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 0106. Resistencia f'c=280kg/cm<sup>2</sup>, concreto patrón al (0%)**

Nº	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Concreto patrón	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	280	Diseño 280 patrón	350.50	20/07/2021	27/07/2021	7	200.25
2	280	Diseño 280 patrón	355.70	20/07/2021	27/07/2021	7	201.88
3	280	Diseño 280 patrón	364.80	20/07/2021	27/07/2021	7	208.42
4	280	Diseño 280 patrón	425.50	20/07/2021	03/08/2021	14	255.66
5	280	Diseño 280 patrón	428.80	20/07/2021	03/08/2021	14	262.08
6	280	Diseño 280 patrón	427.00	20/07/2021	03/08/2021	14	260.98
7	280	Diseño 280 patrón	484.20	20/07/2021	17/08/2021	28	296.95
8	280	Diseño 280 patrón	512.30	20/07/2021	17/08/2021	28	293.66
9	280	Diseño 280 patrón	504.20	20/07/2021	17/08/2021	28	303.97

Nota: Resultados de la resistencia a la compresión f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> (0%). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0107. Resistencia  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (3%)

Nº	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de Sustitución	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	280	Diseño 280 al 3%	361.80	26/07/2021	02/08/2021	7	212.65
2	280	Diseño 280 al 3%	360.50	26/07/2021	02/08/2021	7	212.25
3	280	Diseño 280 al 3%	365.70	26/07/2021	02/08/2021	7	209.62
4	280	Diseño 280 al 3%	408.90	26/07/2021	09/08/2021	14	244.02
5	280	Diseño 280 al 3%	404.00	26/07/2021	09/08/2021	14	240.28
6	280	Diseño 280 al 3%	406.00	26/07/2021	09/08/2021	14	245.61
7	280	Diseño 280 al 3%	518.80	26/07/2021	23/08/2021	28	295.42
8	280	Diseño 280 al 3%	521.20	26/07/2021	23/08/2021	28	297.77
9	280	Diseño 280 al 3%	514.20	26/07/2021	23/08/2021	28	294.75

Resultados de la resistencia a la compresión  $f_c=280\text{ kg/cm}^2$  (3%). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0108. Resistencia  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (6%)

Nº	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de Sustitución	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	280	Diseño 280 al 6%	400.90	26/07/2021	02/08/2021	7	232.50
2	280	Diseño 280 al 6%	391.90	26/07/2021	02/08/2021	7	229.96
3	280	Diseño 280 al 6%	378.50	26/07/2021	02/08/2021	7	229.75
4	280	Diseño 280 al 6%	447.10	26/07/2021	09/08/2021	14	266.36
5	280	Diseño 280 al 6%	461.00	26/07/2021	09/08/2021	14	266.02
6	280	Diseño 280 al 6%	469.10	26/07/2021	09/08/2021	14	269.79
7	280	Diseño 280 al 6%	541.40	26/07/2021	23/08/2021	28	311.37
8	280	Diseño 280 al 6%	536.50	26/07/2021	23/08/2021	28	306.51
9	280	Diseño 280 al 6%	530.20	26/07/2021	23/08/2021	28	309.03

Resultados de la resistencia a la compresión  $f_c=280\text{ kg/cm}^2$  (6%). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0109. Resistencia  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (9%)

Nº	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de Sustitución	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	280	Diseño 280 al 9%	408.20	26/07/2021	02/08/2021	7	242.78
2	280	Diseño 280 al 9%	410.30	26/07/2021	02/08/2021	7	240.76
3	280	Diseño 280 al 9%	390.40	26/07/2021	02/08/2021	7	239.43
4	280	Diseño 280 al 9%	479.90	26/07/2021	09/08/2021	14	283.50
5	280	Diseño 280 al 9%	482.30	26/07/2021	09/08/2021	14	285.88
6	280	Diseño 280 al 9%	488.10	26/07/2021	09/08/2021	14	281.65
7	280	Diseño 280 al 9%	565.80	26/07/2021	23/08/2021	28	323.25
8	280	Diseño 280 al 9%	561.30	26/07/2021	23/08/2021	28	317.51
9	280	Diseño 280 al 9%	550.20	26/07/2021	23/08/2021	28	319.62

Resultados de la resistencia a la compresión  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  (9%). Fuente: Elaboración propia.

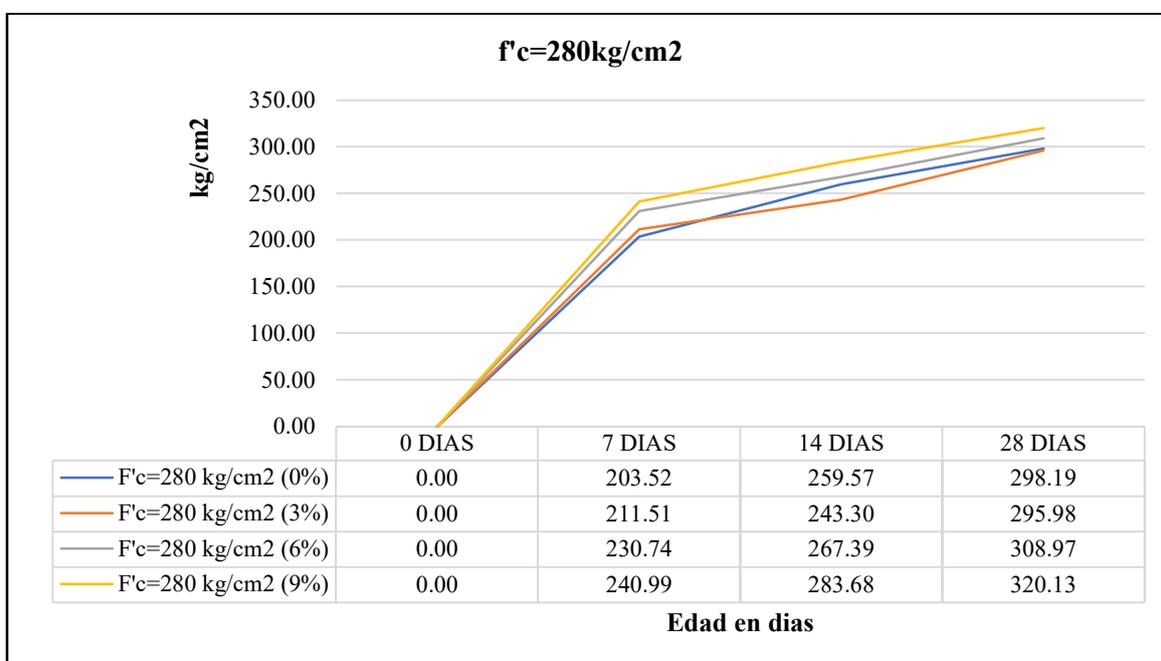


Figura 53. Comparación de resistencia a la compresión concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0110. Resistencia  $f_c=350\text{kg/cm}^2$ , concreto patrón al (0%)

Nº	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Concreto patrón	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	350	Diseño 350 patrón	408.40	20/07/2021	27/07/2021	7	251.33
2	350	Diseño 350 patrón	430.30	20/07/2021	27/07/2021	7	245.84
3	350	Diseño 350 patrón	415.10	20/07/2021	27/07/2021	7	251.97
4	350	Diseño 350 patrón	504.30	20/07/2021	03/08/2021	14	309.28
5	350	Diseño 350 patrón	516.20	20/07/2021	03/08/2021	14	310.15
6	350	Diseño 350 patrón	540.90	20/07/2021	03/08/2021	14	310.05
7	350	Diseño 350 patrón	663.50	20/07/2021	17/08/2021	28	385.43
8	350	Diseño 350 patrón	665.00	20/07/2021	17/08/2021	28	372.47
9	350	Diseño 350 patrón	654.10	20/07/2021	17/08/2021	28	374.94

Nota: Resultados de la resistencia a la compresión  $f_c=350\text{ kg/cm}^2$  (0%). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0111. Resistencia  $f_c=350\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (3%)

Nº	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de Sustitución	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	350	Diseño 350 al 3%	440.50	26/07/2021	02/08/2021	7	259.35
2	350	Diseño 350 al 3%	445.00	26/07/2021	02/08/2021	7	260.24
3	350	Diseño 350 al 3%	422.30	26/07/2021	02/08/2021	7	256.34
4	350	Diseño 350 al 3%	501.90	26/07/2021	09/08/2021	14	297.50
5	350	Diseño 350 al 3%	506.60	26/07/2021	09/08/2021	14	300.28
6	350	Diseño 350 al 3%	510.90	26/07/2021	09/08/2021	14	294.81
7	350	Diseño 350 al 3%	666.50	26/07/2021	23/08/2021	28	379.52
8	350	Diseño 350 al 3%	666.80	26/07/2021	23/08/2021	28	378.44
9	350	Diseño 350 al 3%	652.90	26/07/2021	23/08/2021	28	378.01

Resultados de la resistencia a la compresión  $f_c=350\text{ kg/cm}^2$  (3%). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0112. Resistencia  $f_c=350\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (6%)

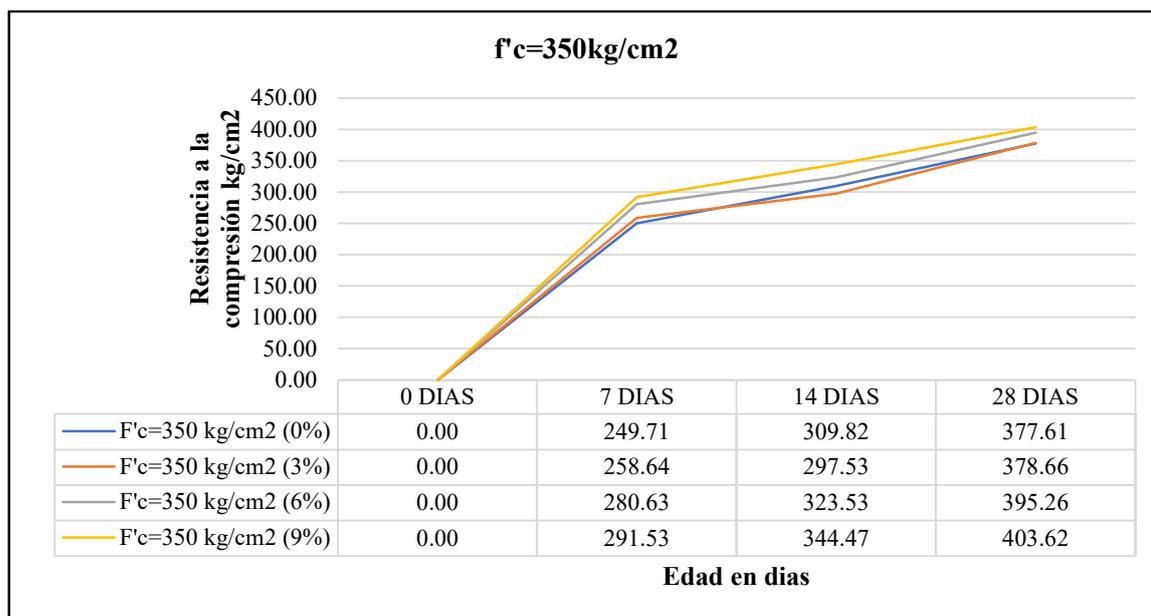
Nº	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de Sustitución	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	350	Diseño 350 al 6%	482.70	26/07/2021	02/08/2021	7	280.40
2	350	Diseño 350 al 6%	487.00	26/07/2021	02/08/2021	7	284.80
3	350	Diseño 350 al 6%	457.40	26/07/2021	02/08/2021	7	276.70
4	350	Diseño 350 al 6%	548.20	26/07/2021	09/08/2021	14	326.04
5	350	Diseño 350 al 6%	546.30	26/07/2021	09/08/2021	14	320.56
6	350	Diseño 350 al 6%	559.60	26/07/2021	09/08/2021	14	323.99
7	350	Diseño 350 al 6%	695.10	26/07/2021	23/08/2021	28	393.20
8	350	Diseño 350 al 6%	692.60	26/07/2021	23/08/2021	28	395.69
9	350	Diseño 350 al 6%	694.70	26/07/2021	23/08/2021	28	396.89

Resultados de la resistencia a la compresión  $f_c=350\text{ kg/cm}^2$  (6%). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0113. Resistencia  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , sustitución al (9%)

Nº	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de Sustitución	Carga Máxima (KN)	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	350	Diseño 350 al 9%	493.10	26/07/2021	02/08/2021	7	290.32
2	350	Diseño 350 al 9%	515.40	26/07/2021	02/08/2021	7	290.59
3	350	Diseño 350 al 9%	480.50	26/07/2021	02/08/2021	7	293.67
4	350	Diseño 350 al 9%	593.40	26/07/2021	09/08/2021	14	342.41
5	350	Diseño 350 al 9%	577.50	26/07/2021	09/08/2021	14	346.98
6	350	Diseño 350 al 9%	592.20	26/07/2021	09/08/2021	14	344.01
7	350	Diseño 350 al 9%	727.70	26/07/2021	23/08/2021	28	404.93
8	350	Diseño 350 al 9%	712.80	26/07/2021	23/08/2021	28	401.88
9	350	Diseño 350 al 9%	700.20	26/07/2021	23/08/2021	28	404.04

Resultados de la resistencia a la compresión  $f_c=350\text{ kg/cm}^2$  (9%). Fuente: Elaboración propia.



**Figura 54.** Comparación de resistencia a la compresión concreto f'c=350kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3. Costos del concreto patrón y el concreto con adición de ceniza de fondo de Eucalipto en la elaboración y la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a f'c=210kg/cm<sup>2</sup>

##### CONCRETO f,c=210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 0114.** Costo concreto patrón f'c=210kg/cm<sup>2</sup> por 1.00 m<sup>3</sup> de concreto.

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad equivalente</b>	<b>Unidad equivalente</b>	<b>Costo Unitario (S/.)</b>	<b>Costo parcial (S/.)</b>
<b>Cemento</b>	415.550	kg	9.780	bls	23.80	S/. 23276
<b>Agua</b>	260.110	lt	0.260	m <sup>3</sup>	1.44	S/. 0.37
<b>Agregado fino</b>	772.990	kg	0.450	m <sup>3</sup>	55.00	S/. 24.75
<b>Agregado grueso</b>	900.130	kg	0.620	m <sup>3</sup>	55.00	S/. 34.10
<b>Costo por m<sup>3</sup> de concreto</b>						<b>S/. 291.99</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 114 expone para la elaboración de un metro cubico de concreto f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup>, se requiere un costo de 291.99 soles.

Tabla 0115. Costo concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  sustitución al (3%) por 1.00 m3 de concreto.

Materiales	Cantidad	Unidad	Cantidad equivalente	Unidad equivalente	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)
<b>Cemento</b>	403.084	kg	9.484	bls	23.80	S/. 225.73
<b>Agua</b>	260.110	lt	0.260	m3	1.44	S/. 0.37
<b>Agregado fino</b>	772.990	kg	0.450	m3	55.00	S/. 24.75
<b>Agregado grueso</b>	900.130	kg	0.620	m3	55.00	S/. 34.10
<b>Ceniza de fondo</b>	12.467	kg	0.012	m3	10.00	S/. 0.12
<b>Costo por m3 de concreto</b>						<b>S/. 285.08</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 115 exhibe que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ , con remplazo del 3% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se requiere un costo de 285.08 soles.

Tabla 0116. Costo concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  sustitución al (6%) por 1.00 m3 de concreto.

Materiales	Cantidad	Unidad	Cantidad equivalente	Unidad equivalente	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)
<b>Cemento</b>	390.617	kg	9.191	bls	23.80	S/. 218.75
<b>Agua</b>	772.990	lt	0.260	m3	1.44	S/. 0.37
<b>Agregado fino</b>	900.130	kg	0.450	m3	55.00	S/. 24.75
<b>Agregado grueso</b>	12.467	kg	0.620	m3	55.00	S/. 34.10
<b>Ceniza de fondo</b>	24.933	kg	0.025	m3	10.00	S/. 0.25
<b>Costo por m3 de concreto</b>						<b>S/. 278.22</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 116 expone que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ , con remplazo del 6% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se requiere un costo de 278.22 soles.

Tabla 0117. Costo concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  sustitución al (9%) por 1.00 m3 de concreto.

Materiales	Cantidad	Unidad	Cantidad equivalente	Unidad equivalente	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)
Cemento	378.151	kg	8.898	bls	23.80	S/. 211.76
Agua	900.130	lt	0.260	m3	1.44	S/. 0.37
Agregado fino	12.467	kg	0.450	m3	55.00	S/. 24.75
Agregado grueso	24.933	kg	0.620	m3	55.00	S/. 34.10
Ceniza de fondo	37.400	kg	0.037	m3	10.00	S/. 0.37
<b>Costo por m3 de concreto</b>						<b>S/. 271.36</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 117 exhibe para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ , con sustitución al 9% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se requiere un costo de 271.36 soles.

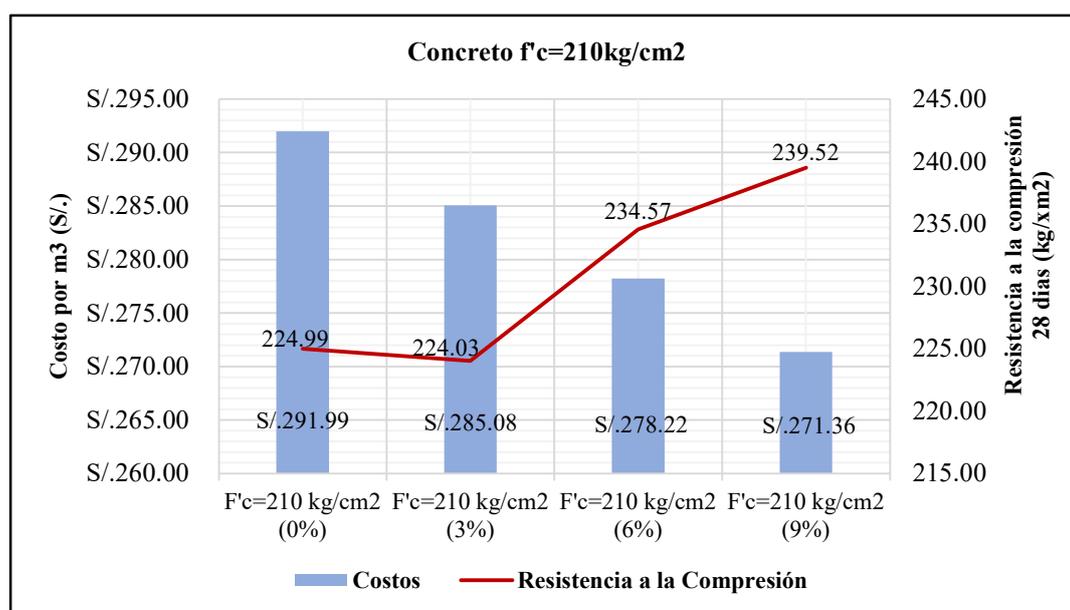


Figura 55. Costo por m3 vs. Resistencia a la compresión de concreto  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  Costo por m3 vs. Resistencia a la compresión de concreto  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  Fuente: Elaboración propia.

La figura N° 56, posibilita observar la comparación de costos por metro cúbico del concreto patrón  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  vs. los concretos del mismo diseño con diferentes porcentajes de sustitución de ceniza de fondo de Eucalipto (3%, 6% y 9%); asimismo, se observa que elaborar el diseño con sustitución al 9% resulta más conveniente en relación al costo y resistencia a la compresión a los 28 días que del concreto patrón, disminuyendo el costo en S/. 20.63 (7.06%).

**CONCRETO  $f_c=240$  kg/cm<sup>2</sup>**

Tabla 0118. Costo concreto patrón  $f_c=240$ kg/cm<sup>2</sup> por 1.00 m<sup>3</sup> de concreto.

Materiales	Cantidad	Unidad	Cantidad equivalente	Unidad equivalente	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)
Cemento	449.550	kg	10.578	bls	23.80	S/. 251.75
Agua	259.330	lt	0.259	m <sup>3</sup>	1.44	S/. 0.37
Agregado fino	746.580	kg	0.440	m <sup>3</sup>	55.00	S/. 24.20
Agregado grueso	900.130	kg	0.620	m <sup>3</sup>	55.00	S/. 34.10
<b>Costo por m<sup>3</sup> de concreto</b>						<b>S/. 310.42</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 118 exhibe que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f_c= 240$  kg/cm<sup>2</sup>, se requiere un costo de 310.42 soles.

Tabla 0119. Costo concreto  $f_c=240$ kg/cm<sup>2</sup> sustitución al (3%) por 1.00 m<sup>3</sup> de concreto.

Materiales	Cantidad	Unidad	Cantidad equivalente	Unidad equivalente	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)
Cemento	436.064	kg	10.260	bls	23.80	S/. 244.20
Agua	259.330	lt	0.259	m <sup>3</sup>	1.44	S/. 0.37
Agregado fino	746.580	kg	0.440	m <sup>3</sup>	55.00	S/. 24.20
Agregado grueso	900.130	kg	0.620	m <sup>3</sup>	55.00	S/. 34.10
Ceniza de fondo	13.487	kg	0.013	m <sup>3</sup>	10.00	S/. 0.13
<b>Costo por m<sup>3</sup> de concreto</b>						<b>S/. 303.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 119 expone que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f_c= 240$  kg/cm<sup>2</sup>, con remplazo al 3% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se requiere un costo de 303.00 soles.

Tabla 0120. Costo concreto  $f_c=240\text{kg/cm}^2$  sustitución al (6%) por 1.00 m<sup>3</sup> de concreto.

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad equivalente</b>	<b>Unidad equivalente</b>	<b>Costo Unitario (S/.)</b>	<b>Costo parcial (S/.)</b>
<b>Cemento</b>	422.577	kg	9.943	bls	23.80	S/. 236.64
<b>Agua</b>	746.580	lt	0.259	m <sup>3</sup>	1.44	S/. 0.37
<b>Agregado fino</b>	900.130	kg	0.440	m <sup>3</sup>	55.00	S/. 24.20
<b>Agregado grueso</b>	13.487	kg	0.620	m <sup>3</sup>	55.00	S/. 34.10
<b>Ceniza de fondo</b>	26.973	kg	0.027	m <sup>3</sup>	10.00	S/. 0.27
<b>Costo por m<sup>3</sup> de concreto</b>						<b>S/. 295.59</b>

Fuente: Elaboración propia.

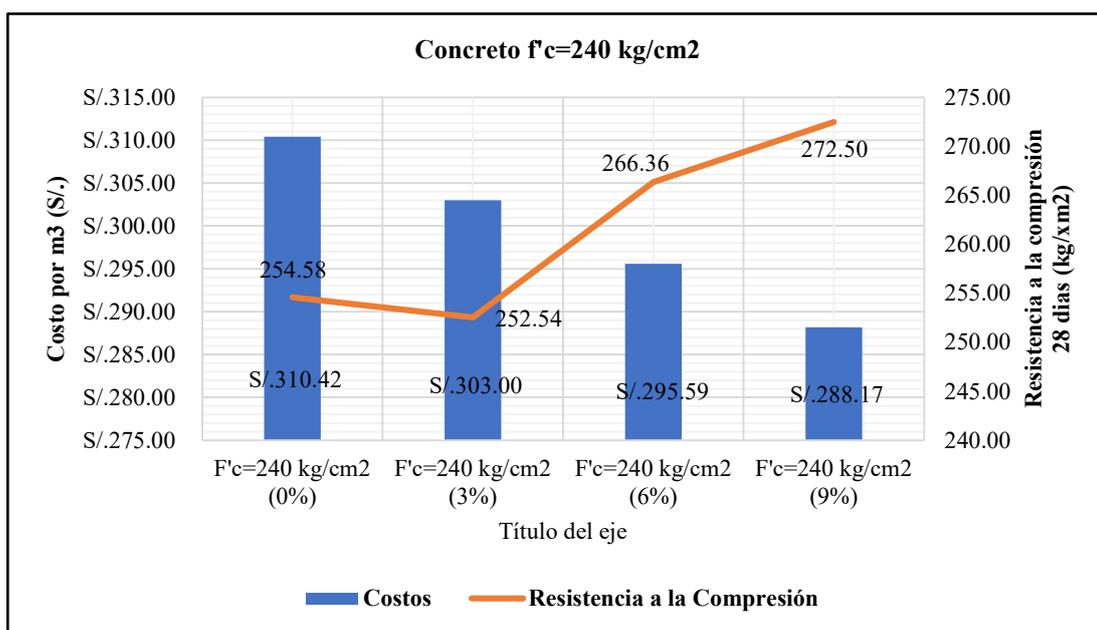
La tabla N° 120 expone que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f_c= 240 \text{ kg/cm}^2$ , con sustitución al 6% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se requiere un costo de 295.59 soles.

Tabla 0121. Costo concreto  $f_c=240\text{kg/cm}^2$  sustitución al (9%) por 1.00 m<sup>3</sup> de concreto.

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad equivalente</b>	<b>Unidad equivalente</b>	<b>Costo Unitario (S/.)</b>	<b>Costo parcial (S/.)</b>
<b>Cemento</b>	409.091	kg	9.626	bls	23.80	S/. 229.09
<b>Agua</b>	900.130	lt	0.259	m <sup>3</sup>	1.44	S/. 0.37
<b>Agregado fino</b>	13.487	kg	0.440	m <sup>3</sup>	55.00	S/. 24.20
<b>Agregado grueso</b>	26.973	kg	0.620	m <sup>3</sup>	55.00	S/. 34.10
<b>Ceniza de fondo</b>	40.460	kg	0.040	m <sup>3</sup>	10.00	S/. 0.40
<b>Costo por m<sup>3</sup> de concreto</b>						<b>S/. 288.17</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 121 exhibe que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f_c= 240 \text{ kg/cm}^2$ , con remplazo al 9% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se requiere un costo de 288.17 soles.



**Figura 56.** Costo por m3 vs. Resistencia a la compresión de concreto f'c=240 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Elaboración propia.

De la figura 57, se aprecia la comparación de costos por metro cúbico del concreto patrón f'c=240 kg/cm<sup>2</sup> vs. los concretos del mismo diseño con diferentes proporciones de sustitución de ceniza de fondo de eucalipto (3%, 6% y 9%); asimismo, se observa que elaborar el diseño con sustitución al 9% resulta más conveniente en relación al costo y resistencia a la compresión a los 28 días que del concreto patrón, disminuyendo el costo en S/. 22.25 (7.17%).

### CONCRETO f'c=280 kg/cm2

**Tabla 0122.** Costo concreto patrón f'c=280kg/cm<sup>2</sup> por 1.00 m3 de concreto.

Materiales	Cantidad	Unidad	Cantidad equivalente	Unidad equivalente	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)
<b>Cemento</b>	499.490	kg	11.753	bls	23.80	S/. 279.71
<b>Agua</b>	258.190	lt	0.258	m3	1.44	S/. 0.37
<b>Agregado fino</b>	707.780	kg	0.410	m3	55.00	S/. 22.55
<b>Agregado grueso</b>	900.130	kg	0.620	m3	55.00	S/. 34.10
<b>Costo por m3 de concreto</b>						<b>S/. 336.74</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 122 exhibe que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , se requiere un costo de 336.74 soles.

**Tabla 0123. Costo concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  sustitución al (3%) por 1.00 m3 de concreto.**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad equivalente</b>	<b>Unidad equivalente</b>	<b>Costo Unitario (S/.)</b>	<b>Costo parcial (S/.)</b>
<b>Cemento</b>	484.505	kg	11.400	bls	23.80	S/. 271.32
<b>Agua</b>	258.190	lt	0.258	m3	1.44	S/. 0.37
<b>Agregado fino</b>	707.780	kg	0.410	m3	55.00	S/. 22.55
<b>Agregado grueso</b>	900.130	kg	0.620	m3	55.00	S/. 34.10
<b>Ceniza de fondo</b>	14.985	kg	0.015	m3	10.00	S/. 0.15
<b>Costo por m3 de concreto</b>						<b>S/. 328.49</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 123 expone que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , con remplazo al 3% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se requiere un costo de 328.49 soles.

**Tabla 0124. Costo concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  sustitución al (6%) por 1.00 m3 de concreto.**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad equivalente</b>	<b>Unidad equivalente</b>	<b>Costo Unitario (S/.)</b>	<b>Costo parcial (S/.)</b>
<b>Cemento</b>	469.521	kg	11.048	bls	23.80	S/. 262.93
<b>Agua</b>	707.780	lt	0.258	m3	1.44	S/. 0.37
<b>Agregado fino</b>	900.130	kg	0.410	m3	55.00	S/. 22.55
<b>Agregado grueso</b>	14.985	kg	0.620	m3	55.00	S/. 34.10
<b>Ceniza de fondo</b>	29.969	kg	0.030	m3	10.00	S/. 0.30
<b>Costo por m3 de concreto</b>						<b>S/. 320.25</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 124 exhibe que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , con remplazo al 6% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se requiere un costo de 320.25 soles.

Tabla 0125. Costo concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  sustitución al (9%) por 1.00 m3 de concreto.

Materiales	Cantidad	Unidad	Cantidad equivalente	Unidad equivalente	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)
Cemento	454.536	kg	10.695	bls	23.80	S/. 254.54
Agua	900.130	lt	0.258	m3	1.44	S/. 0.37
Agregado fino	14.985	kg	0.410	m3	55.00	S/. 22.55
Agregado grueso	29.969	kg	0.620	m3	55.00	S/. 34.10
Ceniza de fondo	44.954	kg	0.045	m3	10.00	S/. 0.45
<b>Costo por m3 de concreto</b>						<b>S/. 312.01</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 125 exhibe que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ , con remplazo al 9% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se requiere un costo de 312.01 soles.

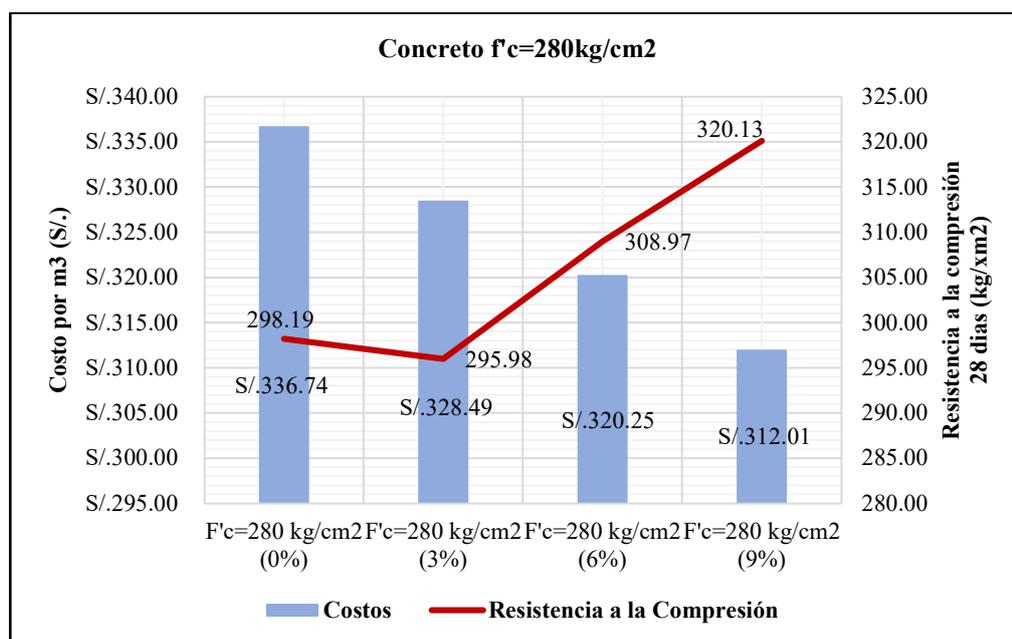


Figura 57. Costo por m3 vs. Resistencia a la compresión de concreto  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración propia.

De la figura 58, se puede observar la comparación de costos por metro cúbico del concreto patrón  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  vs. los concretos del mismo diseño con diferentes porcentajes de sustitución de ceniza de fondo de Eucalipto (3%, 6% y 9%); asimismo, se observa que elaborar el diseño con sustitución al 9% resulta más conveniente en relación al costo y resistencia a la compresión a los 28 días que del concreto patrón, disminuyendo el costo en S/. 24.72 (7.34%).

### CONCRETO $f_c=350 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 0126. Costo concreto patrón  $f_c=350\text{kg/cm}^2$  por 1.00 m3 de concreto.

Materiales	Cantidad	Unidad	Cantidad equivalente	Unidad equivalente	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)
<b>Cemento</b>	601.580	kg	14.155	bls	23.80	S/. 336.88
<b>Agua</b>	255.850	lt	0.255	m3	1.44	S/. 0.37
<b>Agregado fino</b>	646.110	kg	0.380	m3	55.00	S/. 20.90
<b>Agregado grueso</b>	900.130	kg	0.620	m3	55.00	S/. 34.10
<b>Costo por m3 de concreto</b>						<b>S/. 392.25</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 126 exhibe que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f_c= 350 \text{ kg/cm}^2$ , se requiere un costo de 392.25 soles.

Tabla 0127. Costo concreto  $f_c=350\text{kg/cm}^2$  sustitución al (3%) por 1.00 m3 de concreto.

Materiales	Cantidad	Unidad	Cantidad equivalente	Unidad equivalente	Costo Unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)
<b>Cemento</b>	583.533	kg	13.730	bls	23.80	S/. 326.78
<b>Agua</b>	255.850	lt	0.255	m3	1.44	S/. 0.37
<b>Agregado fino</b>	646.110	kg	0.380	m3	55.00	S/. 20.90
<b>Agregado grueso</b>	900.130	kg	0.620	m3	55.00	S/. 34.10
<b>Ceniza de fondo</b>	18.047	kg	0.018	m3	10.00	S/. 0.18
<b>Costo por m3 de concreto</b>						<b>S/. 382.33</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 127 expone que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$ , con remplazo al 3% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se requiere un costo de 382.33 soles.

**Tabla 0128. Costo concreto  $f'c=350\text{kg/cm}^2$  sustitución al (6%) por 1.00 m3 de concreto.**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad equivalente</b>	<b>Unidad equivalente</b>	<b>Costo Unitario (S/.)</b>	<b>Costo parcial (S/.)</b>
<b>Cemento</b>	565.485	kg	13.306	bls	23.80	S/. 316.67
<b>Agua</b>	646.110	lt	0.255	m3	1.44	S/. 0.37
<b>Agregado fino</b>	900.130	kg	0.380	m3	55.00	S/. 20.90
<b>Agregado grueso</b>	18.047	kg	0.620	m3	55.00	S/. 34.10
<b>Ceniza de fondo</b>	36.095	kg	0.036	m3	10.00	S/. 0.36
<b>Costo por m3 de concreto</b>						<b>S/. 372.40</b>

Fuente: Elaboración propia.

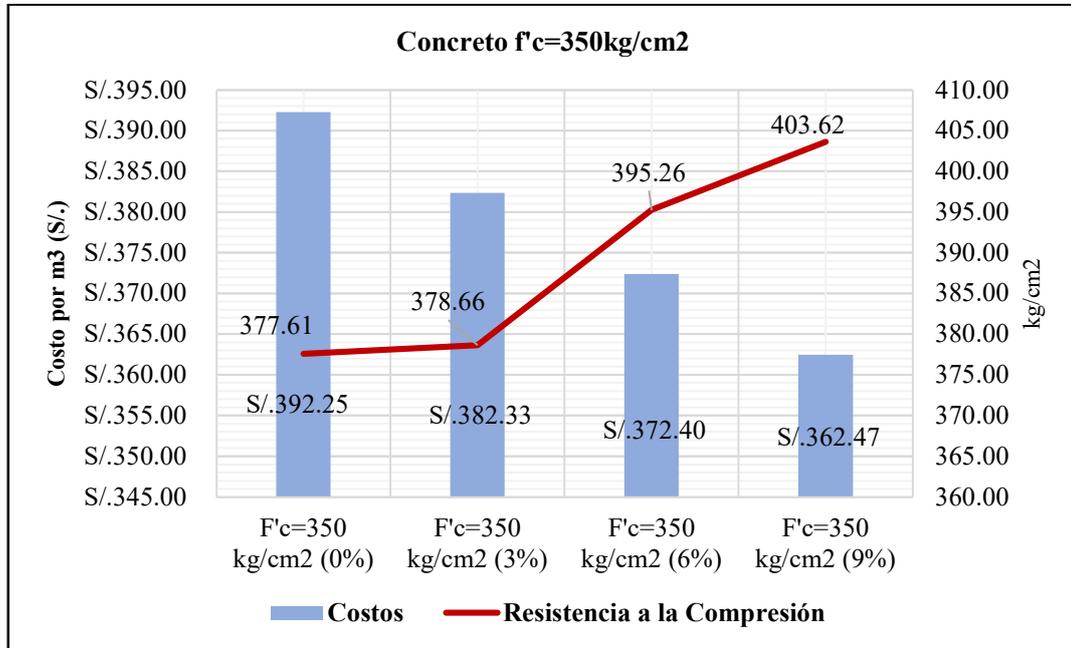
La tabla N° 128 exhibe que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$ , con remplazo al 6% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se requiere un costo de 372.40 soles.

**Tabla 0129. Costo concreto  $f'c=350\text{kg/cm}^2$  sustitución al (9%) por 1.00 m3 de concreto.**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad equivalente</b>	<b>Unidad equivalente</b>	<b>Costo Unitario (S/.)</b>	<b>Costo parcial (S/.)</b>
<b>Cemento</b>	547.438	kg	12.881	bls	23.80	S/. 306.57
<b>Agua</b>	900.130	lt	0.255	m3	1.44	S/. 0.37
<b>Agregado fino</b>	18.047	kg	0.380	m3	55.00	S/. 20.90
<b>Agregado grueso</b>	36.095	kg	0.620	m3	55.00	S/. 34.10
<b>Ceniza de fondo</b>	54.142	kg	0.054	m3	10.00	S/. 0.54
<b>Costo por m3 de concreto</b>						<b>S/. 362.47</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 129 expone que para la elaboración de un metro cúbico de concreto  $f'c=350\text{ kg/cm}^2$ , con remplazo al 9% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se requiere un costo de 362.47 soles.



**Figura 58.** Costo por m<sup>3</sup> vs. Resistencia a la compresión de concreto  $f'c=350\text{ kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 59, se aprecia la comparación de costos por metro cúbico del concreto patrón  $f'c=350\text{ kg/cm}^2$  vs. los concretos del mismo diseño con diferentes proporciones de sustitución de ceniza de fondo de Eucalipto (3%, 6% y 9%); asimismo, se observa que elaborar el diseño con sustitución al 9% resulta más conveniente en relación al costo y resistencia a la compresión a los 28 días que del concreto patrón, disminuyendo el costo en S/. 29.78 (7.59%).

## 4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

### PRUEBA DE TUKEY

Se emplea para realizar comparaciones múltiples y cuando las medias de los tratamientos tienen valores cercanos dentro de un bloque completamente al azar.

#### 4.2.1. Ceniza de fondo de Eucalipto como aditivo influye significativamente en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Tabla 0130. Cuadro resumen de resistencias a la compresión obtenidas a los 07 días de curado con sustitución de diferentes porcentajes de ceniza de fondo de eucalipto (3%, 6% y 9%).

N°	Diseño F'c=Kg/ cm <sup>2</sup>	Edad (días)	F'c Concreto patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	SUSTITUCION PORCENTAJE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO (Kg/cm <sup>2</sup> )		
				3 %	6 %	9 %
1	210	7	146.26	154.08	165.73	173.87
2	240	7	169.20	174.12	193.13	199.08
3	280	7	203.52	211.51	230.74	240.99
4	350	7	249.71	258.64	280.63	291.53

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0131. Cuadro resumen de resistencias a la compresión obtenidas a los 14 días de curado con sustitución de diferentes porcentajes de ceniza de fondo de eucalipto (3%, 6% y 9%).

N°	Diseño F'c=Kg/ cm <sup>2</sup>	Edad (días)	F'c Concreto patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	SUSTITUCION PORCENTAJE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO (Kg/cm <sup>2</sup> )		
				3 %	6 %	9 %
1	210	14	187.40	177.76	196.08	204.28
2	240	14	213.14	204.54	220.05	235.28
3	280	14	259.57	243.30	267.39	283.68
4	350	14	309.82	297.53	323.53	344.47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0132. Cuadro resumen de resistencias a la compresión obtenidas a los 28 días de curado con sustitución de diferentes porcentajes de ceniza de fondo de eucalipto (3%, 6% y 9%).

N°	Diseño F'c=Kg/ cm <sup>2</sup>	Edad (días)	F'c Concreto patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	SUSTITUCION PORCENTAJE CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO (Kg/cm <sup>2</sup> )		
				3 %	6 %	9 %
1	210	28	224.99	224.03	234.57	239.52
2	240	28	252.66	251.70	266.36	272.50
3	280	28	298.19	295.98	308.97	320.13
4	350	28	377.61	378.66	395.26	403.62

Fuente: Elaboración propia.

## DISEÑO EXPERIMENTAL – DISEÑO EN BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR

Tabla 0133. Cuadro de tratamientos y bloques para diseño experimental para concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup>

TRATAMIENTOS f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>					
BLOQUES	T1 (0%)	T2 (3%)	T3 (6%)	T4 (9%)	Σ TRAT.
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	146.26	154.08	165.73	173.87	639.94
3	187.40	177.76	196.08	204.28	765.51
4	224.99	224.03	234.57	239.52	923.11
Σ Bloque	558.65	555.87	596.38	617.67	
Media	139.66	138.97	149.10	154.42	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0134. Cuadro de resultados del análisis de varianza para diseño de concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup>

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	123029.0959	3	41009.69863	1112.05005	7.02299E-12	3.862548358
Columnas	676.6917347	3	225.5639116	6.116561873	0.014867192	3.862548358
Error	331.8980902	9	36.87756557			
Total	124037.6857	15				

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** De acuerdo con el análisis de varianza realizado para los valores  $f_c=1112.05$  y  $F_t=3.86$ , con  $gl_1=3$  (tres grados de libertad de tratamiento) y  $gl_2=9$  (nueve grados de tratamiento del error), se observan diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los bloques a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Por lo tanto, se infiere que la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 0, 7, 14 y 28 días de curado es diferente con sustituciones de 0%, 3%, 6% y 9% de ceniza de fondo de Eucalipto.

Asimismo, para un valor  $f_c=6.11$  y  $F_t=3.86$ , con  $gl_1=3$  y  $gl_2=9$ , se observan diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Por consiguiente, se rechaza la Hipótesis Nula y se infiere que las proporciones de sustitución de ceniza de fondo de Eucalipto en el concreto influyen de manera diferente y significativa en la resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en las diferentes edades de curado.

**Tabla 0135. Cuadro de prueba de comparación múltiple – Prueba de Tukey para concreto  $F/c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

<b>PRUEBA DE TUKEY <math>f_c=210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>			
<b>Orden de merito</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Resultados</b>	<b>Significación</b>
1	T4	154.42	A
2	T3	149.10	A
3	T1	139.66	A
4	T2	138.97	A

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** de la tabla N° 135, de acuerdo a los resultados de la prueba de Hipótesis de Tukey, que se utiliza cuando las medias de los tratamientos son similares, se observa que el Tratamiento 4 (con 9% de ceniza de fondo de Eucalipto) y el Tratamiento 3 (con 6% de ceniza de fondo de Eucalipto) presentan medias similares entre sí. De manera similar, el Tratamiento 2 (con 3% de ceniza de fondo de Eucalipto) y el Tratamiento 1 (concreto patrón) también tienen medias similares. Por lo tanto, se concluye que el Tratamiento 4 y el Tratamiento 3 son estadísticamente similares, al igual que los Tratamientos 2 y 1. Además, cabe destacar que el Tratamiento 4 mostró mejores resultados en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 0136. Cuadro de tratamientos y bloques para diseño experimental para concreto  $f_c=240\text{kg/cm}^2$

TRATAMIENTOS $f_c=240\text{ kg/cm}^2$					
BLOQUES	T1 (0%)	T2 (3%)	T3 (6%)	T4 (9%)	$\Sigma$ TRAT.
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	169.20	174.12	193.13	199.08	735.53
3	213.14	204.54	220.05	235.28	873.01
4	254.58	252.54	266.36	272.50	1045.98
$\Sigma$ Bloque	636.92	631.20	679.54	706.86	
Media	159.23	157.80	169.88	176.71	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0137. Cuadro de resultados del análisis de varianza para diseño de concreto  $f_c=240\text{kg/cm}^2$

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	158900.401	3	52966.80032	1094.462955	7.5437E-12	3.862548358
Columnas	971.6072205	3	323.8690735	6.692167563	0.011410683	3.862548358
Error	435.5571844	9	48.39524271			
Total	160307.5654	15				

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** De acuerdo con el análisis de varianza realizado para los valores  $f_c=1094.46$  y  $F_t=3.86$ , con  $gl_1=3$  (tres grados de libertad de tratamiento) y  $gl_2=9$  (nueve grados de tratamiento del error), se observa una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los bloques a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Por lo tanto, se infiere que la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=240\text{ kg/cm}^2$  a los 0, 7, 14 y 28 días de curado es diferente con sustituciones de 0%, 3%, 6% y 9% de ceniza de fondo de Eucalipto.

Del mismo modo, para un valor  $f_c=6.69$  y  $F_t=3.86$ , con  $gl_1=3$  y  $gl_2=9$ , se observa una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y se infiere que las proporciones de sustitución

de ceniza de fondo de Eucalipto en el concreto influyen de manera diferente y significativa en la resistencia del concreto  $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$  en las diferentes edades de curado.

Tabla 0138. Cuadro de prueba de comparación múltiple – Prueba de Tukey para concreto  $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$

PRUEBA DE TUKEY $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$			
Orden de merito	Tratamiento	Resultados	Significación
1	T4	176.71	A
2	T3	169.88	A
3	T1	159.23	A
4	T2	157.59	A

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** las resultas alcanzadas de la prueba de Hipótesis de Tukey, que se utiliza cuando las medias de los tratamientos son similares, se observa que el Tratamiento 4 (con 9% de ceniza de fondo de Eucalipto) y el Tratamiento 3 (con 6% de ceniza de fondo de Eucalipto) presentan medias similares entre sí. Del mismo modo, el Tratamiento 2 (con 3% de ceniza de fondo de Eucalipto) y el Tratamiento 1 (concreto patrón) también tienen medias similares. En consecuencia, se concluye que el Tratamiento 4 y el Tratamiento 3 son estadísticamente similares, así como los Tratamientos 2 y 1. Además, es importante destacar que el Tratamiento 4 proporcionó mejores resultados en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 0139. Cuadro de tratamientos y bloques para diseño experimental para concreto  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$

TRATAMIENTOS $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$					
BLOQUES	T1 (0%)	T2 (3%)	T3 (6%)	T4 (9%)	$\Sigma$ TRAT.
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	203.52	211.51	230.74	240.99	886.76
3	259.57	243.30	267.39	283.68	1053.94
4	298.19	295.98	308.97	320.13	1223.27
$\Sigma$ Bloque	761.29	750.80	807.09	844.80	
Media	190.32	187.70	201.77	211.20	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0140. Cuadro de resultados del análisis de varianza para diseño de concreto  $f_c=280\text{kg/cm}^2$

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	222711.5742	3	74237.19141	967.9654026	1.30876E-11	3.862548358
Columnas	1413.050064	3	471.0166878	6.141501978	0.014692976	3.862548358
Error	690.2464912	9	76.69405458			
Total	224814.8708	15				

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** De acuerdo con el análisis de varianza realizado para los valores  $f_c=967.97$  y  $F_t=3.86$ , con  $gl_1=3$  (tres grados de libertad de tratamiento) y  $gl_2=9$  (nueve grados de tratamiento del error), se observa una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los bloques a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Por lo tanto, se infiere que la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=240\text{ kg/cm}^2$  a los 0, 7, 14 y 28 días de curado es diferente con sustituciones de 0%, 3%, 6% y 9% de ceniza de fondo de Eucalipto.

Asimismo, para un valor  $f_c=6.14$  y  $F_t=3.86$ , con  $gl_1=3$  y  $gl_2=9$ , se observa una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Por tanto, es rechazada la hipótesis nula y se infiere que las proporciones de sustitución de ceniza de fondo de Eucalipto en el concreto influyen de manera diferente y significativa en la resistencia del concreto  $f_c=280\text{ kg/cm}^2$  en las diferentes edades de curado.

Tabla 0141. Cuadro de prueba de comparación múltiple – Prueba de Tukey para concreto  $f_c=280\text{ kg/cm}^2$

PRUEBA DE TUKEY $f_c=280\text{ kg/cm}^2$			
Orden de merito	Tratamiento	Resultados	Significación
1	T4	211.20	A
2	T3	201.77	A
3	T1	190.32	A
4	T2	187.70	A

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** las resultas alcanzadas de la prueba de hipótesis de Tukey, utilizada cuando las medias de los tratamientos son similares, se observa que el Tratamiento 4 (con 9% de ceniza de fondo

de Eucalipto) y el Tratamiento 3 (con 6% de ceniza de fondo de Eucalipto) tienen medias similares entre sí. De manera similar, el Tratamiento 2 (con 3% de ceniza de fondo de Eucalipto) y el Tratamiento 1 (concreto patrón) también presentan medias similares.

Por lo tanto, se concluye que el Tratamiento 4 y el Tratamiento 3 son estadísticamente similares, al igual que los Tratamientos 2 y 1. Además, es importante destacar que el Tratamiento 4 proporcionó mejores resultados.

**Tabla 0142. Cuadro de tratamientos y bloques para diseño experimental para concreto  $f'c=350\text{kg/cm}^2$**

<b>TRATAMIENTOS <math>f'c=350\text{ kg/cm}^2</math></b>					
<b>BLOQUES</b>	<b>T1 (0%)</b>	<b>T2 (3%)</b>	<b>T3 (6%)</b>	<b>T4 (9%)</b>	<b><math>\Sigma</math> TRAT.</b>
<b>1</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>2</b>	249.71	258.64	280.63	291.53	1080.51
<b>3</b>	309.82	297.53	323.53	344.47	1275.35
<b>4</b>	377.61	378.66	395.26	403.62	1555.15
<b><math>\Sigma</math> Bloque</b>	937.15	934.83	999.42	1039.61	
<b>Media</b>	234.29	233.71	249.85	259.90	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 0143. Cuadro de resultados del análisis de varianza para diseño de concreto  $f'c=350\text{kg/cm}^2$**

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
<b>Filas</b>	347126.2446	3	115708.7482	1191.942658	5.14419E-12	3.862548358
<b>Columnas</b>	1946.682837	3	648.894279	6.6844105	0.011450302	3.862548358
<b>Error</b>	873.6819066	9	97.07576741			
<b>Total</b>	349946.6093	15				

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** De acuerdo con el análisis de varianza realizado para los valores  $f_c=1191.94$  y  $F_t=3.86$ , con  $gl_1=3$  (tres grados de libertad de tratamiento) y  $gl_2=9$  (nueve grados de tratamiento del error), se observa una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los bloques a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Por lo tanto, se infiere que la resistencia a la compresión del

concreto  $f_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> a los 0, 7, 14 y 28 días de curado es diferente con sustituciones de 0%, 3%, 6% y 9% de ceniza de fondo de Eucalipto.

Del mismo modo, para un valor  $f_c=6.68$  y  $F_t=3.86$ , con  $g_{l1}=3$  y  $g_{l2}=9$ , se observa una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se infiere que las proporciones de sustitución de ceniza de fondo de Eucalipto en el concreto influyen de manera diferente y significativa en la resistencia del concreto  $f_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> en las diferentes edades de curado.

**Tabla 0144. Cuadro de prueba de comparación múltiple – Prueba de Tukey para concreto  $f_c=350$  kg/cm<sup>2</sup>**

<b>PRUEBA DE TUKEY <math>f_c=350</math> kg/cm<sup>2</sup></b>			
<b>Orden de merito</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Resultados</b>	<b>Significación</b>
1	T4	259.90	A
2	T3	249.85	A
3	T1	234.29	A
4	T2	233.71	A

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** las resultas alcanzadas de la prueba de hipótesis de Tukey, que se utiliza cuando las medias de los tratamientos son similares, se observa que el Tratamiento 4 (con 9% de ceniza de fondo de Eucalipto) y el Tratamiento 3 (con 6% de ceniza de fondo de Eucalipto) presentan medias similares entre sí. Del mismo modo, el Tratamiento 2 (con 3% de ceniza de fondo de Eucalipto) y el Tratamiento 1 (concreto patrón) también tienen medias similares.

Por lo tanto, se concluye que el Tratamiento 4 y el Tratamiento 3 son estadísticamente similares, al igual que los Tratamientos 2 y 1. Además, es importante destacar que el Tratamiento 4 proporcionó mejores resultados.

### 4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- La incorporación de ceniza de fondo de Eucalipto al 9% como sustituto parcial del cemento tiene un impacto positivo en la resistencia de varios tipos de concreto estructural, incluyendo  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f_c=240$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f_c=350$  kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, la sustitución al 3% no

parece afectar significativamente la resistencia a la compresión al comparar con el convencional, según lo evidenciado por el ANOVA realizado mediante la prueba de Tukey.

- Los resultados de las pruebas de rotura de las muestras a los 28 días indican que al reemplazar el 9% del cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, se observa un incremento notable en la resistencia. Por ejemplo, para el concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, se registra un aumento de 14.53 kg/cm<sup>2</sup> (106.07%) en comparación con el concreto convencional. De manera similar, para el concreto  $f_c=240$  kg/cm<sup>2</sup>, se observa un incremento de 19.84 kg/cm<sup>2</sup> (107.28%), mientras que para  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f_c=350$  kg/cm<sup>2</sup>, los incrementos son de 21.93 kg/cm<sup>2</sup> (106.85%) y 26.00 kg/cm<sup>2</sup> (106.44%) respectivamente.
- Investigaciones previas respaldan estos hallazgos. Por ejemplo, en un estudio realizado por Pérez (2017), se encontró que al sustituir el 4% y 8% del cemento por ceniza de tronco de Eucalipto en un concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, se logró un aumento promedio de resistencia del 104.44%, siendo más significativo con el reemplazo del 8%. Asimismo, en otro estudio realizado por Apaza et al. (2019), se determinó que la sustitución del cemento por ceniza mostró un mayor acrecentamiento en la resistencia a la compresión a comparación con otros sustitutos, en diferentes niveles de resistencia del concreto.
- La composición química de la ceniza de fondo de Eucalipto ejerce una influencia significativa en la resistencia a la compresión de concretos estructurales con  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> o superiores. Según los datos de la tabla N° 68, esta composición presenta elementos similares, aunque en diferentes proporciones, a los encontrados en el cemento, como el óxido de calcio (23.00%), sílice (3.20%) y óxido de magnesio (2.00%). Estos componentes reaccionan de manera efectiva en la adquisición de resistencia a la compresión en distintas edades de los diferentes concretos probados en la investigación. Lo logrado concuerda con los resultados de (PEREZ, 2017), la cual analizó la composición por espectrometría de fluorescencia de rayos X, concluyendo que la sustitución del 4% y 8% de ceniza de tronco de eucalipto incrementa la resistencia del concreto en un promedio del 104.44% a los 28 días de curado. Por otro lado, (Villanueva, 2017) señala que los estudios

físico-químicos realizados a las cenizas de Eucalipto revelan la presencia de componentes como calcio, aluminatos y silicatos, los cuales promueven una reacción beneficiosa para la resistencia a la compresión axial del concreto, mejorando su resistencia en un 1.5% respecto al concreto estándar a los 28 días.

- El diseño de mezcla con la adición de ceniza de fondo de Eucalipto ejerce una influencia significativa en la resistencia a la compresión en comparación con la sustitución del cemento. Lo obtenido para diferentes especificaciones de concretos, como  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ , indican que los porcentajes de sustitución del 6% y 9% tienen un efecto más favorable en la preparación de un metro cúbico de concreto, mientras que la sustitución del 3% muestra similitudes con los diseños de concreto patrón. En relación a la resistencia a la compresión de los concretos estructurales con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  o superiores y la adición de ceniza de fondo de eucalipto, se observa que la sustitución al 9%, con rotura a los 28 días de curado, influye significativamente en comparación con el diseño del concreto estándar. Por ejemplo, para  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ , la sustitución al 9% incrementa la resistencia en un 7.28% respecto al concreto patrón, y de manera similar para otras especificaciones de concreto. En referencia al trabajo de investigación de (Apaza et al., 2019), se elaboraron probetas para diferentes diseños de mezclas de concreto, los cuales fueron parcialmente sustituidos por ceniza de bagazo de caña de azúcar, ceniza de hoja de maíz y ceniza de cáscara de cebada. Se determinó que la sustitución con ceniza de bagazo de caña de azúcar arrojó resultados favorables en comparación con otros tipos de cenizas, concluyendo que un mayor porcentaje de sustitución reduce la resistencia del concreto. Sin embargo, en el estudio de (Villanueva, 2017), se indica que la sustitución del 15% de cemento por ceniza de Eucalipto obtenida de hornos artesanales incrementa la resistencia del concreto en un 0.2% a los siete días, 1.2% a los 14 días y 1.5% a los 28 días en comparación con el diseño de mezclas del concreto estándar.
- Los costos de los concretos con la adición de ceniza de fondo de Eucalipto en diseños estructurales mayores a  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  presentan una influencia significativa y una reducción

del costo de elaboración por metro cúbico en comparación con el concreto patrón de diseños convencionales. Se observa que con un 9% de sustitución de ceniza de fondo de eucalipto respecto al peso del cemento se logran mejores resultados en cuanto a la resistencia adquirida a los 28 días de curado. Por ejemplo, para el diseño de  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, se registra una diferencia de S/. 20.63 en comparación con el concreto convencional (tabla N° 114), mientras que para  $f_c=240$  kg/cm<sup>2</sup>, la reducción de costo es de S/. 22.25 en relación al concreto patrón (tabla N° 118). De manera similar, para  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, se calcula un ahorro de S/. 24.72 según la tabla N° 122, y finalmente, para el diseño de  $f_c=350$  kg/cm<sup>2</sup> se observa un ahorro de S/. 29.78 según la tabla N° 126. Es importante mencionar que en el estudio de (Apaza, et al., 2019), se encontró que los costos disminuyen en comparación con el concreto convencional. Por ejemplo, para la sustitución con ceniza de hoja de maíz, se registró una reducción del 3.33%, mientras que la sustitución con ceniza de bagazo de caña de azúcar resultó en un costo bastante bajo, aunque afectó la trabajabilidad del concreto debido a la situación de producción de cebada en Arequipa.

## **CAPÍTULO IV.**

### **CONCLUSIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Se logró determinar la influencia de la ceniza de fondo de Eucalipto como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , substituyendo en parte el cemento por la ceniza de fondo de Eucalipto en diferentes proporciones, obteniendo como porcentaje significativo de sustitución el 6% y con mayor consideración el 9% en relación al concreto patrón de los concretos estructurales mayores a  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en la región del Cusco.

Se logró determinar la influencia de la ceniza de fondo de Eucalipto de la especie tratada *Eucalyptus Globulus*, como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , substituyendo parcialmente al cemento por la ceniza de fondo de Eucalipto *Eucalyptus Gobulus* en diferentes proporciones como se muestra en los resultados:

- Respecto al diseño de mezcla por el método ACI para el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ; los resultados son favorables al substituir el 6% y 9% del cemento por ceniza de fondo de Eucalipto obteniendo un aumento del 4.26% y 6.46% respectivamente a los 28 días de edad de la rotura de las probetas de la prueba a la compresión axial del concreto mientras que la substitución al 3% disminuye en 0.43% la resistencia a la del concreto patrón.
- Para el diseño de mezcla por el método ACI para el concreto  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ ; los resultados son favorables al substituir 6% y 9% del cemento por el aditivo obteniendo un aumentó de 4.63% y 7.04% respectivamente a los 28 días de edad de la rotura de las probetas de la prueba a la compresión axial del concreto, mientras que la substitución al 3% disminuye en 0.80% la resistencia a la del concreto patrón.
- En el tercer diseño de mezcla por el método ACI para el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ; los resultados son favorables al substituir 6% y 9% del cemento por el aditivo obteniendo un

aumentó de 3.62% y 7.36% respectivamente a los 28 días de edad de la rotura de las probetas de la prueba a la compresión axial del concreto, mientras que la sustitución al 3% disminuye en 0.74% la resistencia a la del concreto patrón.

- Respecto al diseño de mezcla por el método ACI para el concreto  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ ; los resultados son favorables al sustituir el 3%, 6% y 9% del cemento por ceniza de fondo de eucalipto obteniendo un aumento del 0.28%, 4.67% y 6.89% respectivamente a los 28 días de edad de la rotura de las probetas de la prueba a la compresión axial del concreto.

Obteniendo como porcentaje significativo de sustitución el 6%, y con mayor consideración el 9% en relación al concreto patrón de los concretos estructurales mayores a  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  en la región del Cusco.

En consideración al objetivo específico sobre la composición química de la ceniza de fondo de Eucalipto de la especie tratada *Eucalyptus Globulus* en relación a la composición química del cemento se demuestra que los porcentajes de los componente químicos como son el Óxido de Calcio (CaO) que representa 23.00%, la sílice (SiO<sub>2</sub>) que representa 3.20% y el óxido de magnesio (MgO) que representa 2.00% del total actuaron de manera significativa en la resistencia a la compresión axial de los diferentes concretos en las adiciones del 3%, 6% y 9% con respecto al concreto patrón.

El diseño de mezcla se realizó con los diferentes porcentajes de sustitución en relación al cemento determinando que a mayor porcentaje de sustitución el resultado es favorable, es decir aumenta de manera progresiva la resistencia a la compresión de los diferentes diseños de mezcla investigados, y se determinó que es factible la sustitución al 3%,6% y 9% de cemento por ceniza de fondo de Eucalipto, presentando mejores resultados la sustitución al 9% de ceniza de fondo de eucalipto. La resistencia a la compresión del concreto de los diferentes diseños investigados resultó estadísticamente similar en los diseños  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=240\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=350\text{ kg/cm}^2$  ya que los resultados como se muestran en las tablas N°134, N° 137, N° 140 y N° 143 comparación de diseños experimentales mediante la prueba de Tukey nos demuestran que numéricamente los resultados son distintos, mientras que estadísticamente los resultados son

parecidos, y todos los resultados son diferentes a la rotura en los 28 días de curado, obteniendo como mejor resultado el T4 sustitución al 9% de ceniza de fondo en relación al peso del cemento.

Los costos de elaboración de concretos estructurales mayores a  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituidos parcialmente al 9% de ceniza de fondo de Eucalipto en relación al peso del cemento según las figuras N° 56, N° 57, N° 58 y N° 59 determinan costos más accesibles y menores en relación al costo de elaboración de los concretos patrones por metro cúbico, disminuyendo el costo para la adquisición de cemento para los usuarios, en cuanto a la relación de costo y resistencia según las figuras N° 56, N° 57, N° 58 y N° 59 los costos de mayor consideración así como los mejores resultados a la compresión a la edad de 28 días de curado se presentan sustituyendo el 9% de ceniza de fondo de Eucalipto de la especie tratada *Eucalyptus Globulus* en relación al peso del cemento.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar ensayos y estudios especializados a la ceniza de fondo de Eucalipto para poder obtener mejores resultados de las propiedades físicas, químicas y mecánicas, para así poder realizar un diseño de mezcla con los porcentajes adecuados para la elaboración de concretos estructurales en la región del Cusco.

Es necesario realizar el quemado homogéneo del Eucalipto y mejorar las condiciones físicas de los hornos artesanales de la región del Cusco, ya que, por ser artesanales, la ceniza de fondo que se obtiene de estos no son las más aptas y adecuadas para elaborar concretos de alta resistencia, debido a que contiene alto grado de impurezas y componentes orgánicos que no reaccionan de buena manera con el cemento.

Es recomendable realizar más investigaciones sustituyendo el cemento por la ceniza de fondo de Eucalipto en porcentajes mayores al 9%, para poder obtener resistencias más favorables a la de los concretos convencionales o patrones, ya que al sustituir por debajo del 3% y 6% se obtiene resultados similares al de los concretos patrones. Asimismo, se recomienda hacer uso de aditivos plastificantes para poder obtener una mezcla más homogénea y con mayor grado de resistencia y trabajabilidad.

Se recomienda realizar una adecuada cuantificación del costo beneficio de la sustitución parcial de la ceniza de fondo de Eucalipto en relación al cemento, debido que la resistencia a la compresión axial de las probetas sustituyendo el 3%, 6% y 9% dieron resultados similares al concreto estándar, de manera que el uso de la ceniza de fondo de Eucalipto en bajos porcentajes de sustitución disminuye el costo de la elaboración del concreto.

Se recomienda y se propone a los investigadores poner más empeño y énfasis en la reutilización de desechos orgánicos y de ceniza provenientes de cualquier tipo de hornos de combustión de materia orgánica para poder darle uso en la construcción y el concreto como aditivo de sustitución del cemento ayudando a mantener vivo nuestro medio ambiente.

Se recomienda realizar otros ensayos en estado fresco del concreto para determinar la trabajabilidad, el contenido de humedad y la temperatura, de igual forma realizar ensayos en estado endurecido que permitan determinar el comportamiento durante las pruebas de flexión del concreto y módulo de elasticidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ARIAS, Fidias G., 2012.** *El proyecto de investigación 5ta edición. Introducción a la metodología científica.* Caracas, Venezuela.

**APAZA Y SALCEDO, E y L. 2019.** *Influencia de la ceniza de hoja de maíz, cáscara de cebada y bagazo de caña de azúcar (materiales puzolánicos artificiales), como sustitutos parciales del cemento en la resistencia del concreto para diseños  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Arequipa.* Arequipa, Perú.

**Brown, Jack C. McCormac y Russell H. 2011.** *Diseño de concreto reforzado.* México: © 2011. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V, 2011. 978-607-707-231-7.

**CHINGUEL, Rossynny 2020.** *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsíllice con ceniza de hoja de eucalipto.* Lima, Perú.

**DELGADO Y DELGADO, Rafael y Edgar 2008.** *Mejoramiento de la resistencia a la flexión del concreto con adición de viruta de acero con porcentajes de 6, 8, 10, 12% y 14% respecto al agregado fino de la mezcla.* Bucaramanga, Colombia.

**FERNANDEZ, S. 2009.** *Evaluación de concretos puzolánicos elaborados con contenido de ceniza de hoja de maíz para uso estructural.* Universidad Central de Venezuela.

**FRIETES & MELANIE, 2013,** “*Estudio de la resistencia a compresión en mezcla de concreto, sustituyendo el 10% en peso de cemento por ceniza de las hojas secas de palma chaguaramo como material puzolánico*”. Universidad Central de Venezuela.

*Investigación experimental sobre los modelos normativos de fisuración en piezas de hormigón armado sometidas a flexión pura.* **Fernandez Gomez, Jaime Antonio y Calderón Bello, Enrique. 2010.** 12, Madrid: Informes de la Construcción, 2010, Vol. 62. 1988-3234.

*Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo.* Carrillo Julián, Alcocer Sergio M, Aperador William. 2012. 285-298, Bogotá: Ingeniería Investigación y Tecnología, 2012, Vol. 14. 1405-7743.

*Prueba de resistencia a la compresión del concreto.* NRMCA. 2015. EEUU: Federación iberoamericana, 2015, Vol. 20.

**QUEVEDO, Víctor 2018.** *Resistencia a la compresión y tracción del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo el cemento con 7%, 9% y 11% de ceniza de bagazo de caña de azúcar.* Chimbote, Perú.

**RENOBALES G. Y SALLES, J. 2001.** *Eucalyptus Globulus: morfología y ecología* <https://www.ehu.es/documents/1686888/3913390/26.+Eucalyptus+globulus.pdf> recuperado y obtenido de <https://www.ehu.es/documents>.

**RIVERA, GERARDO A. 2010.** *CONCRETO.* Civilgeeks.com: civil, 2010.

**Sampieri, Roberto Hernandez. 2014.** *Metodología de la investigación.* México: McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 978-1-4562-2396-0.

**SOLANO, Juan 2020.** *Influencia de las cenizas de hojas de eucalipto en las propiedades del concreto simple para morteros en muros portantes.* Huancayo, Perú.

**SWISSCONTACT 2012,** *Perú Memoria Anual 2012,* [https://www.swisscontact.org/fileadmin/user\\_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Memoria\\_Anual\\_2012.pdf](https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Memoria_Anual_2012.pdf). Lima, Perú

**TOIRAC, José, 2004,** “Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón; origen y prevención”. Santo Domingo, República Dominicana.

**TUPA, Alberto 2018.** *Concreto estructural liviano con escoria y ceniza volcánica del distrito de Yura.* Arequipa, Perú.

**Vargas Cordero, Zoila Rosa. 2009.** *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica.* Estado de México: Revista Educación, 2009. vol. 33. 0379-7082.

**VILLANUEVA, Janel 2017.** *Resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con sustitución de 15 % de cemento por cenizas de hojas de eucalipto de hornos artesanales.* Huaraz, Perú.

## **ANEXOS**

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 0145. Matriz de consistencia.

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>MARCO TEORICO</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>METODOLOGIA</b>
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Antecedente Internacional</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable</b>	<b>Método:</b> Científico.
¿De qué manera influye la ceniza de fondo de Eucalipto como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la región del Cusco?	Determinar la influencia de la ceniza de fondo de Eucalipto como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f'c=210\text{ kg/cm}$ en la región del Cusco.	Villareal (2016) en su tesis de titulación titulada “Diseño de un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino”, realizada en Ecuador en la Universidad Técnica De Ambato, tuvo como objetivo general diseñar un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino. A través de los tiempos, la investigación ha buscado conseguir cualidades en la producción del hormigón realmente	La ceniza de fondo de Eucalipto influye factiblemente como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la región del Cusco.	<b>Independiente</b> Ceniza de fondo de Eucalipto. <b>Dimensiones</b> Porcentaje (%) de sustitución de ceniza de fondo de eucalipto en relación al peso del cemento. Propiedades Físicas Propiedades Químicas Comparación de costos: concreto	<b>Tipo:</b> Aplicada. <b>Nivel:</b> Explicativo. <b>Diseño:</b> Experimental – cuasi experimental. <b>Población:</b> Probetas de concreto. <b>Muestra:</b> 144 muestras de probetas de concreto con diseño patrón y diseño con sustitución de 3%, 6% y 9% de ceniza de fondo de Eucalipto en
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>		<b>Hipótesis Específicas</b>		
1.- ¿De qué manera influye los componentes	1.- Determinar la influencia de los		1.- Los componentes químicos de la ceniza de		

químicos de la ceniza de fondo de Eucalipto en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ?	componentes químicos novedosas que requieran y permitan de la ceniza de fondo de Eucalipto en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .	2.- Determinar la influencia del diseño de mezcla con la adición de la ceniza de fondo de Eucalipto en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .	Antecedente Nacional (Alberto, 2010) sostiene que se representa una caracterización y estudio del comportamiento puzolánico entre el hidróxido de calcio (CH) y cenizas de hojas de eucalipto que fue obtenido por calcinación de eucalipto a $600\text{ }^\circ\text{C}$	fondo de Eucalipto patrón; concreto con relación al peso del cemento. influyen de buena manera en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f_c=210\text{kg/cm}^2$ . 2.- El diseño de mezcla con la adición de la ceniza de fondo de Eucalipto influyen de buena manera en la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .	<b>Variable Dependiente</b> Resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a $f_c=210\text{kg/cm}^2$ <b>Dimensiones</b> Diseño de mezcla Resistencia a la compresión.	<b>Instrumentos</b> Hoja de registro de datos. Balanza de laboratorio. Reporte de laboratorio. Molde para probetas y viga de concreto. Prensa para ensayo de compresión, tracción y flexión de concreto. <b>Técnicas de Procesamiento de Datos</b> Observación Fichas técnicas
--	---	--	---	---	---	--

---

<p>3.- ¿Cuáles son los costos del concreto patrón y el concreto con adición de ceniza de fondo de Eucalipto en la elaboración y la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math>?</p>	<p>3.- Determinar los costos del concreto patrón y el concreto con adición de ceniza de fondo de Eucalipto en la elaboración y la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math>.</p>	<p>durante 2 horas en un horno eléctrico de laboratorio. En una sustitución 0%, 5%, 10%, 15%. Hoja de eucalipto cocida en atmósfera abierta y después se calentó a <math>600^{\circ}\text{C}</math> durante 2 h en un horno se encontró que era un material amorfo que contiene sílice amorfa. La ceniza se caracterizó por análisis químico, de polvo de difracción de rayos X y técnicas SEM.</p> <p>Reacciones de la ceniza con el hidróxido de calcio mostraron a puzolánica ser en la naturaleza. La reactividad puzolánica aumentó con el tiempo y la temperatura. Cuando el 20% en peso ceniza de hojas de eucalipto se mezcló</p>	<p>3.- Los costos del concreto patrón y el concreto con adición de ceniza de fondo de Eucalipto influyen en la elaboración y la resistencia a la compresión de concretos estructurales mayores a <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math>.</p>	<p>Trabajo en Laboratorio Hojas de cálculo de MS Excel.</p>
---	--	---	--	---

---

---

con cemento Portland, la resistencia a la compresión es en menos de los 28 días de hidratación fue comparable a la que sin cenizas. Esto era debido a reacciones puzolánicas. El mecanismo de se ha discutido reactividad puzolánica.

### **Marco Teórico Referencial**

Propiedades químicas de las cenizas de fondo de Eucalipto.

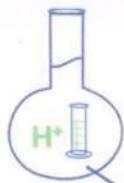
Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , concreto  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ , concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  y concreto  $f'c=350\text{kg/cm}^2$ .

Resistencia a la compresión del concreto.

---

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2: ANALISIS FISICO QUIMICO DE LAS CENIZAS DE FONDO DE EUCALIPTO



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

**INFORME N° LQ 0221-21**  
**ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE CENIZA**

**SOLICITA :** DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO  
 SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
 Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
 Universidad Continental

**TESIS :** \*CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'C=210 KG/CM2 EN LA REGION DEL CUSCO\*

**MUESTRA :** Ceniza de Fondo de Eucalipto de Hornos Artesanales

**DISTRITO :** San Jerónimo

**PROVINCIA :** Cusco

**DEPARTAMENTO :** Cusco

**FECHA DE INFORME :** 23/07/21

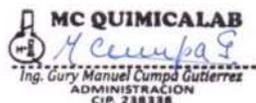
**RESULTADOS :**

DETERMINACIONES		UNIDAD	M1
Oxido de calcio	CaO	%	23
Oxido de Magnesio	MgO	%	2.0
Silice	SiO <sub>2</sub>	%	3.2
pH			10
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	%	0.22
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	%	0.105
Otros componentes		%	71.5

**METODOS DE ANALISIS:**

Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF) y los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.

**NOTA:** Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.



*Mario Cumpa Cayuri*  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
 INGENIERO QUIMICO  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16188

## ANEXO 3: DISEÑO DE MEZCLA



### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

#### PROYECTO:

“CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO”

#### UBICACIÓN:

Localización : CUSCO  
Distrito : CUSCO  
Provincia : CUSCO  
Region : CUSCO

#### SOLICITA:

BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO

#### CANTERAS:

Agregado	1	<b>Agregado Fino (arena):</b>	CANTERA
Agregado	2	<b>Agregado Grueso (Piedra Chancada):</b>	CANTERA

#### CEMENTO:

Tipo IP CEMENTO MULTI-PROPOSITO YURA: De fraguado normal

#### RESISTENCIA:

$F'c =$	210	$\text{Kg/cm}^2$
$F'c =$	240	$\text{Kg/cm}^2$
$F'c =$	280	$\text{Kg/cm}^2$
$F'c =$	350	$\text{Kg/cm}^2$

#### FECHA:

JUNIO - 2021



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223624

**DOSIFICACIONES FINALES**

**DOSIFICACIONES FINALES**

Material	POR Kg. De Cemento		Por tanda de bolsa de		por metro cubico de	
	cantidad	Unidad	cantidad	Unidad	cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg	42.50	kg	14.15	bls
Agregado Fino	1.07	kg	45.65	kg	646.11	kg
Agregado Grueso	1.50	kg	63.59	kg	900.13	kg
Agua	0.43	lits	18.08	lits	255.85	lits

**PROPORCIONES EN VOLUMEN APARENTE**

Material	cantidad	Unidad	volumen por m3 de C°		Proporcion por m3 de	
			cantidad	Unidad	cantidad	Unidad
Cemento	601.58	kg	<b>14.15</b>	bls	<b>14.86</b>	bls
Agregado Fino	646.11	kg	<b>0.38</b>	m3	<b>0.40</b>	m3
Agregado Grueso	900.13	kg	<b>0.62</b>	m3	<b>0.66</b>	m3
Agua	255.85	lits	<b>255.85</b>	L	<b>268.65</b>	L

**PROPORCIONES EN VOLUMEN APARENTE**

POR bolsa de Cemento

Material	cantidad	Unidad	cantidad	Unidad
Cemento	1.00	bls	1.00	bls
Agregado Fino	0.027	m3	0.99	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.044	m3	1.63	pie <sup>3</sup>
Agua	18.08	lits.	18.08	lits.



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223624

**VOLUMEN ABSOLUTO DE MATERIALES**

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	0.184	m3
Agua	0.215	m3
Aire	0.025	m3
Agregados	0.576	m3

**VOLUMENES ABSOLUTOS**

metodo	combinacion de MF, FULLER	PU varillado Agr. Grueso ACI	Combinacion Agregados
factor del agregado FINO	52.4%		58.5%
factor del agregado grueso	47.6%	b/b <sub>0</sub> 0.510	41.5%
volumen absoluto de agregado grueso	<b>0.274</b> <b>m3</b>	<b>0.330</b> <b>m3</b>	<b>0.239</b> <b>m3</b>

**SELEC:**

Agregado Fino	0.247	m3
Agregado Grueso	0.330	m3

**PESOS SECOS DE MATERIALES POR m3 DE CONCRETO**

Material	Cantidad	Unidad			
Cemento	523.11	kg			
Agregado Fino	585.28	kg			
Agregado Grueso	838.90	kg			
Agua	215.00	lits	total	2162.29	kg/m3

**PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD DE MATERIALES POR m3 DE CONCRETO**

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	523.11	kg
Agregado Fino	587.38	kg
Agregado Grueso	841.24	kg
Agua	239.11	lits

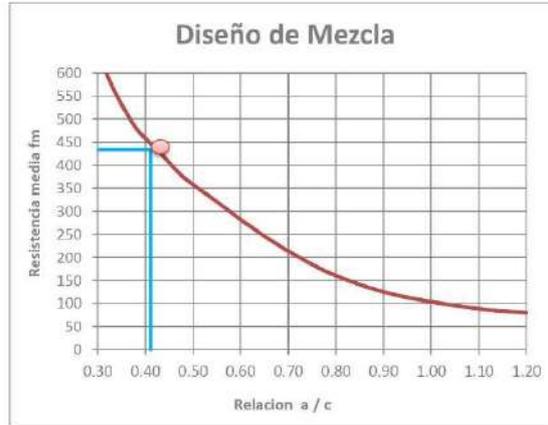
**DOSIFICACION OPTIMA**

POR m3 de C<sup>+</sup> + % Desperdicio

Material	OPTIMO	Unidad			
Cemento	601.58	kg			
Agregado Fino	646.11	kg			
Agregado Grueso	900.13	kg			
Agua	255.85	lits	total	2403.68	kg/m3



**RELACION AGUA / CEMENTO**



$$a / c = \frac{\text{Peso Agua}}{\text{Peso Cemento}}$$

<b>RELACION a / c</b>
0.41

**CONTENIDO DE AGUA**

AGUA = 215 Lts

TM \ Slump	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	<b>200</b>	195	175	170	160	140
5" a mas	240	230	210	205	185	180	170	---

**CONTENIDO DE AIRE**

Contenido de Aire = 2.5 %

TM	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
cantidad de Aire	3	2.5	<b>2</b>	1.5	1	0.5	0.3	0.2

**CANTIDAD DE CEMENTO**

$$\text{CEMENTO} = \frac{\text{Peso Agua}}{\text{Relacion } a/c} = 523.11 \text{ Kg}$$



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223624

**MEZCLA DE CONCRETO**

Proyecto : "CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'C= 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

Solicitante : BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO

**ESPECIFICACIONES**

Tipo de Cemento Portland: Tipo IP CEMENTO MULTI-PROPOSITO YURA: De fraguado normal  
 Resistencia Proyectada f'c= 350 kg/cm2  
 Asentamiento: 3 pulg      76.2 mm      Plastica

**RESUMEN DE CARACTERISTICAS FISICAS**

CARACTERISTICAS	Cemento	Agr. Fino	Agr. Grueso	Unidad
P. Especifico	2850	2370.67	2545.45	Kg/m3
P.U. Seco Suelto	1500	1709.94	1442.44	Kg/m3
P.U. Seco Compactado		1901.17	1645.87	Kg/m3
Cont. Humedad		0.36	0.28	%
% de Absorcion		3.31	1.09	%

Tamaño Maximo	1"	25.40	mm
Tamaño Maximo Nominal	3/4"	19.05	mm
Modulo de Fineza	3.90		

**PROYECCION DE RESISTENCIA MEDIA**

*Tipo Control en la Elaboracion de la Mezcla de Concreto*

Grado de Control	Coefficiente de Variacion (v)	Desviacion Estandar (s)
Inferior	20%	0.25

*Possibilidad de Caer debajo del limite inferior*

Numero de Muestras	1 en 5	1 en 10	1 en 20	constante "t"
10	0.879	1.372	1.812	1.372

$$f'_{cp} = \frac{f'_c}{1 - t \times v} = 482.36 \text{ kg/cm}^2$$

**RESISTENCIA DE DISEÑO**

SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA REQUERIDA f'cr

Cuando no se conocen estadísticas de la resistencia del concreto (factor de seguridad). Según Norma E.060 Concreto Armado, capítulo 5 Calidad del concreto, mezclado y colocación, 5.3.2. Resistencia Requerida, tabla 5.3

f'c < 210 kg/cm2	f'cr = fc + 70 kg/cm2
210 kg/cm2 <= f'c <= 350 kg/cm2	f'cr = fc + 84 kg/cm3
350 kg/cm2 < f'c	f'cr = fc + 98 kg/cm4

por lo tanto la resistencia Promedio Requerida será: f'cr = 434 kg/cm2

escogemos f'cr = 434 kg/cm2



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223624

**DOSIFICACIONES FINALES**

**DOSIFICACIONES FINALES**

Material	POR Kg. De Cemento		Por tanda de bolsa de		por metro cubico de	
	cantidad	Unidad	cantidad	Unidad	cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg	42.50	kg	11.75	bls
Agregado Fino	1.42	kg	60.22	kg	707.78	kg
Agregado Grueso	1.80	kg	76.59	kg	900.13	kg
Agua	0.52	lits	21.97	lits	258.19	lits

**PROPORCIONES EN VOLUMEN APARENTE**

Material	cantidad	Unidad	volumen por m3 de C°		Proporcion por m3 de	
			cantidad	Unidad	cantidad	Unidad
Cemento	499.49	kg	<b>11.75</b>	bls	<b>12.34</b>	bls
Agregado Fino	707.78	kg	<b>0.41</b>	m3	<b>0.43</b>	m3
Agregado Grueso	900.13	kg	<b>0.62</b>	m3	<b>0.66</b>	m3
Agua	258.19	lits	<b>258.19</b>	L	<b>271.10</b>	L

**PROPORCIONES EN VOLUMEN APARENTE**

POR bolsa de Cemento

Material	cantidad	Unidad	cantidad	Unidad
Cemento	1.00	bls	1.00	bls
Agregado Fino	0.035	m3	1.30	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.053	m3	1.97	pie <sup>3</sup>
Agua	21.97	lits.	21.97	lits.



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223624

**VOLUMEN ABSOLUTO DE MATERIALES**

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	0.152	m3
Agua	0.215	m3
Aire	0.025	m3
Agregados	0.608	m3

**VOLUMENES ABSOLUTOS**

metodo	combinacion de MF, FULLER	PU varillado Agr. Grueso ACI	Combinacion Agregados
factor del agregado FINO	52.4%		58.5%
factor del agregado grueso	47.6%	b/b <sub>0</sub> 0.510	41.5%
volumen absoluto de agregado grueso	<b>0.289</b> <b>m3</b>	<b>0.330</b> <b>m3</b>	<b>0.252</b> <b>m3</b>

**SELEC:**

Agregado Fino	0.278	m3
Agregado Grueso	0.330	m3

**PESOS SECOS DE MATERIALES POR m3 DE CONCRETO**

Material	Cantidad	Unidad			
Cemento	434.34	kg			
Agregado Fino	659.12	kg			
Agregado Grueso	838.90	kg			
Agua	215.00	lits	total	2147.36	kg/m3

**PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD DE MATERIALES POR m3 DE CONCRETO**

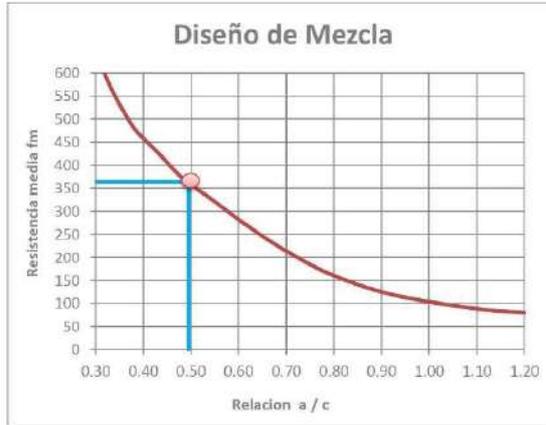
Material	Cantidad	Unidad
Cemento	434.34	kg
Agregado Fino	661.48	kg
Agregado Grueso	841.24	kg
Agua	241.30	lits

**DOSIFICACION OPTIMA**                      POR m3 de C<sup>+</sup> + % Desperdicio

Material	OPTIMO	Unidad			
Cemento	499.49	kg			
Agregado Fino	707.78	kg			
Agregado Grueso	900.13	kg			
Agua	258.19	lits	total	2365.60	kg/m3



**RELACION AGUA / CEMENTO**



$$a / c = \frac{\text{Peso Agua}}{\text{Peso Cemento}}$$

<b>RELACION a / c</b>
0.50

**CONTENIDO DE AGUA**

AGUA = 215 Lts

TM \ Slump	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	<b>200</b>	195	175	170	160	140
5" a mas	240	230	210	205	185	180	170	---

**CONTENIDO DE AIRE**

Contenido de Aire = 2.5 %

TM	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
cantidad de Aire	3	2.5	<b>2</b>	1.5	1	0.5	0.3	0.2

**CANTIDAD DE CEMENTO**

$$\text{CEMENTO} = \frac{\text{Peso Agua}}{\text{Relacion } a/c} = 434.34 \text{ Kg}$$



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223624

**MEZCLA DE CONCRETO**

Proyecto : "CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'C= 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

Solicitante : BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO

**ESPECIFICACIONES**

Tipo de Cemento Portland: Tipo IP CEMENTO MULTI-PROPOSITO YURA: De fraguado normal  
 Resistencia Proyectada f'c= 280 kg/cm2  
 Asentamiento: 3 pulg      76.2 mm      Plastica

**RESUMEN DE CARACTERISTICAS FISICAS**

CARACTERISTICAS	Cemento	Agr. Fino	Agr. Grueso	Unidad
P. Especifico	2850	2370.67	2545.45	Kg/m3
P.U. Seco Suelto	1500	1709.94	1442.44	Kg/m3
P.U. Seco Compactado		1901.17	1645.87	Kg/m3
Cont. Humedad		0.36	0.28	%
% de Absorcion		3.31	1.09	%

Tamaño Maximo	1"	25.40	mm
Tamaño Maximo Nominal	3/4"	19.05	mm
Modulo de Fineza	3.90		

**PROYECCION DE RESISTENCIA MEDIA**

*Tipo Control en la Elaboracion de la Mezcla de Concreto*

Grado de Control	Coefficiente de Variacion (v)	Desviacion Estandar (s)
Inferior	20%	0.25

*Possibilidad de Caer debajo del limite inferior*

Numero de Muestras	1 en 5	1 en 10	1 en 20	constante "t"
10	0.879	1.372	1.812	1.372

$$f'_{cp} = \frac{f'_c}{1 - t \times v} = 385.89 \text{ kg/cm}^2$$

**RESISTENCIA DE DISEÑO**

SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA REQUERIDA f'cr

Cuando no se conocen estadísticas de la resistencia del concreto (factor de seguridad). Según Norma E.060 Concreto Armado, capítulo 5 Calidad del concreto, mezclado y colocación, 5.3.2. Resistencia Requerida, tabla 5.3

f'c < 210 kg/cm2	f'cr = fc + 70 kg/cm2
210 kg/cm2 <= f'c <= 350 kg/cm2	f'cr = fc + 84 kg/cm3
350 kg/cm2 < f'c	f'cr = fc + 98 kg/cm4

por lo tanto la resistencia Promedio Requerida será: f'cr = 364 kg/cm2

escogemos f'cr = 364 kg/cm2



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223624

**DOSIFICACIONES FINALES**

**DOSIFICACIONES FINALES**

Material	POR Kg. De Cemento		Por tanda de bolsa de		por metro cubico de	
	cantidad	Unidad	cantidad	Unidad	cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg	42.50	kg	10.58	bls
Agregado Fino	1.66	kg	70.58	kg	746.58	kg
Agregado Grueso	2.00	kg	85.10	kg	900.13	kg
Agua	0.58	lits	24.52	lits	259.33	lits

**PROPORCIONES EN VOLUMEN APARENTE**

Material	cantidad	Unidad	volumen por m3 de C°		Proporcion por m3 de	
			cantidad	Unidad	cantidad	Unidad
Cemento	449.55	kg	<b>10.58</b>	bls	<b>11.11</b>	bls
Agregado Fino	746.58	kg	<b>0.44</b>	m3	<b>0.46</b>	m3
Agregado Grueso	900.13	kg	<b>0.62</b>	m3	<b>0.66</b>	m3
Agua	259.33	lits	<b>259.33</b>	L	<b>272.30</b>	L

**PROPORCIONES EN VOLUMEN APARENTE**

POR bolsa de Cemento

Material	cantidad	Unidad	cantidad	Unidad
Cemento	1.00	bls	1.00	bls
Agregado Fino	0.041	m3	1.53	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.059	m3	2.19	pie <sup>3</sup>
Agua	24.52	lits.	24.52	lits.



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223624

**VOLUMEN ABSOLUTO DE MATERIALES**

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	0.137	m3
Agua	0.215	m3
Aire	0.025	m3
Agregados	0.623	m3

**VOLUMENES ABSOLUTOS**

metodo	combinacion de MF, FULLER	PU varillado Agr. Grueso ACI	Combinacion Agregados
factor del agregado FINO	52.4%		58.5%
factor del agregado grueso	47.6%	b/b <sub>0</sub> 0.510	41.5%
volumen absoluto de agregado grueso	<b>0.296</b> <b>m3</b>	<b>0.330</b> <b>m3</b>	<b>0.259</b> <b>m3</b>

**SELEC:**

Agregado Fino	0.293	m3
Agregado Grueso	0.330	m3

**PESOS SECOS DE MATERIALES POR m3 DE CONCRETO**

Material	Cantidad	Unidad			
Cemento	390.91	kg			
Agregado Fino	695.25	kg			
Agregado Grueso	838.90	kg			
Agua	215.00	lits	total	2140.06	kg/m3

**PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD DE MATERIALES POR m3 DE CONCRETO**

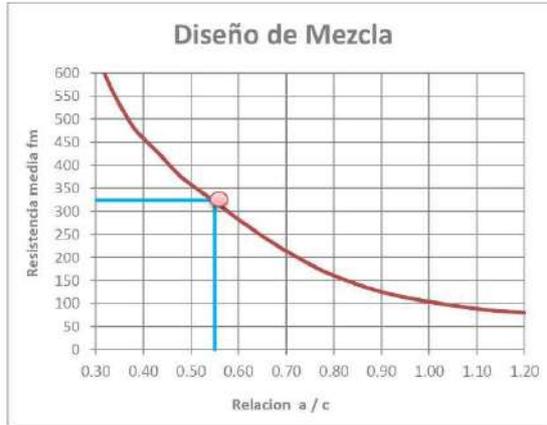
Material	Cantidad	Unidad
Cemento	390.91	kg
Agregado Fino	697.74	kg
Agregado Grueso	841.24	kg
Agua	242.37	lits

**DOSIFICACION OPTIMA**                      POR m3 de C<sup>+</sup> + % Desperdicio

Material	OPTIMO	Unidad			
Cemento	449.55	kg			
Agregado Fino	746.58	kg			
Agregado Grueso	900.13	kg			
Agua	259.33	lits	total	2355.59	kg/m3



**RELACION AGUA / CEMENTO**



$$a / c = \frac{\text{Peso Agua}}{\text{Peso Cemento}}$$

<b>RELACION a / c</b>
0.55

**CONTENIDO DE AGUA**

AGUA = 215 Lts

TM \ Slump	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	<b>200</b>	195	175	170	160	140
5" a mas	240	230	210	205	185	180	170	---

**CONTENIDO DE AIRE**

Contenido de Aire = 2.5 %

TM	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
cantidad de Aire	3	2.5	<b>2</b>	1.5	1	0.5	0.3	0.2

**CANTIDAD DE CEMENTO**

$$\text{CEMENTO} = \frac{\text{Peso Agua}}{\text{Relacion a/c}} = 390.91 \text{ Kg}$$



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223624

**MEZCLA DE CONCRETO**

Proyecto : "CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'C= 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

Solicitante : BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO

**ESPECIFICACIONES**

Tipo de Cemento Portland: Tipo IP CEMENTO MULTI-PROPOSITO YURA: De fraguado normal  
 Resistencia Proyectada f'c= 240 kg/cm2  
 Asentamiento: 3 pulg      76.2 mm      Plastica

**RESUMEN DE CARACTERISTICAS FISICAS**

CARACTERISTICAS	Cemento	Agr. Fino	Agr. Grueso	Unidad
P. Especifico	2850	2370.67	2545.45	Kg/m3
P.U. Seco Suelto	1500	1709.94	1442.44	Kg/m3
P.U. Seco Compactado		1901.17	1645.87	Kg/m3
Cont. Humedad		0.36	0.28	%
% de Absorcion		3.31	1.09	%

Tamaño Maximo                      1"                      25.40                      mm  
 Tamaño Maximo Nominal        3/4"                    19.05                      mm  
 Modulo de Fineza                    3.90

**PROYECCION DE RESISTENCIA MEDIA**

*Tipo Control en la Elaboracion de la Mezcla de Concreto*

Grado de Control	Coefficiente de Variacion (v)	Desviacion Estandar (s)
Inferior	20%	0.25

*Possibilidad de Caer debajo del limite inferior*

Numero de Muestras	1 en 5	1 en 10	1 en 20	constante "t"
10	0.879	1.372	1.812	1.372

$$f'_{cp} = \frac{f'_c}{1 - t \times v} = 330.76 \text{ kg/cm}^2$$

**RESISTENCIA DE DISEÑO**

SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA REQUERIDA f'cr

Cuando no se conocen estadísticas de la resistencia del concreto (factor de seguridad). Según Norma E.060 Concreto Armado, capítulo 5 Calidad del concreto, mezclado y colocación, 5.3.2. Resistencia Requerida, tabla 5.3

f'c < 210 kg/cm2	f'cr = fc + 70 kg/cm2
210 kg/cm2 <= f'c <= 350 kg/cm2	f'cr = fc + 84 kg/cm3
350 kg/cm2 < f'c	f'cr = fc + 98 kg/cm4

por lo tanto la resistencia Promedio Requerida será: f'cr = 324 kg/cm2

escogemos f'cr = 324 kg/cm2



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223624

**DOSIFICACIONES FINALES**

**DOSIFICACIONES FINALES**

Material	POR Kg. De Cemento		Por tanda de bolsa de		por metro cubico de	
	cantidad	Unidad	cantidad	Unidad	cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg	42.50	kg	9.78	bls
Agregado Fino	1.86	kg	79.06	kg	772.99	kg
Agregado Grueso	2.17	kg	92.06	kg	900.13	kg
Agua	0.63	lits	26.60	lits	260.11	lits

**PROPORCIONES EN VOLUMEN APARENTE**

Material	cantidad	Unidad	volumen por m3 de C°		Proporcion por m3 de	
			cantidad	Unidad	cantidad	Unidad
Cemento	415.55	kg	<b>9.78</b>	bls	<b>10.27</b>	bls
Agregado Fino	772.99	kg	<b>0.45</b>	m3	<b>0.47</b>	m3
Agregado Grueso	900.13	kg	<b>0.62</b>	m3	<b>0.66</b>	m3
Agua	260.11	lits	<b>260.11</b>	L	<b>273.11</b>	L

**PROPORCIONES EN VOLUMEN APARENTE**

POR bolsa de Cemento

Material	cantidad	Unidad	cantidad	Unidad
Cemento	1.00	bls	1.00	bls
Agregado Fino	0.046	m3	1.71	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.064	m3	2.36	pie <sup>3</sup>
Agua	26.60	lits.	26.60	lits.



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223624

**VOLUMEN ABSOLUTO DE MATERIALES**

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	0.127	m3
Agua	0.215	m3
Aire	0.025	m3
Agregados	0.633	m3

**VOLUMENES ABSOLUTOS**

metodo	combinacion de MF, FULLER	PU varillado Agr. Grueso ACI	Combinacion Agregados
factor del agregado FINO	52.4%		58.5%
factor del agregado grueso	47.6%	b/b <sub>0</sub> 0.510	41.5%
volumen absoluto de agregado grueso	<b>0.301</b> <b>m3</b>	<b>0.330</b> <b>m3</b>	<b>0.263</b> <b>m3</b>

**SELEC:**

Agregado Fino	0.304	m3
Agregado Grueso	0.330	m3

**PESOS SECOS DE MATERIALES POR m3 DE CONCRETO**

Material	Cantidad	Unidad			
Cemento	361.34	kg			
Agregado Fino	719.84	kg			
Agregado Grueso	838.90	kg			
Agua	215.00	lits	total	2135.08	kg/m3

**PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD DE MATERIALES POR m3 DE CONCRETO**

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	361.34	kg
Agregado Fino	722.42	kg
Agregado Grueso	841.24	kg
Agua	243.09	lits

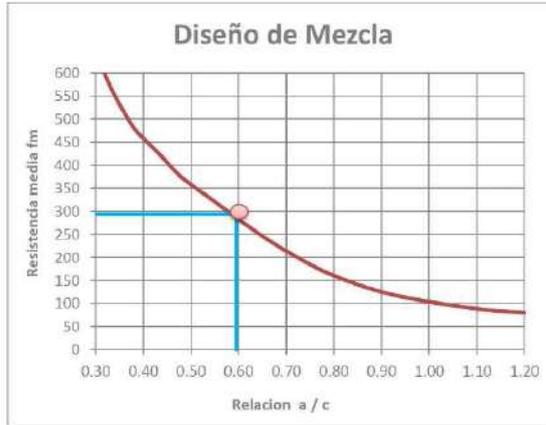
**DOSIFICACION OPTIMA**

POR m3 de C<sup>+</sup> + % Desperdicio

Material	OPTIMO	Unidad			
Cemento	415.55	kg			
Agregado Fino	772.99	kg			
Agregado Grueso	900.13	kg			
Agua	260.11	lits	total	2348.77	kg/m3



**RELACION AGUA / CEMENTO**



$$a / c = \frac{\text{Peso Agua}}{\text{Peso Cemento}}$$

<b>RELACION a / c</b>
0.60

**CONTENIDO DE AGUA**

AGUA = 215 Lts

TM \ Slump	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	<b>200</b>	195	175	170	160	140
5" a mas	240	230	210	205	185	180	170	---

**CONTENIDO DE AIRE**

Contenido de Aire = 2.5 %

TM	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
cantidad de Aire	3	2.5	<b>2</b>	1.5	1	0.5	0.3	0.2

**CANTIDAD DE CEMENTO**

$$\text{CEMENTO} = \frac{\text{Peso Agua}}{\text{Relacion } a/c} = 361.34 \text{ Kg}$$



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL.: +51974223624

**MEZCLA DE CONCRETO**

Proyecto : "CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'C= 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

Solicitante : BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO

**ESPECIFICACIONES**

Tipo de Cemento Portland: Tipo IP CEMENTO MULTI-PROPOSITO YURA: De fraguado normal  
 Resistencia Proyectada f'c= 210 kg/cm2  
 Asentamiento: 3 pulg      76.2 mm      Plastica

**RESUMEN DE CARACTERISTICAS FISICAS**

CARACTERISTICAS	Cemento	Agr. Fino	Agr. Grueso	Unidad
P. Especifico	2850	2370.67	2545.45	Kg/m3
P.U. Seco Suelto	1500	1709.94	1442.44	Kg/m3
P.U. Seco Compactado		1901.17	1645.87	Kg/m3
Cont. Humedad		0.36	0.28	%
% de Absorcion		3.31	1.09	%

Tamaño Maximo                      1"                      25.40                      mm  
 Tamaño Maximo Nominal        3/4"                    19.05                      mm  
 Modulo de Fineza                    3.90

**PROYECCION DE RESISTENCIA MEDIA**

*Tipo Control en la Elaboracion de la Mezcla de Concreto*

Grado de Control	Coefficiente de Variacion (v)	Desviacion Estandar (s)
Inferior	20%	0.25

*Possibilidad de Caer debajo del limite inferior*

Numero de Muestras	1 en 5	1 en 10	1 en 20	constante "t"
10	0.879	1.372	1.812	1.372

$$f'_{cp} = \frac{f'_c}{1 - t \times v} = 289.42 \text{ kg/cm}^2$$

**RESISTENCIA DE DISEÑO**

SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA REQUERIDA f'cr

Cuando no se conocen estadísticas de la resistencia del concreto (factor de seguridad). Según Norma E.060 Concreto Armado, capítulo 5 Calidad del concreto, mezclado y colocación, 5.3.2. Resistencia Requerida, tabla 5.3

f'c < 210 kg/cm2	f'cr = fc + 70 kg/cm2
210 kg/cm2 <= f'c <= 350 kg/cm2	f'cr = fc + 84 kg/cm3
350 kg/cm2 < f'c	f'cr = fc + 98 kg/cm4

por lo tanto la resistencia Promedio Requerida será: f'cr = 294 kg/cm2

escogemos f'cr = 294 kg/cm2





**DETERMINACION DEL VOLUMEN DE LOS AGREGADOS  
METODO DEL ACI**

Proyecto : "CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'c= 210 KG/CM<sup>2</sup> EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

Solicitante : BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO

El comité 211 del ACI parte del criterio que el agregado grueso de tamaño máximo nominal y granulometría esencialmente similares, deberán permitir obtener concretos de trabajabilidad satisfactoria cuando un determinado volumen de agregado grueso, en condiciones de seco y compactado, es empleado por unidad de volumen de concreto.

La tabla siguiente, elaborada por el comité 211 del ACI es función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de finura del agregado fino. Ella permite obtener un coeficiente  $b/b_0$  resultante de la división del peso seco del agregado grueso requerido por unidad cúbica de concreto entre el peso unitario seco y varillado del agregado grueso, expresado en kg/m<sup>3</sup>.

tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado Grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de finura del fino ( $b/b_0$ )			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
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	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

TMN : 3/4"

$m_f$  : 3.90 Módulo de finura Agregado Fino

$b/b_0$	0.51
---------	------



**DETERMINACION DEL VOLUMEN DE LOS AGREGADOS**  
**METODO DEL MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS**

Proyecto : "CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'c= 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

Solicitante : BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO

las investigaciones realizadas en la Universidad de Maryland han permitido establecer que la combinación de los agregados fino y grueso cuando tiene granulometrias comprendidas dentro de los valores de la Norma ASTM C 33, debe producirse un concreto trabajable, en condiciones ordinarias, si el modulo de finura de la combinación de agregados se aproxima a los valores indicados en la siguiente tabla:

tamaño máximo nominal del agregado grueso	Modulo de Finura de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas/ metro cubico 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

Los investigadores plantean dos ecuaciones:

$$m = r_f \times m_f + r_g \times m_g \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$r_f = \frac{(m_g - m) \times 100}{(m_g - m_f)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ecuaciones en las que:

- m** : modulo de finura de la combinación de agregados, tomada de la tabla anterior, en funcion del factor cemento de la mezcla y el tamaño máximo nominal del agregado grueso
- m<sub>f</sub>** : modulo de finura del agregado fino
- m<sub>g</sub>** : modulo de finura del agregado grueso
- r<sub>f</sub>** : porcentaje de agregado fino en relacion al volumen absoluto total del agregado
- r<sub>g</sub>** : porcentaje de agregado grueso en relacion al volumen absoluto total del agregado

**TMN** : 1"

**m<sub>f</sub>** : 3.90 Modulo de finura Agregado Fino

**m<sub>g</sub>** : 5.70 Modulo de finura Agregado Grueso

caso:	f'c = 140 kg/cm <sup>2</sup>	f'c = 175 kg/cm <sup>2</sup>	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	
bolsas de cemento	6.63	7.41	8.50	
<b>m</b> :	5.01	4.57	4.65	
<b>r<sub>f</sub></b> :	38.46%	63.00%	58.47%	% Agregado Fino
<b>r<sub>g</sub></b> :	61.54%	37.00%	41.53%	% Agregado Grueso

**MODULO DE FINEZA**

Proyecto: : "CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'c= 210 KG/CM2 EN LA REGION DEL CUSCO"

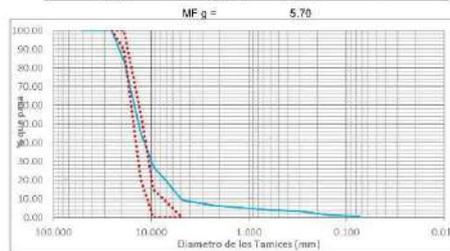
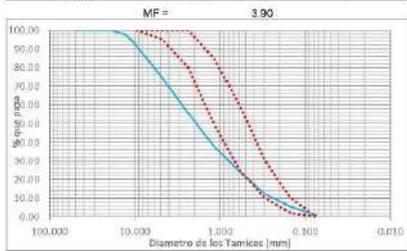
Solicitante: : BL. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BL. SHEYLA VOLANDA PALMA CASTILLO

Materia: Agregado Fino (arena): CANTERA

Materia: Agregado Grueso (Piedra Chiconada): CANTERA

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETEN. (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUM. %	PASANTE %
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	71.07	2.57	2.57	97.43
3/8"	9.525	103.94	3.62	6.19	93.81
Nº 4	4.760	475.85	16.48	18.67	81.52
Nº 8	2.380	514.00	17.84	36.51	63.49
Nº 16	1.190	409.50	14.28	50.79	49.21
Nº 30	0.590	375.95	13.01	63.80	36.20
Nº 50	0.297	326.65	11.49	75.29	24.71
Nº 100	0.149	184.13	6.48	81.77	18.23
Nº 200	0.074	127.32	4.48	86.25	13.75
Capacita	Ø	23.28	0.84	87.09	12.91
<b>SUMA</b>		<b>2782.71</b>	<b>100.00</b>		

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETEN. (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUM. %	PASANTE %
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	507.46	15.96	15.96	84.04
1/2"	12.700	1298.14	39.05	55.01	44.99
3/8"	9.525	550.00	17.58	72.59	27.41
Nº 4	4.760	585.00	18.33	90.92	9.08
Nº 8	2.380	77.73	2.44	93.36	6.64
Nº 16	1.190	47.40	1.49	94.85	5.15
Nº 30	0.590	35.04	1.10	95.95	4.05
Nº 50	0.297	24.46	0.77	96.72	3.28
Nº 100	0.149	65.33	2.05	98.77	1.23
Nº 200	0.074	18.59	0.59	99.36	0.64
Capacita	Ø	22.10	0.79	100.00	0.00
<b>SUMA</b>		<b>3180.36</b>	<b>100.00</b>		



**ASFI INGENIERIA SRL**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 SAC SANTIAGO SURUCCI - CUSCO TEL: 051 9832284



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-6 - CUSCO    CEL: +51974223624

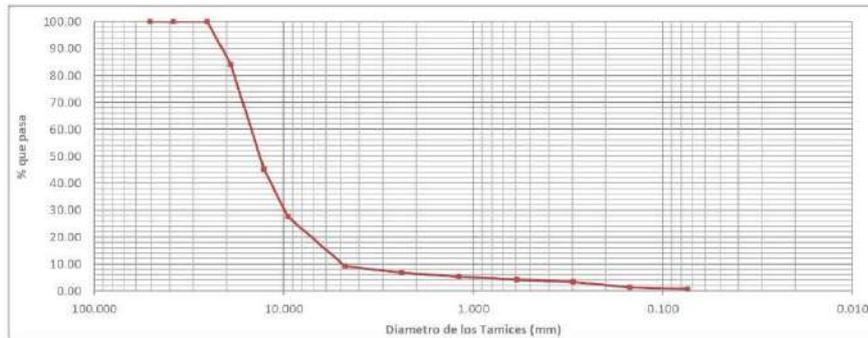
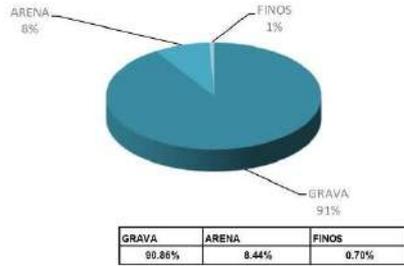
### ENSAYOS DE CALIDAD DE AGREGADOS (NTP - 339.128 - ASTM - D4318)

Proyecto	: "CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'c= 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN DEL CUSCO"		
Solicitante	: BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO	Región	: CUSCO
Cantera	: CANTERA	Provincia	: CUSCO
Material	: Agregado Grueso (Piedra Chancada): CANTERA	Distrito	: CUSCO
Muestra	: "M2"    Preparada por el solicitante	Fecha	: JUNIO - 2021

MUESTRA \_\_\_\_\_ 2 CODIGO : A-02 CLASIFICACIÓN : CANTERA

GRANULOMETRIA 3181.00 gr.

TAMIZ ASTM	Apertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO %	PASANTE %
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	507.46	15.98	84.04
1/2"	12.700	1238.14	38.93	45.11
3/8"	9.525	559.00	17.58	27.54
Nº 4	4.760	585.00	18.39	9.14
Nº 8	2.380	77.73	2.44	6.70
Nº 16	1.190	47.40	1.49	5.21
Nº 30	0.590	35.04	1.10	4.11
Nº 50	0.297	24.46	0.77	3.34
Nº 100	0.149	65.35	2.05	1.28
Nº 200	0.074	18.59	0.58	0.70
Cazuela	0	22.19	0.70	0.00
TOTAL		3180.36	100	





# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

### CARACTERISTICAS FISICAS AGREGADOS

#### ENSAYOS DE CALIDAD DE AGREGADOS

(NTP - 339.128 - ASTM - D4318)

PROYECTO :	"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'c= 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN DEL CUSCO"		SOLICITA:	BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO
UBICACIÓN :	CUSCO - CUSCO - CUSCO - CUSCO		FECHA:	JUNIO - 2021
CANTERA :	Agregado Grueso (Piedra Chancada):	CANTERA		
EXTRACCION :	Proporcionado por el solicitante			

MUESTRA : 2 CODIGO : A-02 CLASIFICACIÓN : CANTERA

#### CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) ASTM-D2216

Peso o Volumen	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 2	Unidad
Peso del Molde	21.08	23.29	24.24	gr.
Peso de Muestra Natural	81.2	80.95	97.13	gr.
Peso Muestra seca	81.03	80.79	96.93	gr.
Humedad	0.284	0.278	0.275	%

Contenido de Humedad 0.279 %

#### PESO UNITARIO SUELTO

Peso o Volumen	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Unidad
Peso del Muestra + Molde	12212	12115	11680	gr.
Peso de Molde	7547	7435	7026	gr.
Peso de la Muestra	4665	4680	4654	gr.
Volumen del Molde	3229.96	3245.14	3229.96	cm3
Peso Unitario Suelto	1.444	1.442	1.441	gr / cm3

Peso Unitario Suelto Promedio 1.442 gr / cm3

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Peso o Volumen	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Unidad
Peso del Muestra + Molde	12834	12718	12429	gr.
Peso de Molde	7547	7435	7026	gr.
Peso de la Muestra	5287	5283	5403	gr.
Volumen del Molde	3229.96	3245.14	3229.96	cm3
Peso Unitario Compactado	1.637	1.628	1.673	gr / cm3

Peso Unitario Compactado Promedio 1.646 gr / cm3

#### ABSORCION

AGREGADO GRUESO	Ensayo 1	Ensayo 2	Unidad
Peso Muestra Saturada Superf. Sec.	1726	1254	
Peso Muestra seca	1708	1240	
Absorcion	1.05	1.13	%

Absorcion Promedio 1.09 %

#### PESO ESPECIFICO SECO

AGREGADO GRUESO	Ensayo 1	Unidad
Peso Canastilla Sumergida	276	gr.
Peso de Muestra Sat. Sup. Seca	1726	gr.
Peso (canastilla+muestra) Sumergida	1331	gr.
Peso muestra seca	1708	gr.
Volumen de la Muestra	671.00	cm3
Peso específico	2545	Kg/cm3

Peso Especifico Seco 2545.45 Kg/cm3



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-6 - CUSCO    CEL: +51974223624

### ENSAYOS DE CALIDAD DE AGREGADOS (NTP - 339.128 - ASTM - D4318)

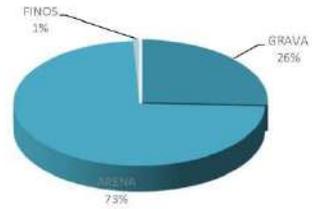
Proyecto : "CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'c= 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

Solicitante : SR. DIEGO CAMILO RIMACHISARMIENTO - RR. SIERRA Y MOLANDA PALMA CASTILLO    Región : CUSCO  
 Cantera : CANTERA    Provincia : CUSCO  
 Material : Agregado Fino - CANTERA    Distrito : CUSCO  
 Muestra : "M1"    Preparada por el solicitante    Fecha : JUNIO - 2021

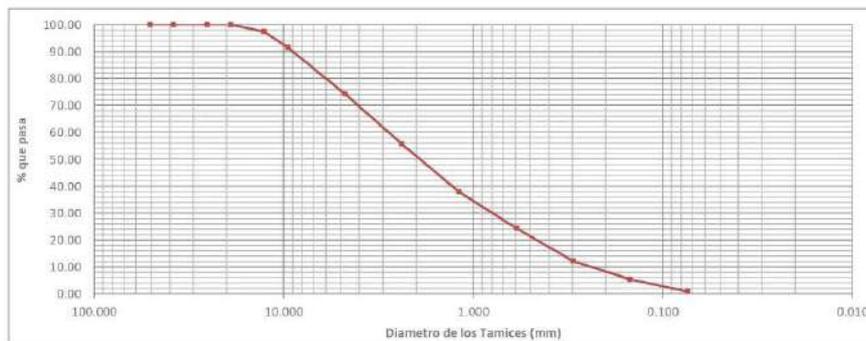
MUESTRA : 1    CODIGO : A-01    CLASIFICACIÓN : CANTERA

GRANULOMETRIA    2763.00 gr.

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO %	PASANTE %
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	71.07	2.57	97.43
3/8"	9.525	163.64	5.92	94.08
N° 4	4.760	475.85	17.22	82.78
N° 8	2.380	514.90	18.64	81.36
N° 16	1.190	489.92	17.73	82.27
N° 30	0.590	375.95	13.61	86.39
N° 50	0.297	336.66	12.19	87.81
N° 100	0.149	184.13	6.66	93.34
N° 200	0.074	127.32	4.61	95.39
Cazuela	0	23.28	0.84	99.16
TOTAL		2762.71	100	



GRAVA	ARENA	FINOS
25.72%	73.44%	0.84%





**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20690236645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223624

**CARACTERISTICAS FISICAS AGREGADOS**

NTP - 339.128 - ASTM - D4318

PROYECTO :	"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'c= 210 KG/CM2 EN LA REGION DEL CUSCO"	SOLICITA:	BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO
UBICACION :	CUSCO - CUSCO - CUSCO - CUSCO	FECHA:	JUNIO - 2021
CANTERA :	Agregado Fino (arena):	CANTERA	
EXTRACCION :	Proporcionado por el solicitante		

MUESTRA : 1                      CODIGO : A-01                      CLASIFICACION : CANTERA

**CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD)**                      ASTM-D2216

Peso o Volumen	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Unidad
Peso del Molde	20.98	22.3	15.95	gr.
Peso de Muestra Natural	77.08	95.44	82.25	gr.
Peso Muestra seca	76.88	95.17	82.02	gr.
Humedad	0.358	0.371	0.348	%

Contenido de Humedad                      0.359                      %

**PESO UNITARIO SUELTO**

Peso o Volumen	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Unidad
Peso del Muestra + Molde	13072	12981	12550	gr.
Peso de Molde	7547	7435	7026	gr.
Peso de la Muestra	5525	5546	5524	gr.
Volumen del Molde	3229.96	3245.14	3229.96	cm3
Peso Unitario Suelto	1.711	1.709	1.710	gr / cm3

Peso Unitario Suelto Promedio                      1.710                      gr / cm3

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Peso o Volumen	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Unidad
Peso del Muestra + Molde	13719	13617	13123	gr.
Peso de Molde	7547	7435	7026	gr.
Peso de la Muestra	6172	6182	6097	gr.
Volumen del Molde	3229.96	3245.14	3229.96	cm3
Peso Unitario Compactado	1.911	1.905	1.888	gr / cm3

Peso Unitario Compactado Promedio                      1.901                      gr / cm3

**ABSORCION**

AGREGADO FINO	Ensayo 1	Ensayo 2	Unidad
Peso Muestra Saturada Superf. Sec.	256.78	245.01	
Peso Muestra seca	248.92	236.79	
Absorcion	3.16	3.47	%

Absorcion Promedio                      3.31                      %

**PESO ESPECIFICO SECO**

AGREGADO FINO	Ensayo 1	Unidad
Peso de Muestra Seca	248.92	gr.
Peso (fiola + muestra sss + agua)	892	gr.
Peso (fiola + agua)	733	gr.
Volumen de la Muestra	105	cm3
Peso especifico	2371	Kg/cm3

Peso Especifico Seco                      2370.67                      Kg/cm3

ANEXO 4: ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE LAS PROBETAS CILINDRICAS DE C°



**ASET INGENIERIA SRL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

**INFORME N°: 060-2021**

**Compresión Simple de Probetas Cilindricas de Concreto**

**PROYECTO:**

**"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F'C= 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN DEL CUSCO"**

**UBICACIÓN:**

Localización : CUSCO  
Distrito : CUSCO  
Provincia : CUSCO  
Region : CUSCO

**SOLICITA:**

BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO

**PROBETAS:** 144 Briquetas elaboradas por el Solicitante

**OBSERVACIONES:** \* El Laboratorio no se hace responsable de la mala y/o incorrecta codificación de las probetas de concreto (Briquetas).



**FECHA:**

CUSCO, 24 DE AGOSTO - 2021

**EXPRESIÓN DE RESULTADOS**



**ASET**  
**INGENIERIA S.R.L.**  
ING° ELIZABETH TAPIA INGA  
CIP. 151724  
GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

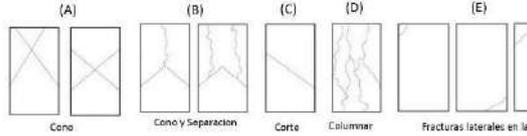
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

Solicitante: **DR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - DR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO**  
 Ubicación: **CUSCO**

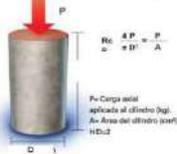
Fecha: **28/08/2021**  
 Muestra: **Testigos Cilíndricos de Concreto**

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28))	15.20	30.60
	15.10	30.40
	15.40	
	15.40	
Prom.:	15.28	30.50
Dial	727.70	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28))	15.10	30.40
	15.10	30.60
	15.30	
	15.20	
Prom.:	15.18	30.50
Dial	712.80	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28))	14.90	30.00
	15.10	30.10
	15.00	
	15.00	
Prom.:	15.00	30.05
Dial	700.20	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	

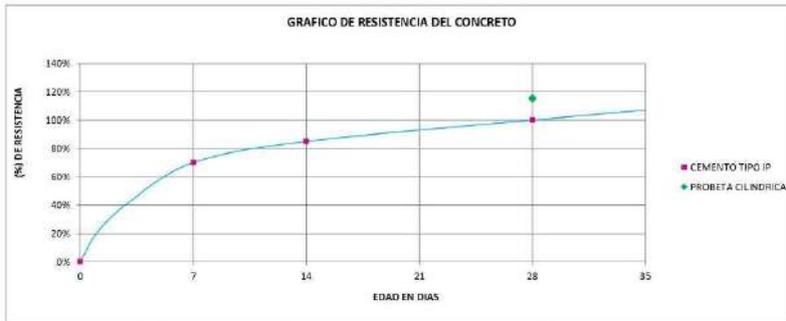
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28))	26/07/2021	28/08/2021	28	350	74204.75	189.25	404.35	116%
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28))	26/07/2021	28/08/2021	28	350	70685.97	180.86	401.88	115%
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28))	26/07/2021	28/08/2021	28	350	74400.53	176.71	404.04	115%



**Observación:** Las Briguetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

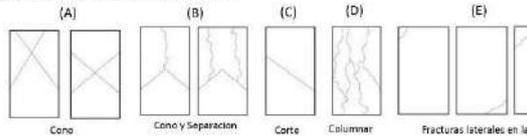
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

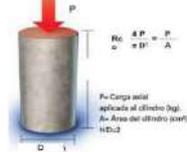
**Fecha:** 28/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	15.70	30.00
	14.80	30.00
	15.10	
	15.00	
<b>Prom.:</b>	<b>15.15</b>	<b>30.00</b>
Dial	695.10	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	15.00	29.90
	15.30	30.00
	15.00	
	15.00	
<b>Prom.:</b>	<b>15.08</b>	<b>29.95</b>
Dial	692.60	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	15.20	30.10
	15.00	
	15.10	
<b>Prom.:</b>	<b>15.08</b>	<b>30.10</b>
Dial	694.70	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	

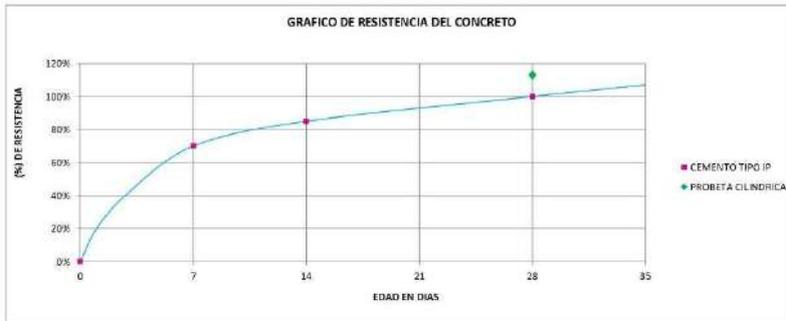
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	26/07/2021	28/08/2021	28	210	70880.47	180.27	858.20	112%
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	26/07/2021	28/08/2021	28	210	70625.54	178.49	895.69	113%
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	26/07/2021	28/08/2021	28	210	70839.69	178.49	896.89	113%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

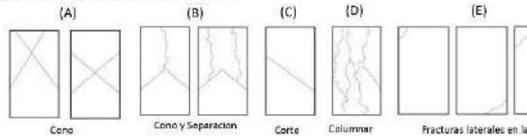
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

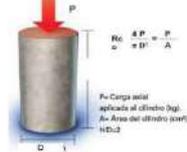
**Fecha:** 28/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (10%)	15.20	30.00
	15.20	30.00
	15.00	
	15.00	
Prom.:	15.10	30.00
Dial	666.50	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (10%)	15.50	30.00
	15.00	30.00
	15.00	
	15.00	
Prom.:	15.13	30.00
Dial	666.80	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (10%)	14.90	30.00
	15.00	29.90
	15.10	
	14.90	
Prom.:	14.98	29.95
Dial	652.90	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	

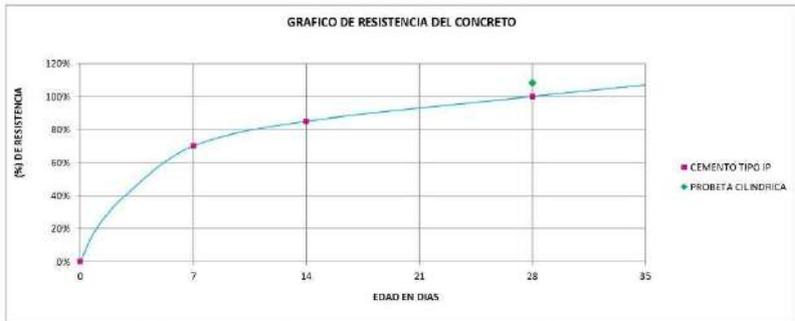
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRÓN FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (10%)	26/07/2021	28/08/2021	28	350	67964.09	479.08	379.52	108%
MUESTRA PATRÓN FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (10%)	26/07/2021	28/08/2021	28	350	67994.68	479.67	378.44	108%
MUESTRA PATRÓN FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (10%)	26/07/2021	28/08/2021	28	350	66577.27	476.13	378.01	108%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ING. ELIZABETH TAPIA INGA**  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

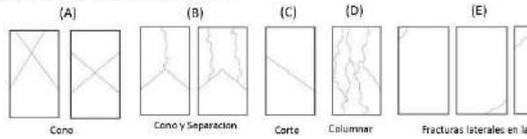
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

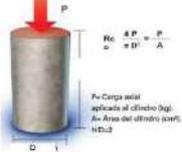
**Fecha:** 17/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (08)	14,90	30,00
	15,00	30,00
	14,90	
	15,00	
Prom.:	14,95	30,00
Dial	663,50	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (08)	15,90	30,00
	14,60	30,00
	15,70	
	14,70	
	Prom.:	15,23
Dial	665,00	KN
Tipo de falla	CORTE	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (08)	15,20	30,00
	15,10	30,00
	14,90	
	15,00	
Prom.:	15,05	30,00
Dial	654,10	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	

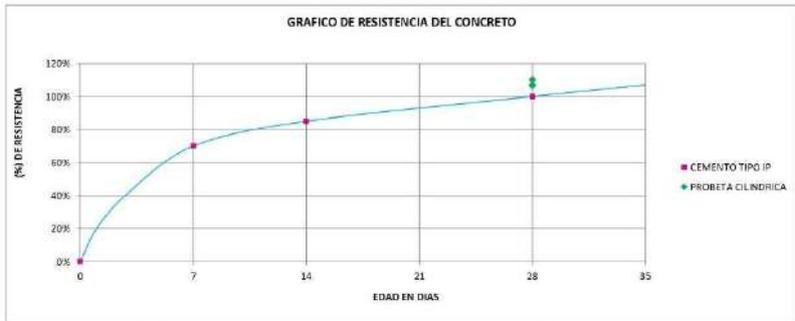
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
	MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (08)	20/07/2021					17/08/2021	28
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (08)	20/07/2021	17/08/2021	28	350	67811,13	182,06	372,47	105%
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (08)	20/07/2021	17/08/2021	28	350	66629,64	177,89	374,94	107%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ING. ELIZABETH TAPIA INGA**  
 CIP: 18774  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

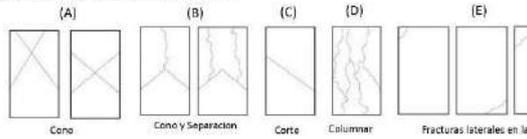
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

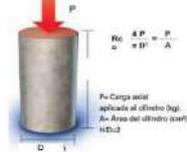
**Fecha:** 09/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (24))	14.90	30.03	MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (24))	14.80	29.90	MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (24))	14.90	30.00
	14.90	29.98		14.60	30.00		15.00	30.00
	15.10			14.70			14.90	
	15.10			14.70			15.00	
<b>Prom.:</b>	15.00	30.01	<b>Prom.:</b>	14.70	29.95	<b>Prom.:</b>	14.95	30.00
<b>Dial</b>	593.40	KN	<b>Dial</b>	577.50	KN	<b>Dial</b>	592.20	KN
<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL	

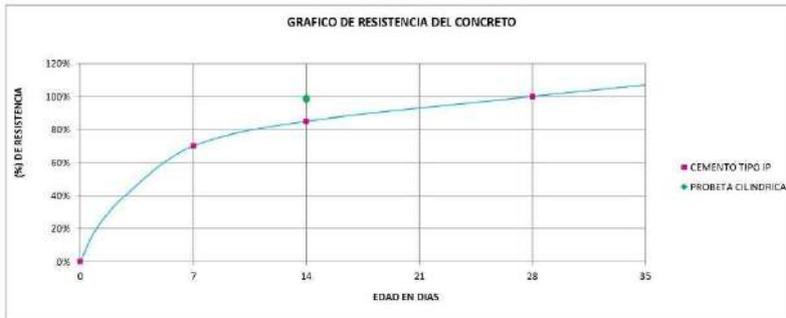
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (24))	26/07/2021	09/08/2021	14	350	60509.96	176.71	342.42	98%
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (24))	26/07/2021	09/08/2021	14	350	58881.64	169.72	346.96	99%
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (24))	26/07/2021	09/08/2021	14	350	60367.53	175.54	344.01	98%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

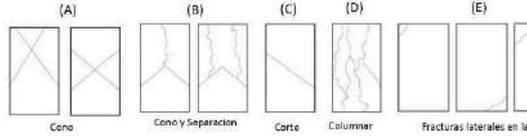
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

Solicitante: **DR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - DR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO**  
 Ubicación: **CUSCO**

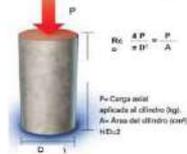
Fecha: **09/08/2021**  
 Muestra: **Testigos Cilíndricos de Concreto**

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> ) (I)	14.90	30.00
	14.90	30.10
	14.60	
	14.70	
Prom.:	14.78	30.05
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> ) (II)	14.90	29.98
	15.00	30.01
	14.90	
	14.70	
Prom.:	14.88	30.00
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> ) (III)	15.10	29.90
	14.90	30.00
	14.90	
	15.00	
Prom.:	14.98	29.95
Dial	548.20	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Dial	546.30	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Dial	553.60	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	

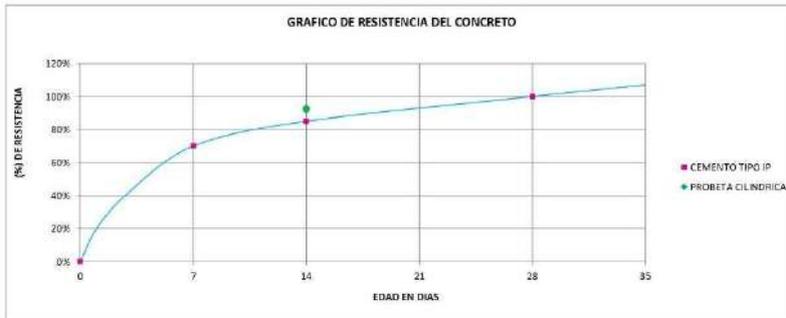
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> ) (I)	26/07/2021	09/08/2021	14	350	55900.84	371.45	326.04	93%
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> ) (II)	26/07/2021	09/08/2021	14	350	55707.10	373.78	320.56	92%
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> ) (III)	26/07/2021	09/08/2021	14	350	57063.30	376.13	323.99	93%



**Observación:** Las Brinquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

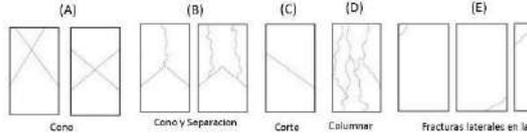
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

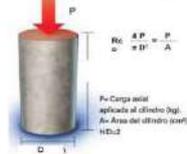
**Fecha:** 09/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (98)	14.90	29.96
	14.90	30.01
	14.70	
	14.70	
Prom.:	14.80	29.99
Dial	501.90	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (98)	15.00	29.98
	14.80	30.00
	14.70	
	14.70	
Prom.:	14.80	29.99
Dial	506.60	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (98)	15.00	30.00
	14.90	30.00
	15.10	
	15.00	
Prom.:	15.00	30.00
Dial	510.90	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	

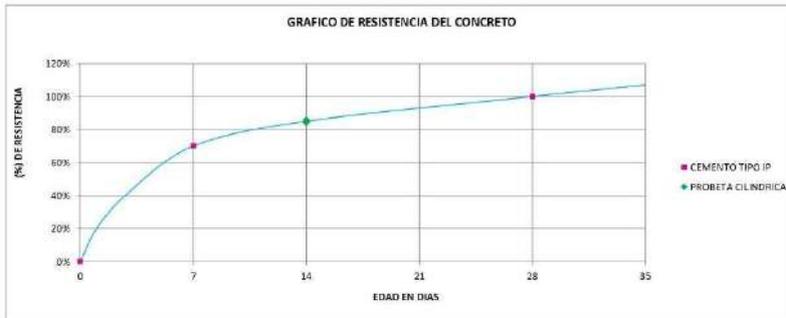
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRÓN FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (98)	26/07/2021	09/08/2021	14	350	51199.56	172.08	297.50	85%
MUESTRA PATRÓN FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (98)	26/07/2021	09/08/2021	14	350	51652.82	172.08	300.28	86%
MUESTRA PATRÓN FC=350 kg/cm <sup>2</sup> (98)	26/07/2021	09/08/2021	14	350	50077.30	176.71	294.81	84%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

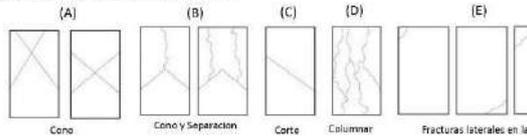
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

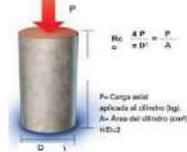
**Fecha:** 03/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (04)	14.60	30.00	MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (04)	14.80	29.90	MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (04)	15.10	30.10
	14.60	30.20		14.60	30.00		15.00	30.00
	14.50			14.70			15.10	
	14.50			14.70			15.00	
<b>Prom.:</b>	14.55	30.10	<b>Prom.:</b>	14.70	29.95	<b>Prom.:</b>	15.05	30.05
<b>Dial</b>	504.30	KN	<b>Dial</b>	516.20	KN	<b>Dial</b>	540.90	KN
<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL	

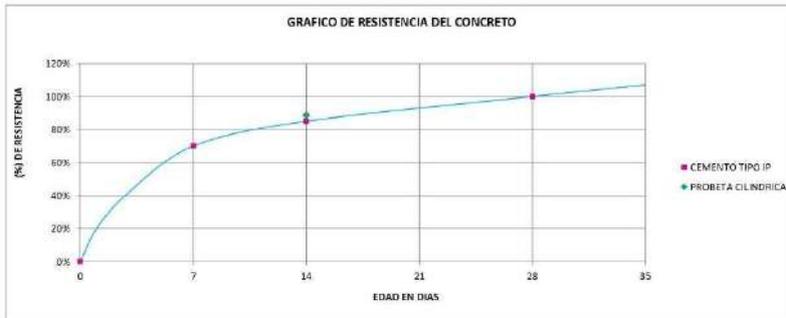
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (04)	20/07/2021	03/08/2021	14	350	58124.29	166.27	309.28	88%
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (05)	20/07/2021	03/08/2021	14	350	52837.75	169.72	310.15	89%
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (06)	20/07/2021	03/08/2021	14	350	55156.45	177.89	310.05	89%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

PROYECTO: CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO

SOLICITANTE: BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO

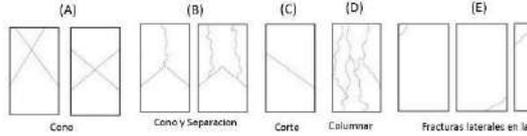
UBICACIÓN: CUSCO

FECHA: 02/08/2021

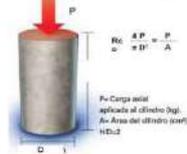
MUESTRA: Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ) (04)	14.90	29.99	MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ) (02)	15.40	30.60	MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ) (04)	14.60	30.00
	14.90	29.08		15.10	30.80		14.50	30.00
	14.80			15.00			14.60	
	14.80			15.20			14.60	
Prom.:	14.85	29.54	Prom.:	15.18	30.70	Prom.:	14.58	30.00
Dial	493.10	KN	Dial	515.40	KN	Dial	480.50	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL		Tipo de falla	FRACTURA LATERAL		Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

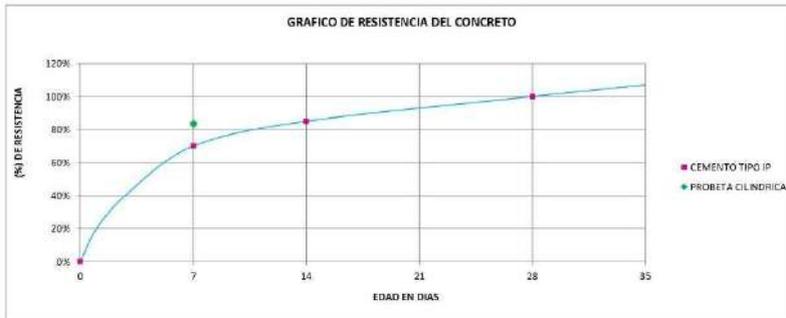
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ) (04)	26/07/2021	02/08/2021	7	350	50282.21	379.20	290.32	83%
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ) (02)	26/07/2021	02/08/2021	7	350	52556.17	180.86	290.59	83%
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ) (04)	26/07/2021	02/08/2021	7	350	48997.36	166.84	298.67	84%



Observación: Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

EQUIPO: Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

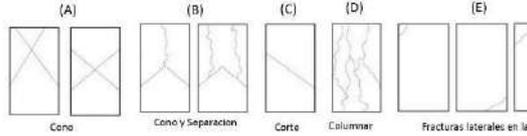
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ KG/CM}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

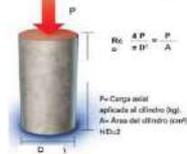
**Fecha:** 02/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=350 Kg/cm <sup>2</sup> (102))	15.10	30.00
	15.20	29.90
	14.80	
	14.70	
<b>Prom.:</b>	<b>14.95</b>	<b>29.95</b>
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=350 Kg/cm <sup>2</sup> (102))	15.00	30.00
	15.00	30.10
	14.80	
	14.80	
<b>Prom.:</b>	<b>14.90</b>	<b>30.05</b>
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=350 Kg/cm <sup>2</sup> (102))	14.90	30.00
	14.50	30.00
	14.60	
	14.60	
<b>Prom.:</b>	<b>14.65</b>	<b>30.00</b>
<b>Dial:</b>	<b>482.70</b>	<b>KN</b>
<b>Tipo de falla:</b>	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=350 Kg/cm <sup>2</sup> (102))	15.00	30.00
	15.00	30.10
	14.80	
	14.80	
<b>Prom.:</b>	<b>14.90</b>	<b>30.05</b>
<b>Dial:</b>	<b>487.00</b>	<b>KN</b>
<b>Tipo de falla:</b>	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=350 Kg/cm <sup>2</sup> (102))	14.90	30.00
	14.50	30.00
	14.60	
	14.60	
<b>Prom.:</b>	<b>14.65</b>	<b>30.00</b>
<b>Dial:</b>	<b>457.40</b>	<b>KN</b>
<b>Tipo de falla:</b>	FRACTURA LATERAL	

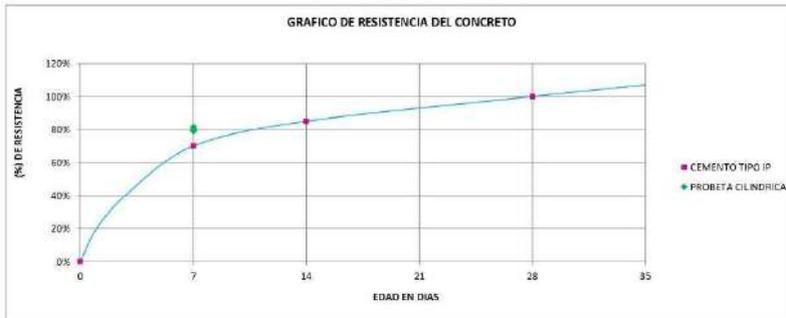
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON (FC=350 Kg/cm <sup>2</sup> (102))	26/07/2021	02/08/2021	7	350	49221.70	375.54	280.40	80%
MUESTRA PATRON (FC=350 Kg/cm <sup>2</sup> (102))	26/07/2021	02/08/2021	7	350	49660.18	374.37	284.80	81%
MUESTRA PATRON (FC=350 Kg/cm <sup>2</sup> (102))	26/07/2021	02/08/2021	7	350	46641.82	368.56	276.70	79%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

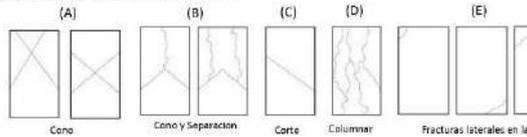
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

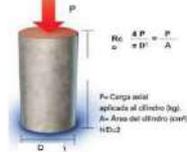
**Fecha:** 02/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	14,90	30,50
	15,00	29,70
	14,70	
	14,80	
<b>Prom.:</b>	<b>14,85</b>	<b>29,60</b>
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	14,90	30,10
	15,10	30,00
	14,80	
	14,80	
<b>Prom.:</b>	<b>14,90</b>	<b>30,05</b>
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	14,60	30,00
	14,60	30,00
	14,60	
	14,70	
<b>Prom.:</b>	<b>14,63</b>	<b>30,00</b>
Dial	440,50	KN
Tipo de falla	CONO Y SEPARACION	
Dial	445,00	KN
Tipo de falla	CONO Y SEPARACION	
Dial	422,30	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

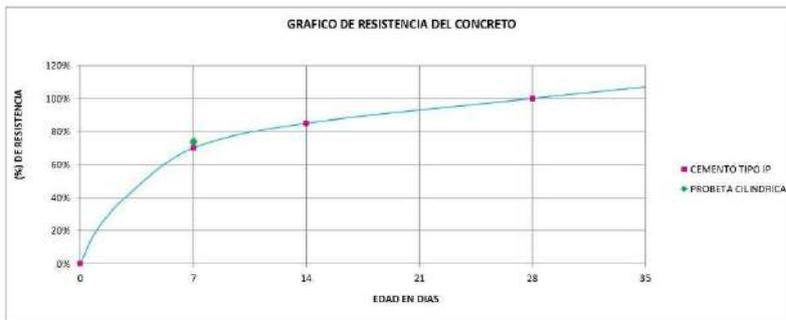
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	26/07/2021	02/08/2021	7	350	44918,50	279,20	283,35	74%
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	26/07/2021	02/08/2021	7	350	45377,37	274,37	260,24	74%
MUESTRA PATRON (FC=350 kg/cm <sup>2</sup> a 28 días)	26/07/2021	02/08/2021	7	350	43062,62	267,93	256,84	73%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

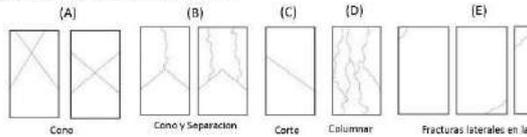
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

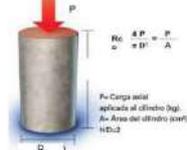
**Fecha:** 27/07/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (01)	14.50	29.00	MUESTRA PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (02)	15.10	30.10	MUESTRA PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (03)	14.70	30.00
	14.50	30.00		15.00	30.00		14.50	30.00
	14.50			15.10			14.70	
	14.60			15.10			14.60	
<b>Prom.:</b>	14.53	29.50	<b>Prom.:</b>	15.08	30.05	<b>Prom.:</b>	14.63	30.00
<b>Dial</b>	408.40	KN	<b>Dial</b>	430.30	KN	<b>Dial</b>	415.10	KN
<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL	

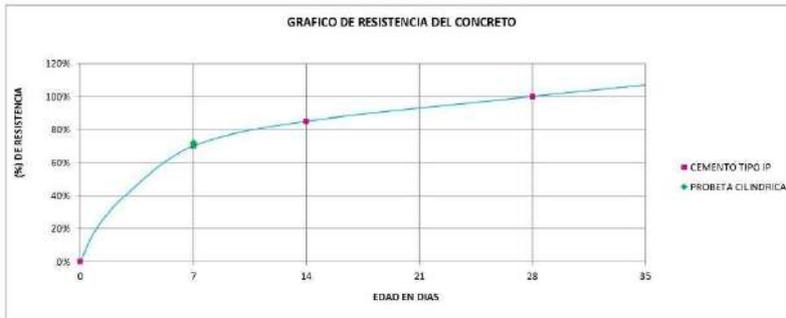
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (01)	20/07/2021	27/07/2021	7	350	41645.21	185.70	293.35	72%
MUESTRA PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (02)	20/07/2021	27/07/2021	7	350	43872.99	178.49	245.84	70%
MUESTRA PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (03)	20/07/2021	27/07/2021	7	350	40328.42	167.99	251.97	72%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

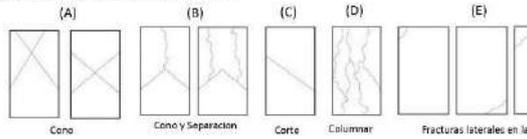
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

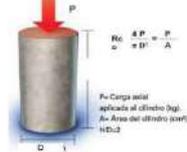
**Fecha:** 28/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> ) (99)	15.20	30.00
	15.10	29.80
	15.00	
	15.00	
<b>Prom.:</b>	<b>15.08</b>	<b>29.90</b>
<b>Dial:</b>	<b>565.80</b>	<b>KN</b>
<b>Tipo de falla:</b>	CONO	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> ) (100)	15.40	29.80
	15.20	29.90
	15.00	
	15.00	
<b>Prom.:</b>	<b>15.15</b>	<b>29.85</b>
<b>Dial:</b>	<b>561.30</b>	<b>KN</b>
<b>Tipo de falla:</b>	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> ) (2)	14.80	30.00
	15.10	30.00
	15.00	
	14.90	
<b>Prom.:</b>	<b>14.95</b>	<b>30.00</b>
<b>Dial:</b>	<b>550.20</b>	<b>KN</b>
<b>Tipo de falla:</b>	FRACTURA LATERAL	

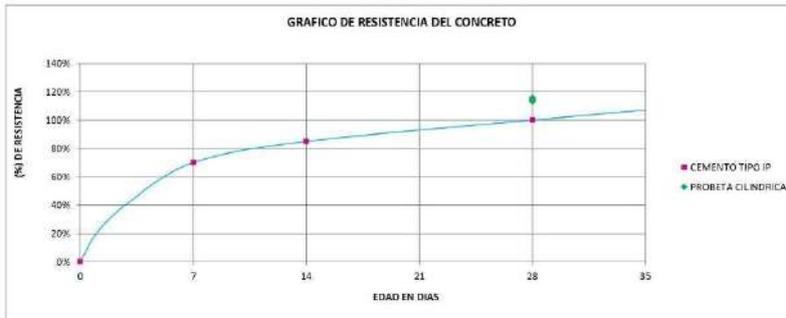
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> ) (99)	26/07/2021	28/08/2021	28	280	57695.54	378.49	328.25	115%
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> ) (100)	26/07/2021	28/08/2021	28	280	57286.67	380.27	317.51	113%
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> ) (98)	26/07/2021	28/08/2021	28	280	56104.79	375.54	315.62	114%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

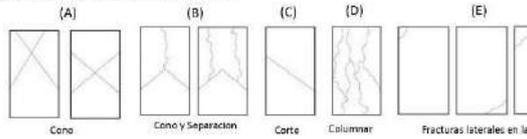
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

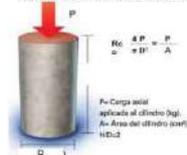
**Fecha:** 28/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (ISO))	15.20	29.90
	15.10	29.60
	14.90	
	14.90	
Prom.:	15.03	29.75
Dial	541.40	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (ISO))	15.10	29.90
	15.20	29.90
	15.00	
	15.00	
Prom.:	15.08	29.90
Dial	536.50	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (ISO))	15.40	30.10
	14.70	30.20
	14.70	
	14.90	
Prom.:	14.93	30.15
Dial	530.20	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	

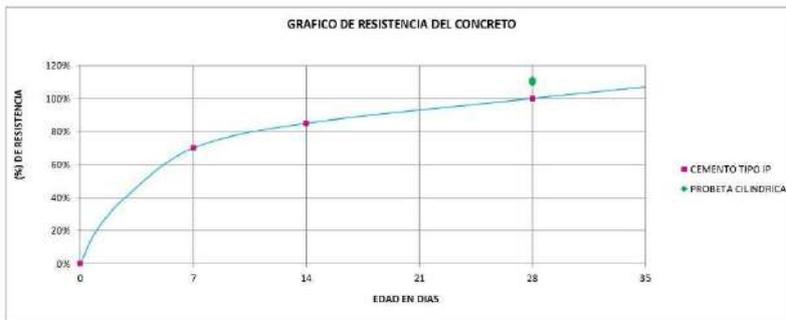
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (ISO))	26/07/2021	28/08/2021	28	280	55207.94	177.30	81.37	111%
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (ISO))	26/07/2021	28/08/2021	28	280	54707.77	178.49	80.6.51	109%
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (ISO))	26/07/2021	28/08/2021	28	280	54065.35	174.95	80.03	110%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

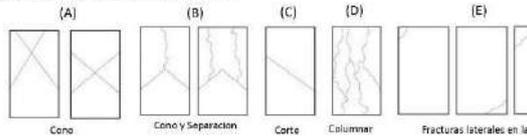
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

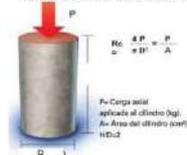
**Fecha:** 28/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (ISO)	15.20	30.00
	15.20	30.00
	15.00	
	15.00	
Prom.:	15.10	29.95
Dial	518.80	KN
Tipo de falla	CONO Y SEPARACION	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (ISO)	15.10	30.00
	15.20	30.00
	15.00	
	15.00	
Prom.:	15.08	30.00
Dial	521.20	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (ISO)	15.20	30.20
	15.10	30.20
	15.00	
	14.90	
Prom.:	15.05	30.20
Dial	514.20	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	

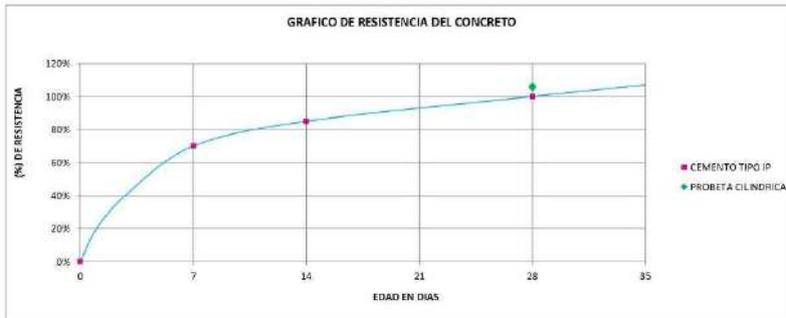
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESION DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (ISO)	26/07/2021	28/08/2021	28	280	52902.88	479.08	295.42	106%
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (ISO)	26/07/2021	28/08/2021	28	280	53447.64	478.49	297.77	106%
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (ISO)	26/07/2021	28/08/2021	28	280	52433.04	477.89	294.75	105%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

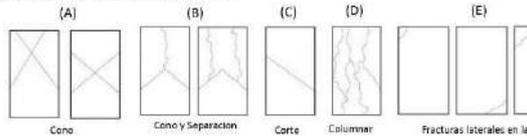
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

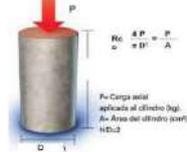
**Fecha:** 17/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON $f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$ (08)	14.70	31.00
	14.50	30.00
	14.50	
	14.50	
Prom.:	14.55	30.50
Dial	484.20	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON $f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$ (08)	15.10	30.20
	15.00	30.10
	15.10	
	15.00	
Prom.:	15.05	30.15
Dial	512.30	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON $f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$ (08)	14.80	30.00
	14.50	30.00
	14.70	
	14.70	
Prom.:	14.68	30.00
Dial	504.20	KN
Tipo de falla	CORTE	

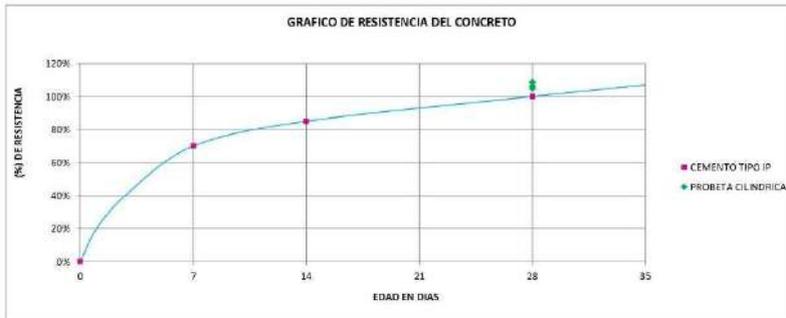
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON $f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$ (08)	20/07/2021	17/08/2021	28	280	49374.66	166.27	296.35	106%
MUESTRA PATRON $f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$ (08)	20/07/2021	17/08/2021	28	280	50240.06	177.89	288.66	105%
MUESTRA PATRON $f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$ (08)	20/07/2021	17/08/2021	28	280	51414.09	169.14	303.97	109%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

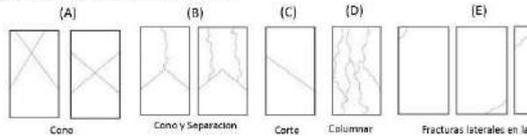
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

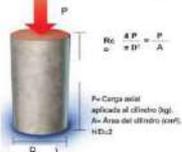
**Fecha:** 09/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (28)	15.00	29.95
	14.90	29.97
	14.70	
	14.70	
Prom.:	14.83	29.96
Dial	479.90	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (28)	14.80	30.00
	15.00	30.03
	14.70	
	14.70	
Prom.:	14.80	30.02
Dial	482.30	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (28)	15.20	30.00
	14.80	30.10
	15.00	
	15.00	
Prom.:	15.00	30.05
Dial	488.10	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

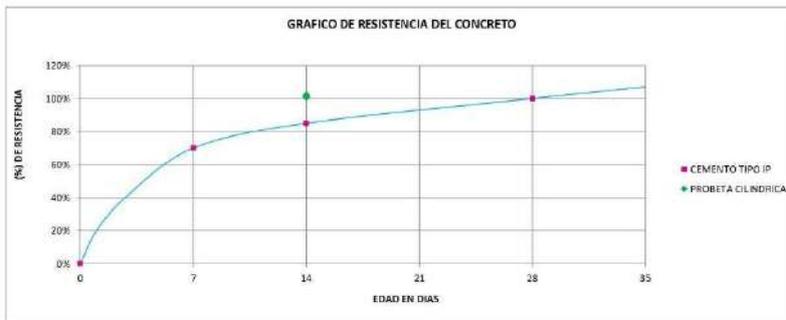
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (28)	26/07/2021	09/08/2021	14	280	48936.18	372.62	283.50	101%
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (28)	26/07/2021	09/08/2021	14	280	49180.91	372.08	285.88	102%
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (28)	26/07/2021	09/08/2021	14	280	49772.35	376.71	281.65	101%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

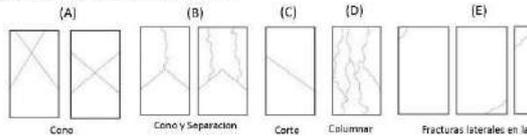
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F<sub>C</sub>= 210 KG/CM<sup>2</sup> EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

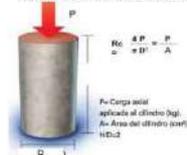
**Fecha:** 09/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=280 REGIÓN I-45 (H4)	14.75	29.97
	15.00	29.97
	14.60	
	14.70	
Prom.:	14.76	29.97
Dial	447.10	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=280 REGIÓN I-45 (S2)	14.90	30.00
	15.00	30.01
	15.10	
	15.00	
Prom.:	15.00	30.01
Dial	461.00	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=280 REGIÓN I-45 (S4)	15.00	30.00
	15.10	30.00
	15.00	
	15.00	
Prom.:	15.03	30.00
Dial	469.10	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	

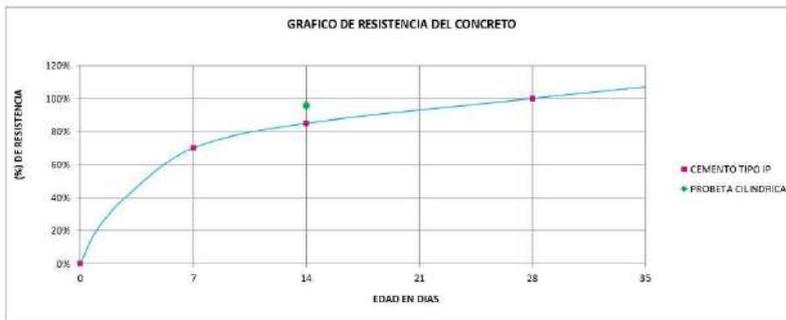
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					f <sub>c</sub> ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> ENSAYO / f <sub>c</sub> (%)
MUESTRA PATRÓN FC=280 REGIÓN I-45 (H4)	26/07/2021	09/08/2021	14	280	45591.51	174.16	266.36	95%
MUESTRA PATRÓN FC=280 REGIÓN I-45 (S2)	26/07/2021	09/08/2021	14	280	47008.92	176.74	266.02	95%
MUESTRA PATRÓN FC=280 REGIÓN I-45 (S4)	26/07/2021	09/08/2021	14	280	47834.89	177.30	269.79	96%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ING. ELIZABETH TAPIA INGA**  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

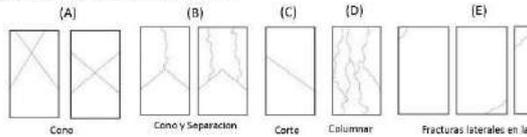
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Proyecto:** COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO  
**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

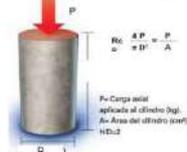
**Fecha:** 09/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (98))	14.90	29.96
	14.80	30.00
	14.70	
	14.60	
Prom.:	14.75	29.98
Dial	408.90	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (98))	15.00	29.91
	14.70	29.93
	14.70	
	14.70	
Prom.:	14.78	29.92
Dial	404.00	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (98))	14.80	29.80
	14.60	29.80
	14.70	
	14.50	
Prom.:	14.65	29.80
Dial	406.00	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

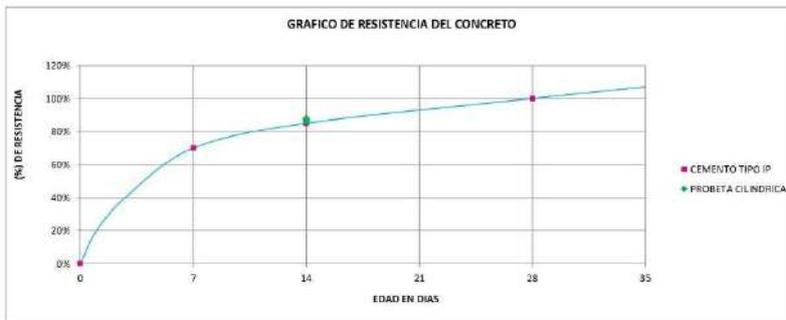
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (98))	26/07/2021	09/08/2021	14	280	41696.20	370.87	244.02	87%
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (98))	26/07/2021	09/08/2021	14	280	41196.54	371.45	240.28	86%
MUESTRA PATRON (FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (98))	26/07/2021	09/08/2021	14	280	41400.48	368.56	245.61	86%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

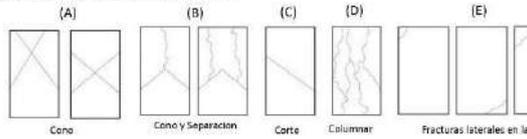
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

Solicitante: **DR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - DR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO**  
 Ubicación: **CUSCO**

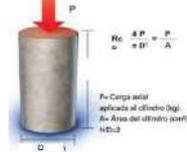
Fecha: **03/08/2021**  
 Muestra: **Testigos Cilíndricos de Concreto**

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (M)	14.80	30.00
	14.60	30.00
	14.80	
	14.60	
Prom.:	14.70	30.00
Dial	425.50	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (M)	14.60	30.00
	14.50	30.00
	14.60	
	14.60	
Prom.:	14.58	30.00
Dial	428.80	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (M)	14.70	30.00
	14.40	30.00
	14.60	
	14.60	
Prom.:	14.58	30.00
Dial	427.00	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

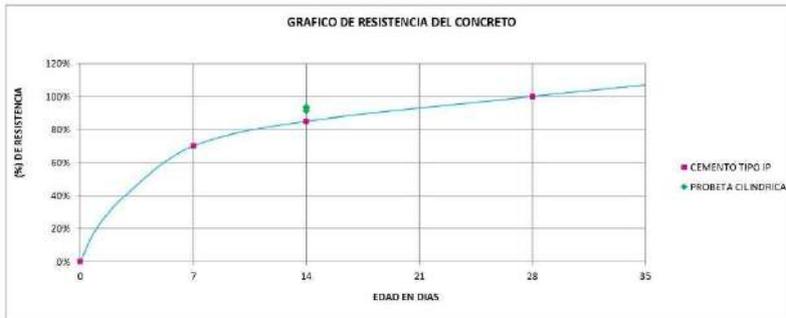
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (M)	20/07/2021	03/08/2021	14	280	43388.92	169.72	255.66	91%
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (M)	20/07/2021	03/08/2021	14	280	43725.43	166.84	262.08	94%
MUESTRA PATRON FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (M)	20/07/2021	03/08/2021	14	280	43541.62	166.84	260.92	93%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ING. ELIZABETH TAPIA INGA**  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

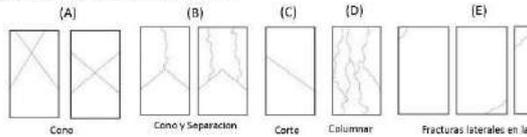
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F<sub>C</sub>= 210 KG/CM<sup>2</sup> EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

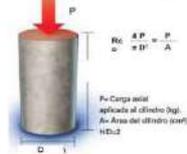
**Fecha:** 02/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=280 Kg/cm <sup>2</sup> (10)	14.90	29.95
	14.90	30.00
	14.70	
	14.60	
Prom.:	14.78	29.98
Dial	408.20	KN
Tipo de falla	CONO Y SEPARACION	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=280 Kg/cm <sup>2</sup> (10)	14.80	30.00
	15.10	29.70
	14.80	
	14.80	
Prom.:	14.88	29.85
Dial	410.30	KN
Tipo de falla	CONO Y SEPARACION	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=280 Kg/cm <sup>2</sup> (10)	14.50	30.00
	14.50	30.00
	14.50	
	14.70	
Prom.:	14.55	30.00
Dial	390.40	KN
Tipo de falla	CONO Y SEPARACION	

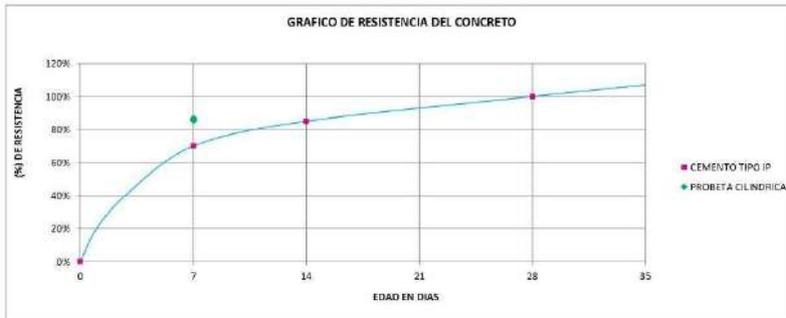
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					f <sub>c</sub> ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> ensayo / f <sub>c</sub> (%)
MUESTRA PATRÓN FC=280 Kg/cm <sup>2</sup> (10)	26/07/2021	02/08/2021	7	280	41624.82	174.45	242.78	87%
MUESTRA PATRÓN FC=280 Kg/cm <sup>2</sup> (10)	26/07/2021	02/08/2021	7	280	41238.96	173.78	240.76	86%
MUESTRA PATRÓN FC=280 Kg/cm <sup>2</sup> (10)	26/07/2021	02/08/2021	7	280	59809.72	166.27	239.43	86%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidraulica, capacidad 1000KN

**ING. ELIZABETH TAPIA INGA**  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

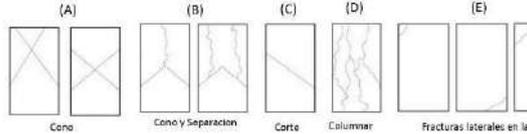
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

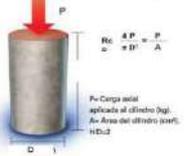
**Fecha:** 02/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (28)	14.90	29.50	MUESTRA PATRÓN FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (28)	15.00	30.00	MUESTRA PATRÓN FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (28)	14.80	30.00
	15.10	30.00		15.00	30.00		14.50	29.90
	15.00			14.80			14.70	
	14.85			14.70			14.50	
Prom.: 14.96	29.75	Prom.: 14.88		30.00	Prom.: 14.63	29.95		
Dial	400.90	KN	Dial	391.90	KN	Dial	378.50	KN
Tipo de falla: CONO Y SEPARACIÓN			Tipo de falla: CONO Y SEPARACIÓN			Tipo de falla: CONO Y SEPARACIÓN		

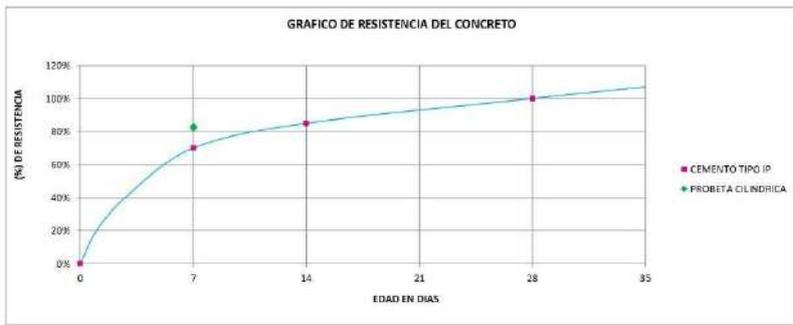
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRÓN FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (28)	26/07/2021	02/08/2021	7	280	4080.42	175.83	282.50	83%
MUESTRA PATRÓN FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (28)	26/07/2021	02/08/2021	7	280	39560.68	173.78	229.96	82%
MUESTRA PATRÓN FC=280 kg/cm <sup>2</sup> (28)	26/07/2021	02/08/2021	7	280	38556.26	167.99	229.75	82%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ING. ELIZABETH TAPIA INGA**  
 CIP: 18774  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

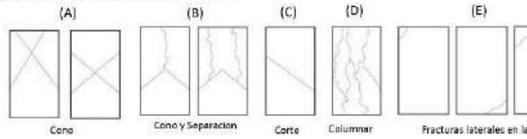
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A FC= 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

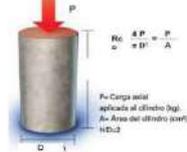
**Fecha:** 02/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=280 KG/CM2+5% (04)	14.90	30.00	MUESTRA PATRON FC=280 KG/CM2+5% (04)	14.90	30.00	MUESTRA PATRON FC=280 KG/CM2+5% (04)	15.10	30.00
	15.10	29.95		15.10	30.10		15.00	30.10
	14.75			14.70			15.00	
	14.70			14.70			15.10	
<b>Prom.:</b>	14.86	29.98	<b>Prom.:</b>	14.85	30.05	<b>Prom.:</b>	15.05	30.05
<b>Dial</b>	361.80	KN	<b>Dial</b>	360.50	KN	<b>Dial</b>	365.70	KN
<b>Tipo de falla</b>	CONO Y SEPARACION		<b>Tipo de falla</b>	CONO Y SEPARACION		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL	

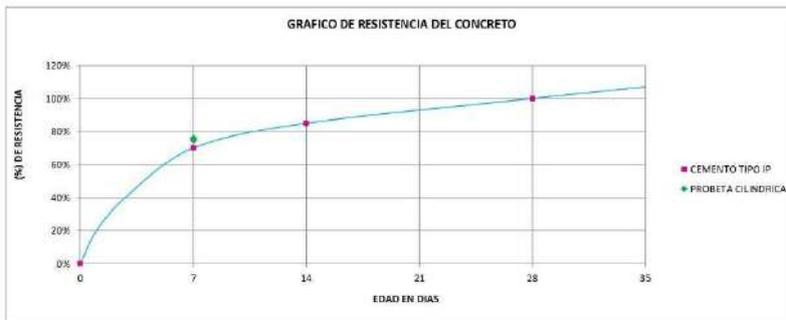
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño Fc (kg/cm2)	Dial (kg)	Area (cm2)	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					Fc ensayo (kg/cm2)	Fc ensayo / Fc (%)
MUESTRA PATRON FC=280 KG/CM2+5% (04)	26/07/2021	02/08/2021	7	280	36893.33	173.49	212.65	76%
MUESTRA PATRON FC=280 KG/CM2+5% (04)	26/07/2021	02/08/2021	7	280	36760.77	173.20	212.25	76%
MUESTRA PATRON FC=280 KG/CM2+5% (04)	26/07/2021	02/08/2021	7	280	37291.00	177.89	209.62	75%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ING. ELIZABETH TAPIA INGA**  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

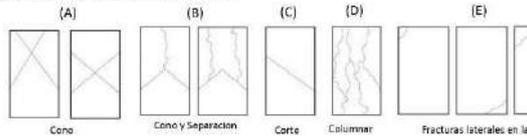
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

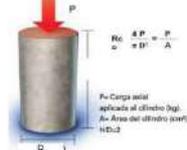
**Fecha:** 27/07/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (01)	15.10	30.00
	15.00	30.00
	15.20	
	15.00	
Prom.:	15.08	30.00
Dial	350.50	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (02)	15.20	30.00
	15.10	30.00
	15.20	
	15.00	
Prom.:	15.13	30.00
Dial	355.70	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (03)	15.10	30.00
	15.10	30.10
	15.10	
	15.00	
Prom.:	15.08	30.05
Dial	364.20	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

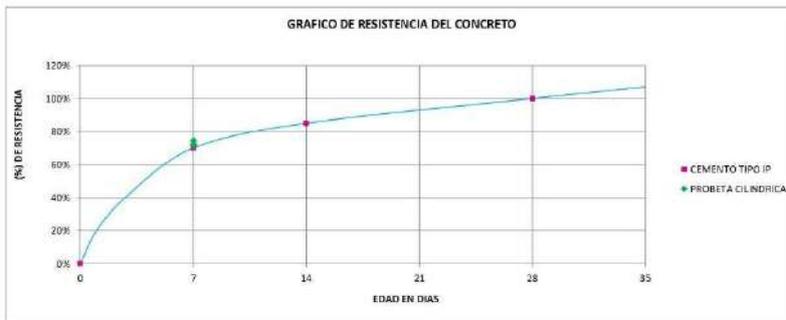
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (01)	20/07/2021	27/07/2021	7	210	35741.05	178.43	200.25	72%
MUESTRA PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (02)	20/07/2021	27/07/2021	7	210	36274.31	175.67	201.88	72%
MUESTRA PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (03)	20/07/2021	27/07/2021	7	210	37123.25	178.43	208.42	74%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

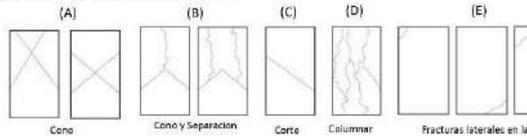
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

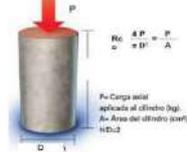
**Fecha:** 22/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=240 kg/cm <sup>2</sup> ) (28)	15.10	29.90
	15.30	29.80
	15.00	
	15.00	
Prom.:	15.10	29.85
Dial	480.90	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=240 kg/cm <sup>2</sup> ) (28)	15.20	29.80
	15.00	29.80
	15.00	
	15.00	
Prom.:	15.05	29.80
Dial	475.50	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=240 kg/cm <sup>2</sup> ) (28)	15.20	30.20
	14.90	30.10
	14.90	
	15.00	
Prom.:	15.00	30.15
Dial	469.80	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

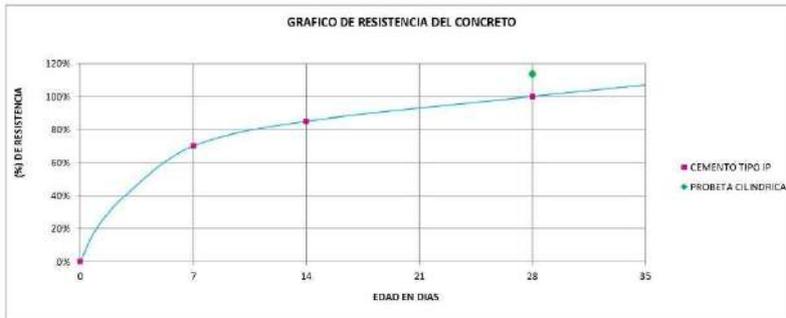
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON (FC=240 kg/cm <sup>2</sup> ) (28)	28/07/2021	22/08/2021	28	240	49038.15	479.08	278.84	114%
MUESTRA PATRON (FC=240 kg/cm <sup>2</sup> ) (28)	28/07/2021	22/08/2021	28	240	48487.51	477.89	272.56	114%
MUESTRA PATRON (FC=240 kg/cm <sup>2</sup> ) (28)	28/07/2021	22/08/2021	28	240	47906.27	476.71	271.09	113%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

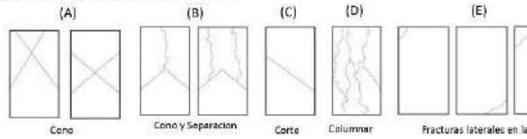
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F<sub>C</sub>= 210 KG/CM<sup>2</sup> EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

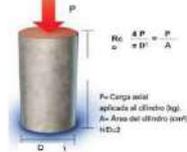
**Fecha:** 22/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28))	15.30	30.30	MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28))	15.30	30.00	MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28))	14.90	29.90
	14.20	30.00		14.90	30.10		15.10	29.90
	15.30			15.00			14.90	
	14.90			15.20			15.00	
<b>Prom.:</b>	14.93	30.15	<b>Prom.:</b>	15.10	30.05	<b>Prom.:</b>	15.00	29.90
<b>Dial</b>	455.80	KN	<b>Dial</b>	463.30	KN	<b>Dial</b>	467.20	KN
<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL	

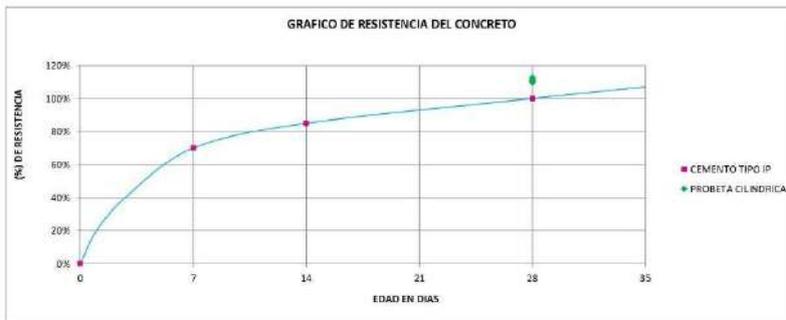
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					f <sub>c</sub> ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> ENSAYO / f <sub>c</sub> (%)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28))	28/07/2021	22/08/2021	28	240	46478.66	174.95	265.67	111%
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28))	28/07/2021	22/08/2021	28	240	47043.45	179.08	263.51	110%
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28))	28/07/2021	22/08/2021	28	240	47644.14	176.71	269.59	112%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

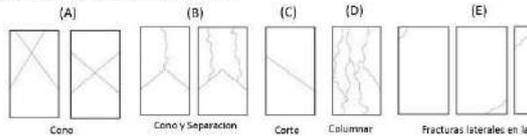
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

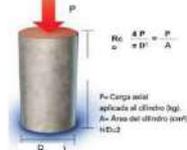
**Fecha:** 22/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ) (09)	15.00	30.20
	14.90	30.30
	14.90	
	15.00	
Prom.:	14.95	30.25
Dial	434.90	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=240 kg/cm <sup>2</sup> ) (08)	14.90	29.90
	14.90	29.90
	14.90	
	15.30	
Prom.:	15.00	29.90
Dial	437.90	KN
Tipo de falla	DUREZ	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=240 kg/cm <sup>2</sup> ) (02)	15.10	30.00
	15.10	30.10
	15.10	
	15.00	
Prom.:	15.00	30.05
Dial	437.20	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

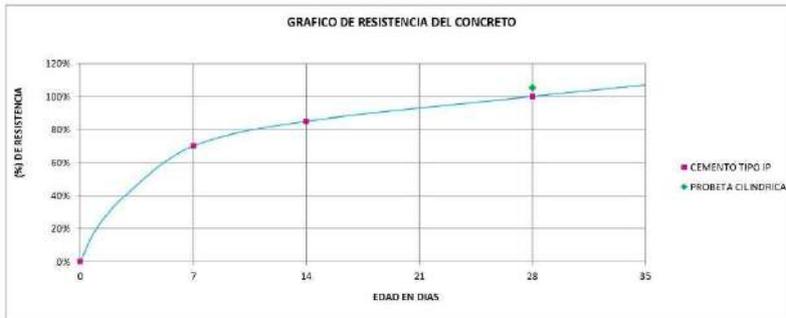
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON (FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ) (09)	25/07/2021	22/08/2021	28	240	44347.46	375.54	252.64	105%
MUESTRA PATRON (FC=240 kg/cm <sup>2</sup> ) (08)	25/07/2021	22/08/2021	28	240	44653.37	376.71	252.69	105%
MUESTRA PATRON (FC=240 kg/cm <sup>2</sup> ) (02)	25/07/2021	22/08/2021	28	240	44584.90	376.71	252.28	105%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidraulica, capacidad 1000KN

**ING. ELIZABETH TAPIA INGA**  
 CIP: 18174  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

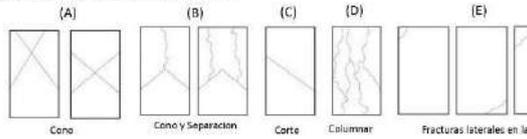
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

**Fecha:** 16/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON Fc=240 kg/cm2 (S1)	15.10	30.00	MUESTRA PATRON Fc=240 kg/cm2 (S2)	15.20	30.00	MUESTRA PATRON Fc=240 kg/cm2 (S3)	15.20	30.00
	15.00	30.00		14.90	30.00		15.00	30.00
	15.30			15.20			15.20	
	15.00			15.00			15.00	
<b>Prom.:</b>	<b>15.10</b>	<b>30.00</b>	<b>Prom.:</b>	<b>15.08</b>	<b>30.00</b>	<b>Prom.:</b>	<b>15.00</b>	<b>30.00</b>
<b>Dial</b>	<b>440.70</b>	<b>KN</b>	<b>Dial</b>	<b>445.90</b>	<b>KN</b>	<b>Dial</b>	<b>447.20</b>	<b>KN</b>
<b>Tipo de falla</b>	<b>COLUMNAR</b>		<b>Tipo de falla</b>	<b>DOBRE</b>		<b>Tipo de falla</b>	<b>CONO Y SEPARACION</b>	

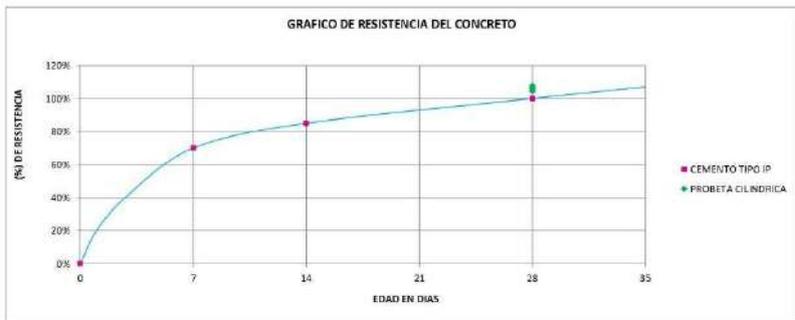
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
	MUESTRA PATRON Fc=240 kg/cm2 (S1)	15/07/2021					16/08/2021	28
MUESTRA PATRON Fc=240 kg/cm2 (S2)	15/07/2021	16/08/2021	28	240	45469.55	478.49	204.75	106%
MUESTRA PATRON Fc=240 kg/cm2 (S3)	15/07/2021	16/08/2021	28	240	45604.71	476.71	200.05	108%



**Observación:** Las Briguetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ING. ELIZABETH TAPIA INGA**  
 CIP: 18774  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

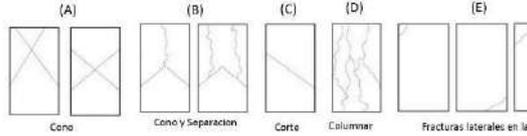
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F<sub>C</sub>= 210 KG/CM<sup>2</sup> EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

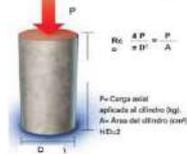
**Fecha:** 08/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=210 KG/CM <sup>2</sup> (M)	14.80	29.96
	14.10	29.98
	14.60	
	14.65	
Prom.:	14.54	29.97
Dial	385.50	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=210 KG/CM <sup>2</sup> (M)	14.60	30.00
	14.70	29.95
	14.80	
	14.70	
Prom.:	14.70	29.98
Dial	389.90	KN
Tipo de falla	CONO	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=210 KG/CM <sup>2</sup> (M)	15.10	30.10
	15.00	30.00
	14.90	
	15.00	
Prom.:	15.00	30.05
Dial	406.80	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	

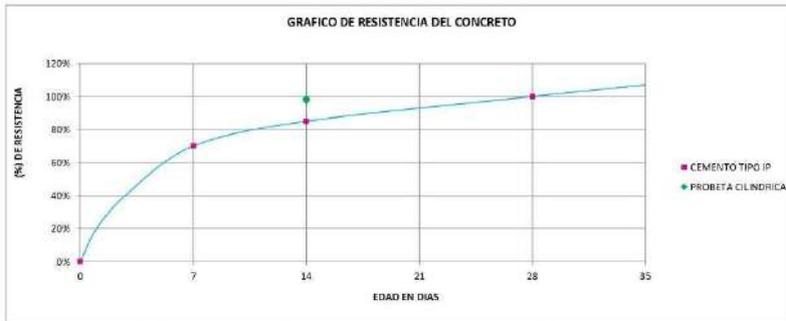
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					f <sub>c</sub> ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> ENSAYO / f <sub>c</sub> (%)
MUESTRA PATRÓN FC=210 KG/CM <sup>2</sup> (M)	28/07/2021	08/08/2021	14	240	39310.06	166.99	236.83	99%
MUESTRA PATRÓN FC=210 KG/CM <sup>2</sup> (M)	28/07/2021	08/08/2021	14	240	39758.74	169.72	234.27	95%
MUESTRA PATRÓN FC=210 KG/CM <sup>2</sup> (M)	28/07/2021	08/08/2021	14	240	41482.06	176.71	234.74	98%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

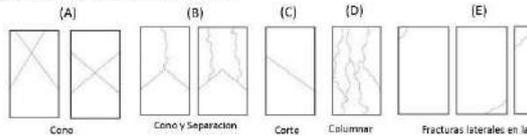
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F<sub>C</sub>= 210 KG/CM<sup>2</sup> EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

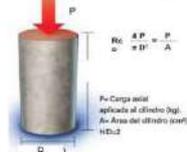
**Fecha:** 08/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=210 Kg/cm <sup>2</sup> 10d)	14.60	29.97
	14.75	29.95
	14.70	
	14.90	
Prom.:	14.74	29.96
Dial	365.60	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=210 Kg/cm <sup>2</sup> 10d)	14.60	30.00
	14.45	29.98
	14.95	
	14.70	
Prom.:	14.68	29.99
Dial	367.40	KN
Tipo de falla	CORTE	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON (FC=210 Kg/cm <sup>2</sup> 10d)	15.10	30.10
	15.00	30.00
	15.00	
	15.10	
Prom.:	15.05	30.05
Dial	384.00	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	

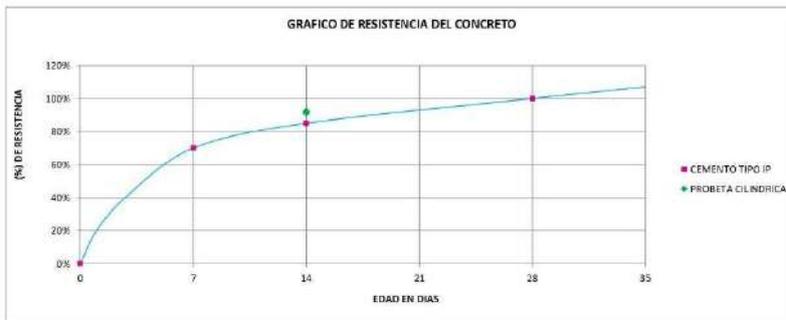
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					f <sub>c</sub> ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> ENSAYO / f <sub>c</sub> (%)
MUESTRA PATRON (FC=210 Kg/cm <sup>2</sup> 10d)	25/07/2021	08/08/2021	14	240	37280.82	170.58	218.55	91%
MUESTRA PATRON (FC=210 Kg/cm <sup>2</sup> 10d)	25/07/2021	08/08/2021	14	240	37464.37	169.14	221.50	92%
MUESTRA PATRON (FC=210 Kg/cm <sup>2</sup> 10d)	25/07/2021	08/08/2021	14	240	39457.10	177.89	220.11	92%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

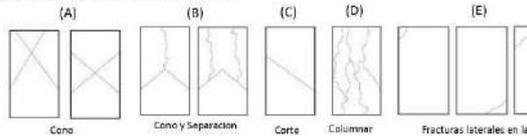
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A F<sub>C</sub>= 210 KG/CM<sup>2</sup> EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

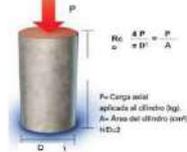
**Fecha:** 08/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FIC-240 kg/cm <sup>2</sup> (10)	14.90	29.80
	14.70	29.90
	14.80	
	14.70	
Prom.:	14.78	29.85
Dial	347.00	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FIC-240 kg/cm <sup>2</sup> (10)	15.00	30.00
	14.70	29.80
	14.40	
	15.00	
Prom.:	14.78	29.90
Dial	343.30	KN
Tipo de falla	CORTE	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FIC-240 kg/cm <sup>2</sup> (10)	14.60	30.00
	14.60	30.00
	14.60	
	14.60	
Prom.:	14.60	30.00
Dial	333.40	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	

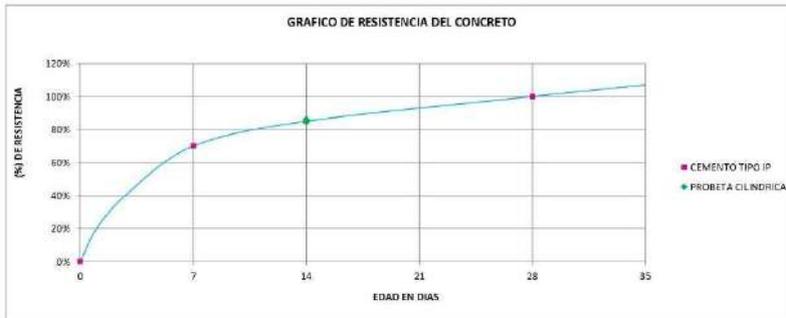
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Mezclado	Rotura					F <sub>c</sub> ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> ENSAYO / F <sub>c</sub> (%)
MUESTRA PATRON FIC-240 kg/cm <sup>2</sup> (10)	25/07/2021	08/08/2021	14	240	35384.15	171.45	206.98	86%
MUESTRA PATRON FIC-240 kg/cm <sup>2</sup> (10)	25/07/2021	08/08/2021	14	240	35006.86	171.45	204.18	85%
MUESTRA PATRON FIC-240 kg/cm <sup>2</sup> (10)	25/07/2021	08/08/2021	14	240	33007.34	169.42	203.07	85%



**Observación:** Las Brinquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

Solicitante: **DR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - DR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO**

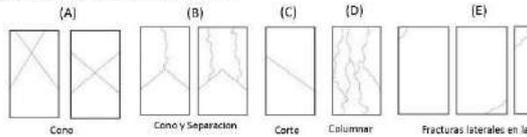
Ubicación: **CUSCO**

Fecha: **02/08/2021**

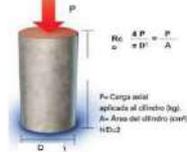
Muestra: **Testigos Cilíndricos de Concreto**

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON Fc=240 kg/cm2 (M1)	14.90	30.00	MUESTRA PATRON Fc=240 kg/cm2 (M2)	14.90	30.00	MUESTRA PATRON Fc=240 kg/cm2 (M3)	15.20	30.00
	15.00	30.00		14.60	30.00		15.10	30.00
	14.90			15.00			15.30	
	15.00			14.70			15.00	
Prom.:	14.95	30.00	Prom.:	14.80	30.00	Prom.:	15.15	30.00
Dial	367.00	KN	Dial	363.20	KN	Dial	372.90	KN
Tipo de falla	COLUMNAR		Tipo de falla	DIRETA		Tipo de falla	COLUMNAR	

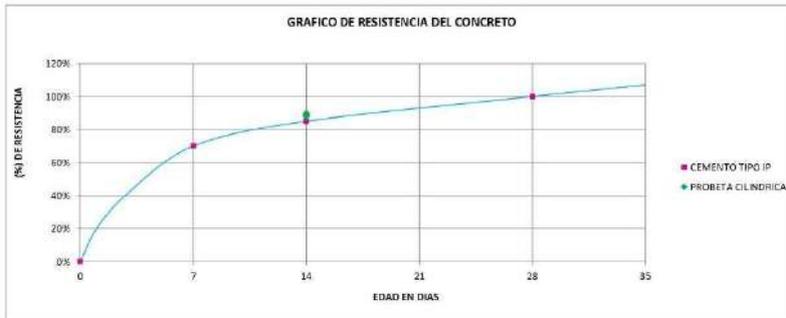
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON Fc=240 kg/cm2 (M1)	15/07/2021	02/08/2021	14	240	37423.59	375.54	249.19	89%
MUESTRA PATRON Fc=240 kg/cm2 (M2)	15/07/2021	02/08/2021	14	240	37036.09	370.08	215.28	90%
MUESTRA PATRON Fc=240 kg/cm2 (M3)	15/07/2021	02/08/2021	14	240	38025.02	380.27	210.94	88%



Observación: Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

EQUIPO: Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

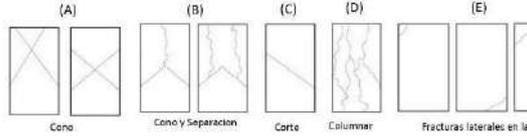
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

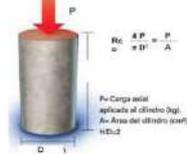
**Fecha:** 01/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (100)	14.80	30.00
	15.20	30.10
	14.70	
	14.80	
Prom.:	14.88	30.00
Dial	338.50	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (100)	15.00	30.00
	14.80	30.00
	14.70	
	14.60	
Prom.:	14.78	30.00
Dial	333.20	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (100)	14.50	30.00
	14.50	30.00
	14.50	
	14.60	
Prom.:	14.53	30.00
Dial	325.70	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

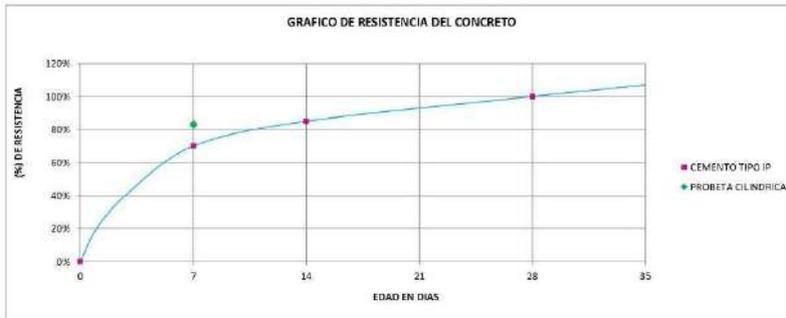
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRÓN FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (100)	28/07/2021	01/08/2021	7	240	34517.39	179.78	198.68	83%
MUESTRA PATRÓN FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (100)	28/07/2021	01/08/2021	7	240	33976.94	171.45	198.27	83%
MUESTRA PATRÓN FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (100)	28/07/2021	01/08/2021	7	240	33212.16	165.70	200.44	84%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

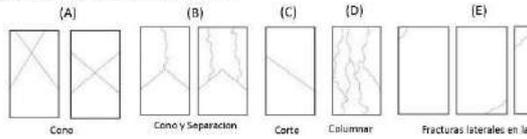
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

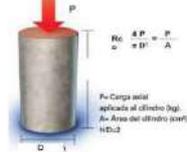
**Fecha:** 01/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (28)	14.80	30.00	MUESTRA PATRON FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (28)	14.80	30.00	MUESTRA PATRON FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (28)	15.10	30.00
	14.80	30.00		15.10	30.00			
	14.90			15.30				
	14.90			14.60				
<b>Prom.:</b>	<b>14.85</b>	<b>30.00</b>	<b>Prom.:</b>	<b>14.95</b>	<b>30.00</b>	<b>Prom.:</b>	<b>15.05</b>	<b>30.05</b>
<b>Dial</b>	<b>326.70</b>	<b>KN</b>	<b>Dial</b>	<b>335.50</b>	<b>KN</b>	<b>Dial</b>	<b>335.20</b>	<b>KN</b>
<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL	

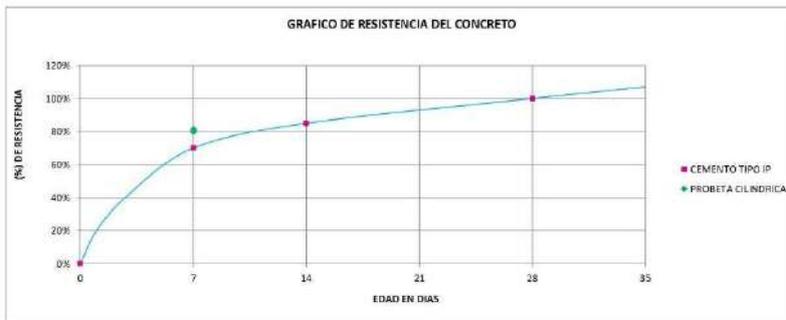
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (28)	26/07/2021	01/08/2021	7	240	33314.13	179.20	192.36	80%
MUESTRA PATRON FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (28)	26/07/2021	01/08/2021	7	240	34211.48	175.64	194.89	81%
MUESTRA PATRON FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (28)	26/07/2021	01/08/2021	7	240	34180.89	177.89	192.14	80%



**Observación:** Las Brinquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

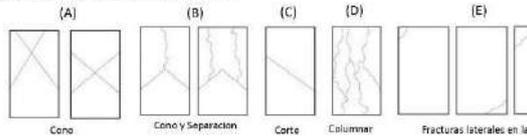
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

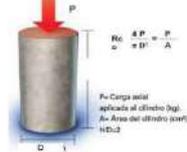
**Fecha:** 01/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (28)	14.70	30.00
	14.90	29.90
	14.70	
	14.70	
Prom.:	14.75	29.95
Dial	292.90	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (28)	14.80	30.00
	14.70	30.00
	14.70	
	14.75	
Prom.:	14.74	30.00
Dial	290.00	KN
Tipo de falla	CONO Y SEPARACION	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (28)	15.10	30.00
	15.00	30.00
	15.10	
	15.00	
Prom.:	15.05	165.50
Dial	303.90	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

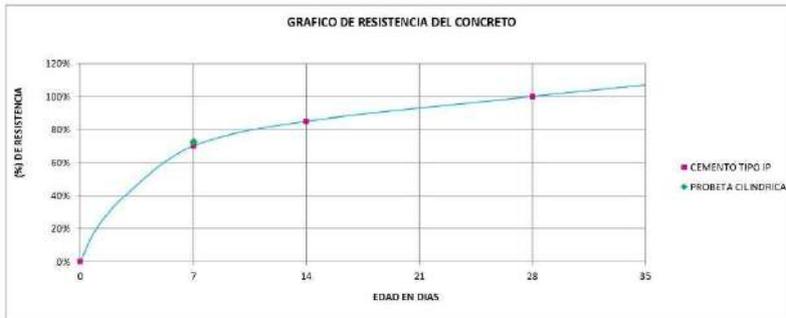
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
	MUESTRA PATRON FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (28)	28/07/2021					01/08/2021	7
MUESTRA PATRON FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (28)	28/07/2021	01/08/2021	7	240	29574.77	170.68	173.36	72%
MUESTRA PATRON FC=240 kg/cm <sup>2</sup> (28)	28/07/2021	01/08/2021	7	240	30909.18	177.89	174.20	73%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

Solicitante: **DR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - DR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO**

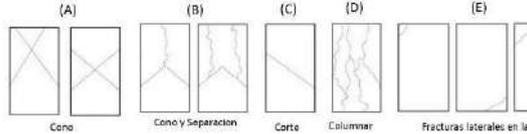
Ubicación: **CUSCO**

Fecha: **26/07/2021**

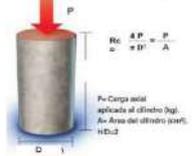
Muestra: **Testigos Cilíndricos de Concreto**

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (01)	14,90	29,80	MUESTRA PATRÓN $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (02)	14,90	29,80	MUESTRA PATRÓN $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (03)	14,90	30,00
	15,00	29,80		15,00	30,00		15,00	30,00
	14,90			15,10			14,90	
	15,00			15,00			15,00	
Prom.:	14,95	29,80	Prom.:	15,00	29,90	Prom.:	14,95	30,00
Dial	230,10	KN	Dial	236,80	KN	Dial	288,90	KN
Tipo de falla	COLUMNAR		Tipo de falla	FRACTURA LATERAL		Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

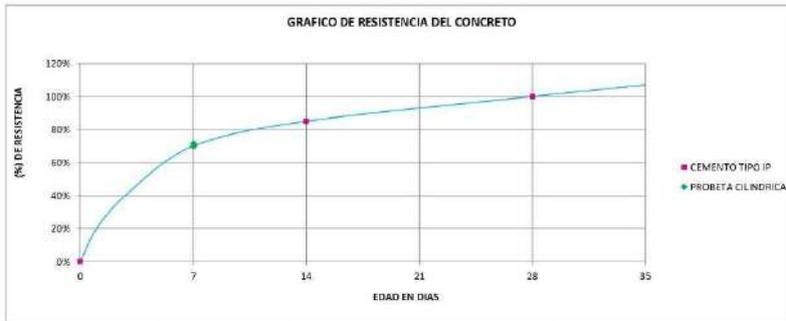
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Mezclado	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRÓN $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (01)	15/07/2021	26/07/2021	7	240	23581,97	175,54	168,52	70%
MUESTRA PATRÓN $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (02)	15/07/2021	26/07/2021	7	240	30265,18	176,71	174,27	71%
MUESTRA PATRÓN $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (03)	15/07/2021	26/07/2021	7	240	23459,60	175,54	167,82	70%



Observación: Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

EQUIPO: Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

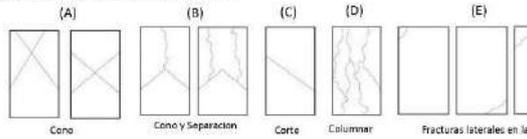
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

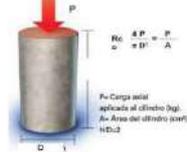
**Fecha:** 22/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28)	15.10	30.30
	15.00	30.20
	15.10	
	14.90	
Prom.:	15.03	30.25
Dial	417.30	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28)	15.00	29.90
	14.90	30.00
	15.10	
	14.80	
Prom.:	14.95	29.95
Dial	417.10	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28)	15.10	30.10
	15.00	30.10
	15.00	
	15.00	
Prom.:	15.03	30.10
Dial	410.80	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

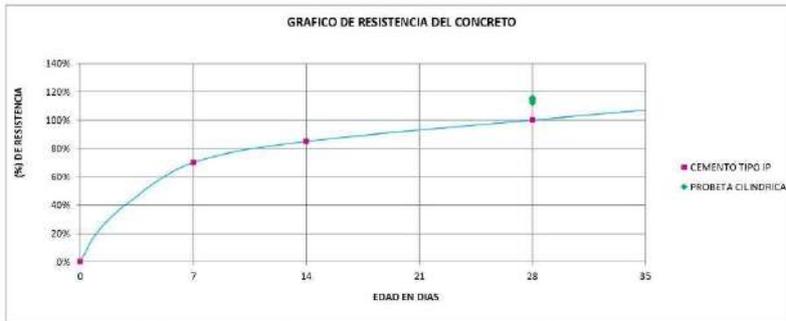
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28)	28/07/2021	22/08/2021	28	210	42552.76	177.30	240.00	114%
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28)	28/07/2021	22/08/2021	28	210	42532.96	175.54	242.30	115%
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28)	28/07/2021	22/08/2021	28	210	41869.94	177.30	236.26	113%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

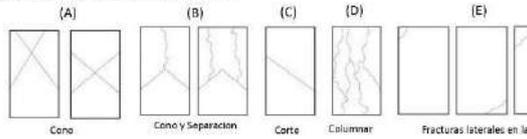
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

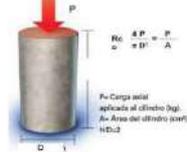
**Fecha:** 22/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento								
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 (28)	15.20	30.10	MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 (28)	15.20	30.50	MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 (28)	15.00	30.10
	15.20	30.10		15.20	30.60		14.90	30.00
	15.30			15.20			15.10	
	15.30			15.30			15.00	
<b>Prom.:</b>	15.25	30.10	<b>Prom.:</b>	15.23	30.55	<b>Prom.:</b>	15.00	30.05
<b>Dial</b>	419.50	KN	<b>Dial</b>	417.10	KN	<b>Dial</b>	408.80	KN
<b>Tipo de falla</b>	CONO		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL	

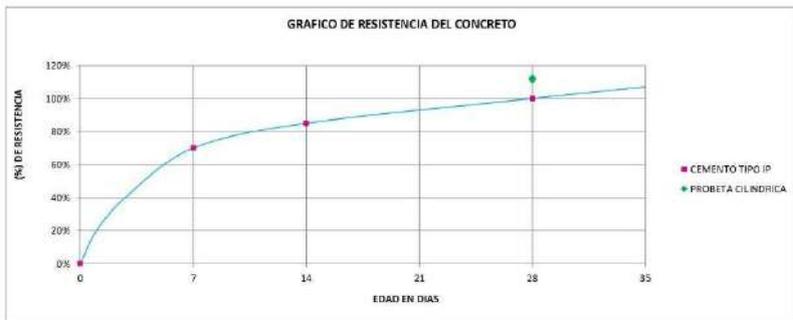
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 (28)	28/07/2021	22/08/2021	28	210	42777.10	182.65	204.20	112%
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 (28)	28/07/2021	22/08/2021	28	210	40532.96	182.06	238.62	111%
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 (28)	28/07/2021	22/08/2021	28	210	41688.00	176.71	235.89	112%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 -CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

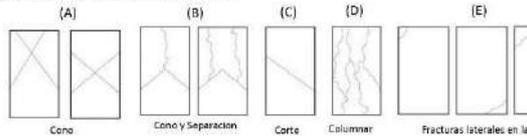
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

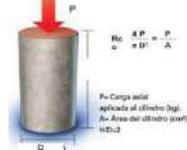
**Fecha:** 22/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28)	14.90	29.90
	15.30	29.90
	15.10	
	15.20	
Prom.:	15.13	29.90
Dial	393.60	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28)	15.00	30.10
	14.90	30.10
	15.10	
	15.00	
Prom.:	15.00	30.10
Dial	388.50	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28)	15.03	29.80
	15.10	29.90
	15.00	
	15.00	
Prom.:	15.03	29.85
Dial	390.80	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

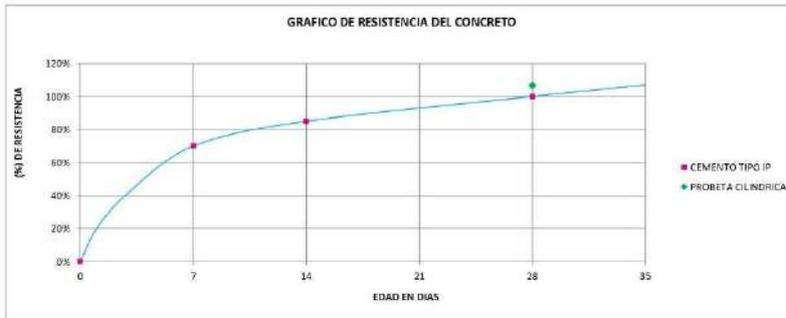
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28)	28/07/2021	22/08/2021	28	210	40136.03	379.67	223.98	106%
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28)	28/07/2021	22/08/2021	28	210	39615.97	176.71	224.18	107%
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (28)	28/07/2021	22/08/2021	28	210	39850.51	177.48	224.58	107%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

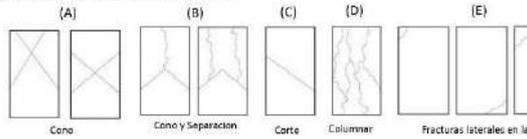
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

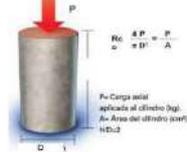
**Fecha:** 16/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (01)	15.00	30.00	MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (02)	15.00	30.00	MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (03)	14.90	30.00
	15.00	30.00		14.90	30.00		15.00	30.00
	15.00			15.10			14.90	
	15.10			15.00			15.00	
<b>Prom.:</b>	15.03	30.00	<b>Prom.:</b>	15.00	30.00	<b>Prom.:</b>	14.95	30.00
<b>Dial</b>	390.40	KN	<b>Dial</b>	387.20	KN	<b>Dial</b>	390.80	KN
<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	COLUMNAR		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL	

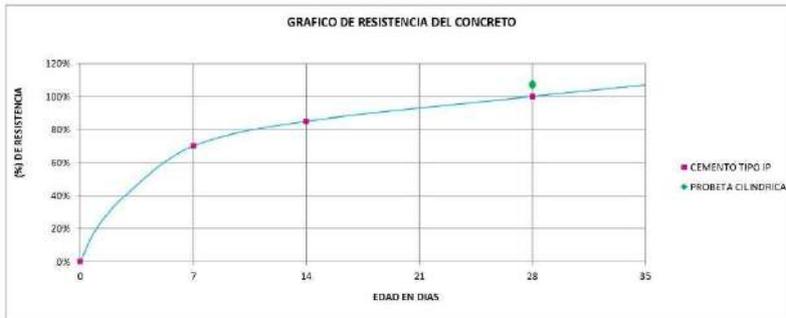
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (01)	15/07/2021	16/08/2021	28	210	39809.72	177.30	224.53	107%
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (02)	15/07/2021	16/08/2021	28	210	39423.41	176.71	223.43	106%
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (03)	15/07/2021	16/08/2021	28	210	39650.51	175.54	227.02	108%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

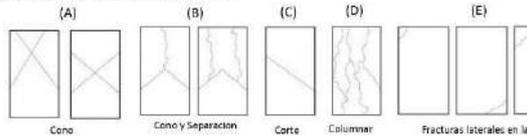
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

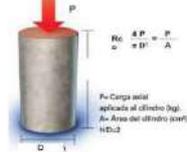
**Fecha:** 08/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (100)	14.50	29.95
	14.75	29.97
	14.95	
	15.00	
Prom.:	14.80	29.96
Dial	342.00	KN
Tipo de falla	CONO Y SEPARACION	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (100)	14.80	29.97
	15.00	29.96
	14.70	
	14.70	
Prom.:	14.80	29.97
Dial	344.90	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (100)	15.10	30.10
	15.00	30.00
	15.00	
	15.10	
Prom.:	15.05	30.05
Dial	358.80	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

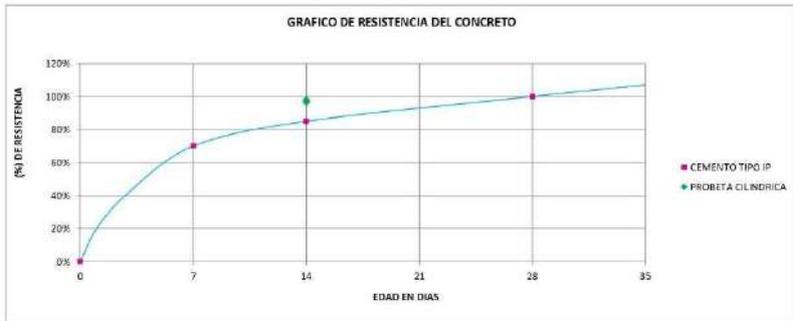
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (100)	28/07/2021	08/08/2021	14	210	34874.29	172.08	202.72	97%
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (100)	28/07/2021	08/08/2021	14	210	35170.01	172.08	204.44	97%
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (100)	28/07/2021	08/08/2021	14	210	36587.42	177.89	205.67	98%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

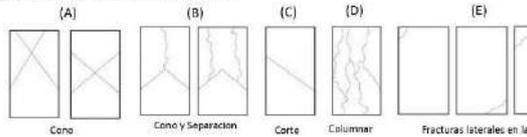
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

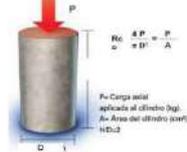
**Fecha:** 08/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 (I4)	14,90	30,03	MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 (I02)	15,10	30,05	MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 (I04)	14,70	29,80
	15,00	30,04		15,20	30,05		14,60	29,70
	15,10			14,90			14,90	
	15,00			15,00			14,70	
<b>Prom.:</b>		30,04	<b>Prom.:</b>	15,05	30,05	<b>Prom.:</b>	14,73	29,75
<b>Dial</b>	339,90	KN	<b>Dial</b>	342,00	KN	<b>Dial</b>	327,40	KN
<b>Tipo de falla</b>	CONO Y SEPARACIÓN		<b>Tipo de falla</b>	FRÁCTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRÁCTURA LATERAL	

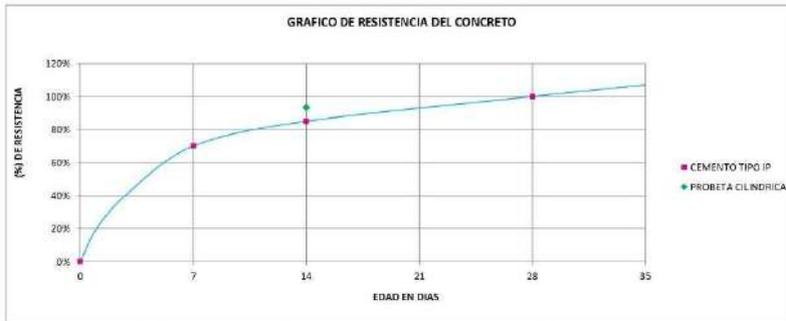
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 (I4)	28/07/2021	08/08/2021	14	210	34660,15	176,71	196,14	93%
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 (I05)	28/07/2021	08/08/2021	14	210	34874,29	177,89	196,04	93%
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> a 28 (I01)	28/07/2021	08/08/2021	14	210	33385,51	170,29	196,05	93%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

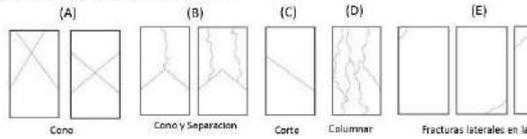
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

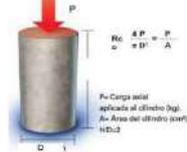
**Fecha:** 08/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (10)	14.70	30.00	MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (10)	14.70	30.00	MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (10)	14.80	30.00
	14.60	30.00		14.85	30.00		14.50	29.80
	14.90			14.75			14.80	
	14.90			14.80			14.60	
<b>Prom.:</b>	<b>14.78</b>	<b>30.00</b>	<b>Prom.:</b>	<b>14.78</b>	<b>30.00</b>	<b>Prom.:</b>	<b>14.68</b>	<b>29.90</b>
<b>Dial</b>	<b>301.70</b>	<b>KN</b>	<b>Dial</b>	<b>296.40</b>	<b>KN</b>	<b>Dial</b>	<b>294.50</b>	<b>KN</b>
<b>Tipo de falla</b>	CONO Y SEPARACION		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL	

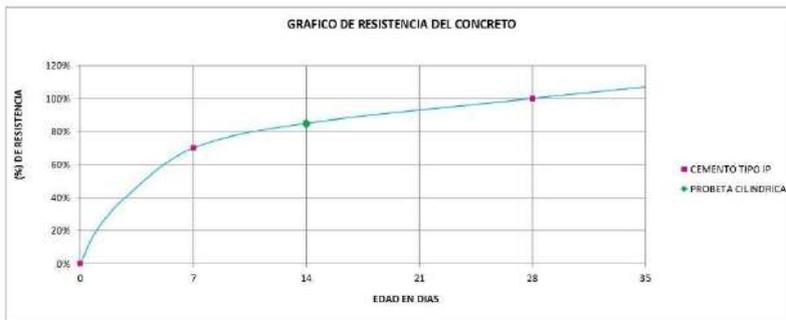
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (10)	28/07/2021	08/08/2021	14	210	30764.89	171.45	173.44	85%
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (10)	28/07/2021	08/08/2021	14	210	30224.99	171.45	176.28	84%
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (10)	28/07/2021	08/08/2021	14	210	30030.64	169.14	177.55	85%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 2000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

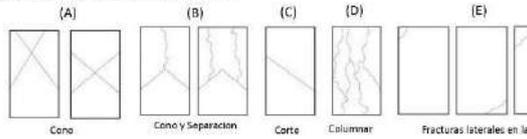
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

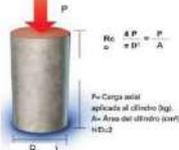
**Fecha:** 02/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (M)	15.00	30.00	MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (M)	15.00	30.00	MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (M)	14.90	30.00
	14.90	30.00		14.90	30.00		15.00	30.00
	15.00			14.90			15.00	
	14.90			15.00			15.00	
Prom.:	14.95	30.00	Prom.:	14.95	30.00	Prom.:	14.95	30.00
Dial	320.60	KN	Dial	318.40	KN	Dial	328.80	KN
Tipo de falla	CONO Y SEPARACION		Tipo de falla	FRACTURA LATERAL		Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

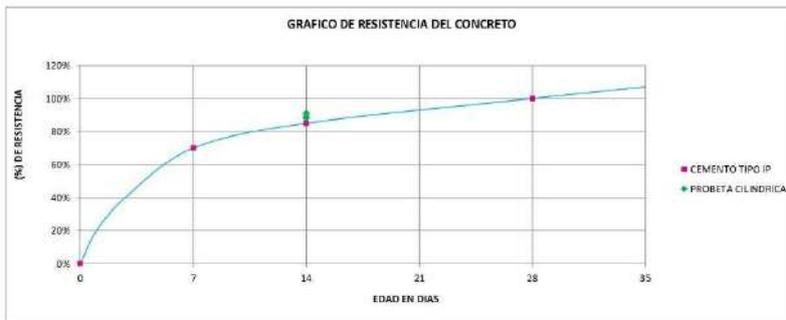
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (M)	15/07/2021	02/08/2021	14	210	32632.10	186.24	88%	
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (M)	15/07/2021	02/08/2021	14	210	32467.76	184.96	88%	
MUESTRA PATRON FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (M)	15/07/2021	02/08/2021	14	210	33528.27	191.00	91%	



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



# ASET INGENIERIA SRL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

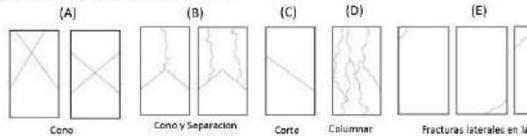
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

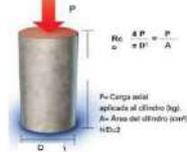
**Fecha:** 01/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (10)	14.70	30.00
	14.50	30.00
	15.20	
	14.90	
Prom.:	14.83	30.00
Dial	292.80	KN
Tipo de falla	COLUMNAR	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (10)	14.80	30.00
	14.90	30.00
	14.95	
	14.90	
Prom.:	14.89	30.00
Dial	297.50	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (10)	14.80	30.00
	14.70	30.00
	14.70	
	14.60	
Prom.:	14.70	30.00
Dial	290.20	KN
Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

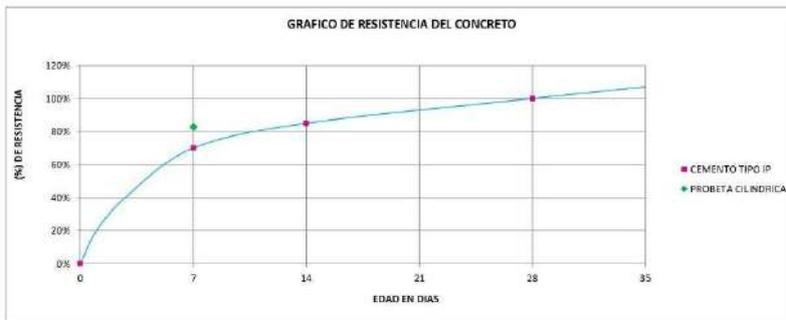
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (10)	28/07/2021	01/08/2021	7	210	29857.29	172.62	172.57	82%
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (10)	28/07/2021	01/08/2021	7	210	30536.56	174.07	174.27	83%
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> (10)	28/07/2021	01/08/2021	7	210	29592.16	169.72	174.86	83%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

**Proyecto:** CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ KG/CM}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO

**Solicitante:** DR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - DR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO

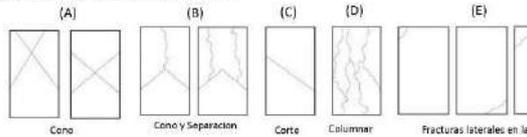
**Ubicación:** CUSCO

**Fecha:** 01/08/2021

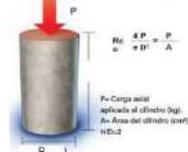
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FC=210 Kg/cm <sup>2</sup> (102)	14.90	30.02	MUESTRA PATRON FC=210 Kg/cm <sup>2</sup> (102)	15.10	30.05	MUESTRA PATRON FC=210 Kg/cm <sup>2</sup> (102)	15.10	30.00
	15.00	30.03		15.20	30.07		15.00	30.00
	15.50			15.30			15.10	
	15.05			15.10			15.00	
Prom.: 15.11	30.03	Prom.: 15.18		30.06	Prom.: 15.05	30.00		
Dial	288.60	KN	Dial	294.30	KN	Dial	291.70	KN
Tipo de falla	COLUMNAR		Tipo de falla	COLUMNAR		Tipo de falla	FRACTURA LATERAL	

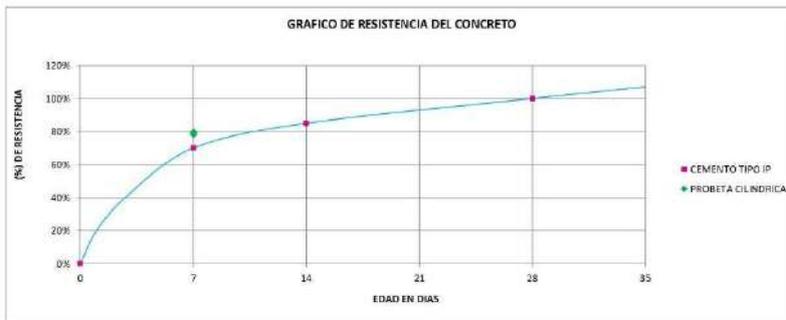
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ENSAYO (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ENSAYO / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON FC=210 Kg/cm <sup>2</sup> (102)	28/07/2021	01/08/2021	7	210	29429.01	179.38	164.06	78%
MUESTRA PATRON FC=210 Kg/cm <sup>2</sup> (102)	28/07/2021	01/08/2021	7	210	30010.25	180.86	165.58	79%
MUESTRA PATRON FC=210 Kg/cm <sup>2</sup> (102)	28/07/2021	01/08/2021	7	210	29745.12	179.89	167.21	80%



**Observación:** Las Briguetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20000228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

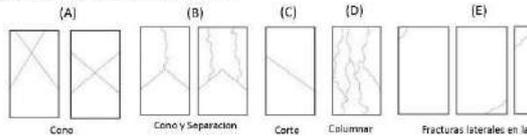
"CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO"

**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

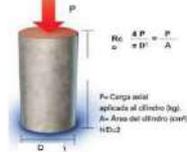
**Fecha:** 01/08/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ±5% (03)	14.60	30.00	MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ±5% (03)	14.80	30.00	MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ±5% (03)	14.50	30.00
	14.80	30.05		14.90	30.05		14.60	30.00
	15.05			14.50			14.60	
	14.80			15.20			14.50	
<b>Prom.:</b>	<b>14.81</b>	<b>30.03</b>	<b>Prom.:</b>	<b>14.85</b>	<b>30.03</b>	<b>Prom.:</b>	<b>14.55</b>	<b>30.00</b>
<b>Dial</b>	<b>259.50</b>	<b>KN</b>	<b>Dial</b>	<b>262.70</b>	<b>KN</b>	<b>Dial</b>	<b>251.10</b>	<b>KN</b>
<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL		<b>Tipo de falla</b>	DUREZ		<b>Tipo de falla</b>	FRACTURA LATERAL	

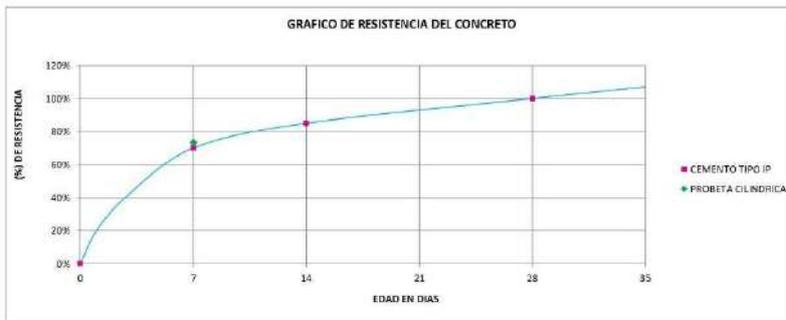
Tipos de falla adaptado de la norma ASTM C-39



EXPRESIÓN DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Maldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ±5% (03)	28/07/2021	01/08/2021	7	210	26461.64	172.32	153.56	73%
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ±5% (03)	28/07/2021	01/08/2021	7	210	26787.94	173.20	154.67	74%
MUESTRA PATRÓN FC=210 kg/cm <sup>2</sup> ±5% (03)	28/07/2021	01/08/2021	7	210	25605.07	166.27	154.00	73%



**Observación:** Las Briquetas fueron elaboradas por el solicitante

**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidráulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 GERENTE GENERAL



## ASET INGENIERIA SRL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600228645    SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO    CEL: +51974223824

#### Compresión Simple de Probetas Cilíndricas    INFORME N°:    060-2021

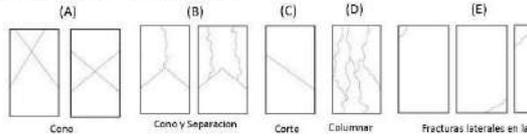
\*CENIZA DE FONDO DE EUCALIPTO COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO\*

**Proyecto:** COMPRESIÓN DE CONCRETOS ESTRUCTURALES MAYORES A  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN LA REGIÓN DEL CUSCO  
**Solicitante:** BR. DIEGO CAMILO RIMACHI SARMIENTO - BR. SHEYLA YOLANDA PALMA CASTILLO  
**Ubicación:** CUSCO

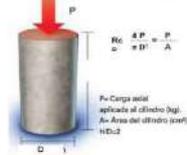
**Fecha:** 26/07/2021  
**Muestra:** Testigos Cilíndricos de Concreto

Estructura y Elemento			Estructura y Elemento			Estructura y Elemento		
Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)	Muestra	Diametro (cm)	Altura (cm)
MUESTRA PATRON FD=210 kg/cm <sup>2</sup> (01)	14.90	30.00	MUESTRA PATRON FD=210 kg/cm <sup>2</sup> (02)	14.90	30.00	MUESTRA PATRON FD=210 kg/cm <sup>2</sup> (03)	15.00	30.20
	15.00	29.80		15.10	30.00		15.00	30.00
	15.10			14.90			14.90	
	15.00			15.00			15.00	
<b>Prom.:</b>	15.00	29.90	<b>Prom.:</b>	14.98	30.00	<b>Prom.:</b>	14.98	30.10
<b>Dial:</b>	247.00	KN	<b>Dial:</b>	254.10	KN	<b>Dial:</b>	257.60	KN
<b>Tipo de falla:</b>	DOND Y SEPARACION		<b>Tipo de falla:</b>	CORTE		<b>Tipo de falla:</b>	CORTE	

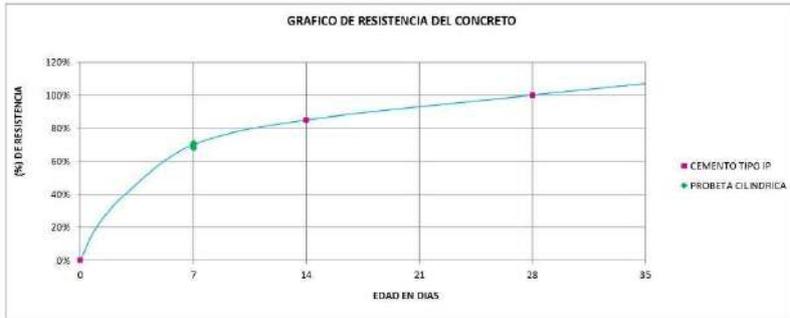
Tipos de falla adoptado de la norma ASTM C-39



EXPRESION DE RESULTADOS



Muestra	Fecha		Edad (días)	Diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Dial (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Resistencia	
	Moldeo	Rotura					$f_c$ ensayo (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ ensayo / $f_c$ (%)
MUESTRA PATRON FD=210 kg/cm <sup>2</sup> (01)	15/07/2021	26/07/2021	7	210	25286.99	176.71	142.53	68%
MUESTRA PATRON FD=210 kg/cm <sup>2</sup> (02)	15/07/2021	26/07/2021	7	210	25910.99	176.18	147.12	70%
MUESTRA PATRON FD=210 kg/cm <sup>2</sup> (03)	15/07/2021	26/07/2021	7	210	26267.89	176.18	149.14	71%



**Observación:** Las Brquetas fueron elaboradas por el solicitante  
**EQUIPO:** Prensa Electro-Hidraulica, capacidad 1000KN

**ASET INGENIERIA S.R.L.**  
 ING. ELIZABETH TAPIA INGA  
 CIP. 157728  
 GERENTE GENERAL

ANEXO 5: CERTIFICADO DE CALIBRACION DE LA MAQUINA DE ENSAYOS A COMPRESION



LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA**  
Calibration Certificate – Laboratory of Force

<b>OBJETO DE PRUEBA:</b> <i>Instrument</i>	<b>MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN</b>	<b>Pág. 1 de 3</b>
<b>Rangos</b> <i>Measurement range</i>	1 000 kN	
<b>FABRICANTE</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR LTDA.	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PC-165 (INDICADOR) / PC-180 (MARCO)	
<b>Serie</b> <i>Identification number</i>	150 (INDICADOR) / 106 (MARCO)	
<b>Ubicación de la máquina</b> <i>Location of the machine</i>	LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE ASET INGENIERIA S.R.L	
<b>Norma de referencia</b> <i>Norm of used reference</i>	NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )	
<b>Intervalo calibrado</b> <i>Calibrated interval</i>	Del 10% al 100% del Rango	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	ASET INGENIERIA S.R.L	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	MZA. B LOTE. 5 APV. MIGUEL GRAU CUSCO - SAN SEBASTIAN	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	CUSCO	
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b> <i>Measurement standard</i>	T71P / ZSC	
<b>Tipo / Modelo</b> <i>Type / Model</i>	150 tn	
<b>Rangos</b> <i>Measurement range</i>	OHAUS / KELI	
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	B504530209 / 5M56609	
<b>No. serie</b> <i>Identification number</i>	N° INF – LE – 315 – 20	
<b>Certificado de calibración</b> <i>Calibration certification</i>	0.060 %	
<b>Incertidumbre de medida</b> <i>Uncertainty of measurement</i>	Comparación Directa	
<b>Método de calibración</b> <i>Method of calibration</i>	Sistema Internacional de Unidades ( SI )	
<b>Unidades de medida</b> <i>Units of measurement</i>		
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b> <i>Date of calibration</i>	2020 – 10 – 14	
<b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b> <i>Date of issue</i>	2020 – 10 – 27	

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS** 3

**FIRMA AUTORIZADA**

*Authorized Signature*  
  
Téc. Grmca Juan P. Poquioma  
Responsable Laboratorio de Metrología





LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **301-2020 GLF**  
Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.02 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kN	1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
		kN	kN	No Aplica	kN	No Aplica
10	100.0	100.02	100.16		100.43	
20	200.0	199.82	199.43		199.18	
30	300.0	299.97	299.82		299.46	
40	400.0	399.65	399.72		399.16	
50	500.0	499.81	499.18	No Aplica	500.12	No Aplica
60	600.0	599.05	599.16		600.08	
70	700.0	701.53	700.84		700.16	
80	800.0	799.70	799.92		799.86	
90	900.0	899.89	899.56		899.17	
100	1000.0	1001.15	1001.28		1000.97	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kN	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa a (%)	Relativa U± (%) k=2
10	100.0	-0.20	0.41			0.020	0.250
20	200.0	0.27	0.33			0.010	0.204
30	300.0	0.08	0.17			0.007	0.122
40	400.0	0.12	0.14			0.005	0.112
50	500.0	0.06	0.19	No Aplica	No Aplica	0.004	0.130
60	600.0	0.10	0.17			0.003	0.129
70	700.0	-0.12	0.20			0.003	0.132
80	800.0	0.02	0.03			0.003	0.084
90	900.0	0.05	0.08			0.002	0.084
100	1000.0	-0.11	0.03			0.002	0.084
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 20.1 °C Humedad Mínima: 39.0 %Hr  
Temperatura Máxima: 20.6 °C Humedad Máxima: 39.0 %Hr



G&L LABORATORIO S.A.C.  
Av. Miraflores Mz. E. L. 80 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima  
Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 863 / 962 - 227 - 858

Correo: [servicioalcliente@glf.com.pe](mailto:servicioalcliente@glf.com.pe) / [laboratorio@glf.com.pe](mailto:laboratorio@glf.com.pe) / [laboratorio@glf.com.pe](mailto:laboratorio@glf.com.pe)

IMPRESIÓN Y FIRMAS DE LOS RESPONSABLES DE LA CALIBRACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **301-2020 GLF**  
Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios aces (%)	Cero fe (%)	Resolución a (%) en el 20%
0,27	0,33	No Aplica	No Aplica	0,00	0,010

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 0.5 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizado patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Elásticos Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" - Julio 2006.

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: B504530209 / 5M56809. Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con incertidumbre del orden de 0,060 % con INFORME TÉCNICO LEA - PUCP, INF - LE - 315 - 20.

OBSERVACIONES

- Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
- Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
- El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
- "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
- Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
- La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
- Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. **301-2020 GLF**

FIRMAS AUTÓGRAFAS

Téc. **Guillermo Poquima**  
Responsable Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C.  
Av. Miraflores Mz. E L1 00 Uro. Santa Elías II Etapa Los Olivos - Lima  
Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 502 - 883 / 992 - 227 - 858  
Correo: [servicio@laboratorio.com](mailto:servicio@laboratorio.com) / [laboratorio.mkt@laboratorio.com](mailto:laboratorio.mkt@laboratorio.com)  
AUTORIZACIÓN DE CALIBRACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

## ANEXO 6: PANEL FOTOGRÁFICO



**Figura 59. Adquisición del agregado.**



**Figura 60. Hornos artesanales.**



**Figura 61. Traslado del agregado.**



**Figura 62. Traslado del agregado para realizar ensayos.**



**Figura 63. Peso de los recipientes.**



**Figura 64. Armado de los tamices para ensayo de granulometría.**



**Figura 65. Proporciones de material a emplear en mezcla de concreto.**



**Figura 66. Peso de los materiales para realizar mezcla de concreto.**



**Figura 67. Mezclado del concreto**



**Figura 68. Determinación de prueba del Slump**



**Figura 69. Llenado de los moldes con C°.**



**Figura 70. Elaboración de probetas de C°.**



**Figura 71. Desmolde de probetas de concreto.**



**Figura 72. Curado de probetas de concreto.**



**Figura 73. Medición de probetas para realizar prueba a la compresión.**



**Figura 74. Rotura de probetas con prensa hidráulica.**



**Figura 75. Rotura de probetas con prensa hidráulica.**

ANEXO 7: LINK DE HOJA DE CALCULO (GOOGLE DRIVE)

[https://drive.google.com/drive/folders/1HP2N-9zByG\\_nkF\\_5c01jTDj2Gw8ub3eA?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1HP2N-9zByG_nkF_5c01jTDj2Gw8ub3eA?usp=sharing)