

APLICACIÓN DE FIBRAS DE GUADUA ANGUSTIFOLIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

por Anderson Jhordenio Huaman Perez

Fecha de entrega: 05-jul-2022 12:59p.m. (UTC-0500)

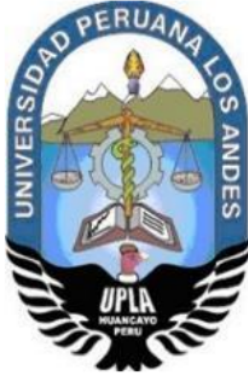
Identificador de la entrega: 1866972084

Nombre del archivo: 05._TESIS_-_BACH._ANDERSON_J._HUAM_N_P_REZ.docx (7.35M)

Total de palabras: 36855

Total de caracteres: 172060

²
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**APLICACIÓN DE FIBRAS DE GUADUA ANGUSTIFOLIA EN
EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**

⁶
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

PRESENTADO POR:

Bach. Anderson Jhordenio Huamán Pérez

ASESOR:

Ing. Rando Porras Olarte

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

Transporte y Urbanismo

FECHA DE INICIO Y CULMINACIÓN:

Marzo – Noviembre

HUANCAYO – PERÚ NOVIEMBRE – 2021

Asesor

²
Ing. Rando Porras Olarte

DEDICATORIA

La presente investigación, está dedicado a mis padres, debido a su apoyo incondicional, que me otorgan día a día, con el único objetivo de conducirme hacia el camino correcto.

Bach. Huamán Pérez, Anderson Jhordenio

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco a mis padres, hermanita Milagros, y a mi sobrino Deyvid, por formar y ser parte fundamental durante mi etapa de formación universitaria y profesional.
- A mi hermanita Esther Medalith, que en paz descanse, por su guía espiritual en cada decisión tomada día a día.
- A Mitchel Marco, por su voluntad de impartirme conocimientos avocados a la topografía.
- Al Ing. Javier Reynoso por su empatía de asesoramiento en el desarrollo del presente estudio.
- Finalmente, hacia mi persona, por mi perseverancia y voluntad empleado en la elaboración de la presente investigación.

Bach. Huamán Pérez, Anderson Jhordenio

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. RUBEN DARÍO TAPIA SILGUERA
Presidente

Mg. JESÚS IDEN CÁRDENAS CAPCHA
Jurado

Ing. MANUEL IVÁN MAITA PÉREZ
Jurado

Ing. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS
Jurado

Ing. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
Secretario Docente

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
CONTENIDO.....	VI
¹² INDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
RESUMEN	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Planteamiento del problema	22
1.2. Formulación y sistematización del problema	23
1.2.1. Problema General	23
1.2.2. Problemas Específicos	23
1.3. Justificación	24
1.3.1. Práctica	24
1.3.2. Teórica	24
1.3.3. Metodológica	24
1.4. Delimitaciones	25
1.4.1. Espacial	25
1.4.2. Temporal	25
1.4.3. Económica	25
1.5. Limitaciones	25
1.5.1. Limitaciones por Covid – ¹² 19	25
1.6. Objetivos.....	26
1.6.1. Objetivo General.....	26
1.6.2. Objetivos Específicos	26

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.....	27
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	27
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	32
2.2. Marco conceptual.....	36
2.2.1. Guadua Angustifolia (Bambú).....	36
2.2.2. Guadua Angustifolia.....	41
2.2.3. Agregados.....	45
2.2.3.1. Normativa de los Agregados.....	46
2.2.3.1.1. Método de Ensayo para Contenido de Humedad total de los Agregados – MTC E215.....	46
2.2.3.1.2. Peso Unitario y Vacío de los Agregados – MTC E203.....	47
2.2.3.1.3. Análisis Granulométrico de Agregados Grueso y Finos – MTC E204.....	48
2.2.3.1.4. Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos – MTC E205.....	49
2.2.3.1.5. Gravedad Específica y Absorción de Agregados Gruesos – MTC E206 50	
2.2.4. Concreto.....	52
2.2.4.1. Normativa del Concreto.....	54
2.2.4.1.1. Toma de muestras de Concreto Fresco – MTC E701.....	54
2.2.4.1.2. Elaboración y curado de especímenes de Hormigón (Concreto) en el Laboratorio – MTC E702.....	54
2.2.4.1.3. Resistencia a la Compresión Testigos Cilíndricos – MTC E704.....	55
2.2.4.1.4. Asentamiento del Concreto (Slump) – MTC E705.....	56
2.2.5. Suelos.....	57
2.2.6. Tráfico Vial.....	62
2.2.7. Pavimento Rígido.....	64
2.2.7.1. Condiciones del Diseño Estructural de Pavimentos Urbanos.....	68

2.2.7.2. Metodología de Diseño	68
2.3. Definición de Términos:	76
2.4. Hipótesis	76
2.4.1. Hipótesis General	76
2.4.2. Hipótesis Específicas	77
2.5. Variables	77
2.5.1. Definición conceptual de las variables	77
2.5.2. Definición operacional de las variables	77
2.5.3. Operacionalización de las variables	78
CAPITULO III	
METODOLOGÍA	
3.1. Método de investigación	79
3.2. Tipo de Investigación:	79
3.3. Nivel de investigación:	80
3.4. Diseño de la investigación:	80
3.5. Población y muestra:	80
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	82
3.7. Procesamiento de la información	84
3.8. Técnicas y análisis de datos	85
CAPITULO IV	
RESULTADOS	
4.1. Conteo y clasificación vehicular	86
4.1.1. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Lunes 26 de abril del 2021, en sentido Este a Oeste.....	87
4.1.2. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Martes 27 de abril del 2021, en sentido Este a Oeste.....	90
4.1.3. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Miércoles 28 de abril del 2021, en sentido Este a Oeste.....	93

4.1.4. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Jueves 29 de abril del 2021, en sentido Este a Oeste.....	96
4.1.5. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Viernes 30 de abril del 2021, en sentido Este a Oeste.....	99
4.1.6. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Sábado 01 de mayo del 2021, en sentido Este a Oeste.....	102
4.1.7. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Domingo 02 de mayo del 2021, en sentido Este a Oeste.....	105
4.2. Determinación de ²² Número de repeticiones de Ejes Equivalentes	108
4.2.1. Determinación de Ejes Equivalentes del Conteo Vehicular.....	108
4.3. Resistencia a la Compresión.....	118
4.3.1. ² Resultados de Resistencia a Compresión de la Muestra Patrón a los 3, 7, 14 y 28 Días.	118
¹⁹ 4.3.2. Resultados de Resistencia a Compresión de la Muestra Patrón + ¹¹ 0.5% de Fibra de Guadua Angustifolia a los 3, 7, 14 y 28 Días.....	122
4.3.3. ²⁸ Resultados de Resistencia a Compresión de la Muestra Patrón + 1.0% de Fibra de Guadua Angustifolia a los 3, 7, 14 y 28 Días.....	126
¹⁹ 4.3.4. Resultados de Resistencia a Compresión de la Muestra Patrón + ¹¹ 1.5% de Fibra de Guadua Angustifolia a los 3, 7, 14 y 28 Días.....	130
4.4. Análisis Comparativo de Resistencia ⁶ a la Compresión de los Diferentes Especímenes de concreto.	134
²³ 4.4.1. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión Obtenidas por las Muestras de Concretos Cilíndricas a la Edad de 3 Días.	134
² 4.4.2. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión Obtenidas por las Muestras de Concretos Cilíndricas a la Edad de ² 7 Días.	135
4.4.3. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión Obtenidas por las Muestras de Concretos Cilíndricas a la Edad de 14 Días.	137
² 4.4.4. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión Obtenidas por las Muestras de Concretos Cilíndricas a la Edad de 28 Días.	138

6	4.5. Análisis Comparativo de Valores de Resistencia a Compresión de los Diferentes Especímenes de Concreto.	139
10	4.5.1. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión de Muestras Cilíndricas de Concreto a la Edad de 3 Días, Expresadas en %.....	139
33	4.5.2. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión de Muestras Cilíndricas de Concreto a la Edad de 7 Días, Expresadas en %.....	141
23	4.5.3. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión de Muestras Cilíndricas de Concreto a la Edad de 14 Días, Expresadas en %.....	142
23	4.5.4. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión de Muestras Cilíndricas de Concreto a la Edad de 28 Días, Expresadas en %.....	143
	4.5.5. Resumen General Promedio de Valores Adquiridos Durante los 3, 7, 14 Y 28 Días de Ensayo, Muestra Patrón vs Muestra Patrón + 0.5%, 1.0% y 1.5% de Fibras de Guadua Angustifolia.	144
	4.6. Análisis de Resultados de Ensayo a Flexotracción (Módulo de Rotura).	147
2	4.6.1. Datos de Resistencia a Flexión del Concreto Endurecido ASTM C78, de la Viga Patrón, Ensayada a los 28 Días.	148
2	4.6.2. Datos de Resistencia a Flexión del Concreto Endurecido ASTM C78, de la Viga Patrón + 0.5% Fibra, Ensayada a los 28 Días.	149
2	4.6.3. Datos de Resistencia a Flexión del Concreto Endurecido ASTM C78, de la Viga Patrón + 1.0% Fibra, Ensayada a los 28 Días.	150
2	4.6.4. Datos de Resistencia a Flexión del Concreto Endurecido ASTM C78, de la Viga Patrón + 1.5% Fibra, Ensayada a los 28 Días.	151
2	4.6.5. Resumen Comparativo de Datos de Resistencia a Flexión del Concreto Endurecido ASTM C78, de la Viga Patrón vs Viga Patrón + 0.5%, 1.0% y 1.5% de Fibra, Ensayada a los 28 Días.	152
2	4.6.6. Comparativo de Datos de Resistencia a Flexión del Concreto Endurecido ASTM C78, de la Viga Patrón vs Viga Patrón + 0.5%, 1.0% y 1.5% de Fibra, Ensayada a los 28 Días, Expresados en %.....	153
	4.7. Análisis de Resultados de Módulo de Elasticidad.....	155

4.7.1. Resultados de Módulo de Elasticidad de la Muestra Patrón a las Edades de 3, 7, 14 y 28 Días.	155
4.7.2. Resultados de Módulo de Elasticidad de la Muestra Patrón + 0.5% de Fibra de Guadua Angustifolia a las Edades de 3, 7, 14 y 28 Días.	156
4.7.3. Resultados de Módulo de Elasticidad de la Muestra Patrón + 1.0% de Fibra de Guadua Angustifolia a las Edades de 3, 7, 14 y 28 Días.	157
4.7.4. Resultados de Módulo de Elasticidad de la Muestra Patrón + 1.5% de Fibra de Guadua Angustifolia a las Edades de 3, 7, 14 y 28 Días.	157
4.7.5. Resumen Comparativo de Módulo de Elasticidad de la Muestra Patrón vs Muestra Patrón + 0%, 0.5%, 1.0% y 1.5% de Fibra de Guadua Angustifolia a las Edades de 3, 7, 14 y 28 Días.	158

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES 168

RECOMENDACIONES 169

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 170

ANEXOS Error! Bookmark not defined.

Anexo 01: Matriz de Consistencia..... Error! Bookmark not defined.

Anexo 02: Matriz de Operacionalización de Variables.. Error! Bookmark not defined.

Anexo 03: Ensayos Realizados de Mecánica de Suelos. Error! Bookmark not defined.

Anexo 04: Diseño de Mezcla $F'c=210\text{kg/cm}^2$ Muestra Patrón Error! Bookmark not defined.

Anexo 05: Diseño de Mezcla $F'c=210\text{kg/cm}^2$ Muestra Patrón + 0.5% de Fibra de Guadua Angustifolia..... Error! Bookmark not defined.

Anexo 06: Diseño de Mezcla $F'c=210\text{kg/cm}^2$ Muestra Patrón + 1.0% de Fibra de Guadua Angustifolia..... Error! Bookmark not defined.

Anexo 07: Diseño de Mezcla $F'c=210\text{kg/cm}^2$ Muestra Patrón + 1.5% de Fibra de Guadua Angustifolia..... Error! Bookmark not defined.

Anexo 08: Resultados de Resistencia a Flexotracción del concreto. Error! Bookmark not defined.

Anexo 09: Certificados de Calibración de Equipos de Laboratorio. Error! Bookmark not defined.

Anexo 10: Plano de Estación de Conteo vehicular..... **Error! Bookmark not defined.**

Anexo 11: Panel Fotográfico..... **Error! Bookmark not defined.**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Módulo de Elasticidad</i>	38
Tabla 2: <i>Tamaño de la Muestra del Agregado</i>	47
Tabla 3: <i>Cantidad Mínima de Muestra de Agregado Grueso</i>	49
Tabla 4: <i>Peso Mínimo de la Muestra de Ensayo</i>	51
Tabla 5: <i>Número de Capas Requeridas en la Elaboración de las Muestras</i>	54
Tabla 6: <i>Diámetro de Varilla y Número de Golpes por Capa</i>	55
Tabla 7: <i>Especificaciones de Diámetro de la Cara de Carga</i>	55
Tabla 8: <i>Tolerancia de Edad de Ensayo de los Especímenes</i>	56
Tabla 9: <i>Número de Calicatas Para la Exploración de Suelos</i>	57
Tabla 10: <i>Clasificación de Suelos Según Tamaño de Partículas</i>	58
Tabla 11: <i>Clasificación de Suelos Según Índice de Plasticidad</i>	59
Tabla 12: <i>Clasificación de Suelos Según Equivalente de Arena</i>	59
Tabla 13: <i>Clasificación de Suelos Según Índice de Grupo</i>	60
Tabla 14: <i>Correlación de Tipos de Suelos AASSHTO - SUCS</i>	61
Tabla 15: <i>Categorías de Subrasante</i>	62
Tabla 16: <i>Factores de Distribución Direccional y de Carril Para Determinar el Tránsito en el Carril de Diseño</i>	63
Tabla 17: <i>Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t</i>	70
Tabla 18: <i>Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t</i>	70
Tabla 19: <i>Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t</i>	71
Tabla 20: <i>Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi), Índice de Serviciabilidad Final. (Pt), Diferencial de Serviciabilidad Según Rango de Tráfico</i>	71
Tabla 21: <i>Valores de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar (Zr), Para un Periodo de Diseño de 20 Años</i>	72
Tabla 22: <i>CBR Mínimos Recomendados Para la sub Base Granular de Pavimentos Rígidos Según la Intensidad del Tráfico Expresado en EE</i>	73
Tabla 23: <i>Valores de Resistencia de Concreto Según la Demanda de Tráfico</i>	74
Tabla 24: <i>Condiciones de Drenaje</i>	75
Tabla 25: <i>Coefficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd</i>	75

Tabla 26: Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J.	75
Tabla 27: Diseño de Investigación Cuasi Experimental.....	80
Tabla 28: Población Para Resistencia a Compresión.....	81
Tabla 29: Población Para Resistencia a Flexotracción.....	81
Tabla 30: Población Para Asentamiento Resistencia a Compresión y Flexotracción...81	
Tabla 31: Resumen de ² Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deuniso.	87
Tabla 32: Resumen de ² Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deuniso.	90
Tabla 33: Resumen de ² Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deuniso.	93
Tabla 34: Resumen de ² Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deuniso.	96
Tabla 35: Resumen de ² Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deuniso.	99
Tabla 36: Resumen de ² Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deuniso.	102
Tabla 37: Resumen de ² Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deuniso.	105
Tabla 38: Resumen de Datos de ²² la Vía en Estudio.....	108
Tabla 39: Resumen de Ejes Equivalentes Día Lunes 26 de Abril.....	109
Tabla 40: Resumen de Ejes Equivalentes Día Martes 27 de Abril.....	110
Tabla 41: Resumen de Ejes Equivalentes Día Miércoles 28 de Abril.....	111
Tabla 42: Resumen de Ejes Equivalentes Día Jueves 29 de Abril.....	112
Tabla 43: Resumen de Ejes Equivalentes Día Viernes 30 de Abril.....	113
Tabla 44: Resumen de Ejes Equivalentes Día Sábado 01 de Mayo.....	114
Tabla 45: Resumen de Ejes Equivalentes Día Domingo 02 de Mayo.....	115
Tabla 46: Resumen General de Ejes Equivalentes Obtenidos.....	116
Tabla 47: Resumen de Tráfico Semanal.....	117
Tabla 48: ²⁹ Resistencia a Compresión a Distintas Edades del Concreto.....	119
Tabla 49: ²⁹ Resumen de Resistencia a Compresión Promedio a Distintas Edades.....	119
Tabla 50: ²⁹ Resistencia a Compresión a Distintas Edades del Concreto.....	123
Tabla 51: Resumen de Resistencia a Compresión Promedio a Distintas Edades.....	123

Tabla 52:	²⁹ Resistencia a Compresión a Distintas Edades del Concreto.	127
Tabla 53:	Resumen de Resistencia a Compresión Promedio a Distintas Edades.	127
Tabla 54:	²⁹ Resistencia a Compresión a Distintas Edades del Concreto.	131
Tabla 55:	Resumen de Resistencia a Compresión Promedio a Distintas Edades.	131
Tabla 56:	Comparativo de Resistencia a Compresión a 3 Días de Ensayo.	135
Tabla 57:	Comparativo de Resistencia a Compresión a 7 Días de Ensayo.	136
Tabla 58:	Comparativo de Resistencia a Compresión a 14 Días de Ensayo.	137
Tabla 59:	Comparativo de Resistencia a Compresión a 28 Días de Ensayo.	138
Tabla 60:	² Valores Porcentuales de Resistencia a Compresión Edad 3 Días.	140
Tabla 61:	² Valores Porcentuales de Resistencia a Compresión Edad 7 Días.	141
Tabla 62:	² Valores Porcentuales de Resistencia a Compresión Edad 14 Días.	142
Tabla 63:	² Valores Porcentuales de Resistencia a Compresión Edad 28 Días.	143
Tabla 64:	Resumen General de Resistencia a compresión Según Días de Ensayo.	144
Tabla 65:	Resumen General de Resistencia a compresión Según Días de Ensayo $f_c(\%)$.	146
Tabla 66:	²⁰ Datos Obtenidos de Resistencia a Flexión a la Edad de 28 Días.	148
Tabla 67:	²⁰ Datos Obtenidos de Resistencia a Flexión a la Edad de 28 Días.	149
Tabla 68:	²⁰ Datos Obtenidos de Resistencia a Flexión a la Edad de 28 Días.	150
Tabla 69:	²⁰ Datos Obtenidos de Resistencia a Flexión a la Edad de 28 Días.	151
Tabla 70:	Resumen de Datos Obtenidos - Resistencia a Flexión.	152
Tabla 71:	Comparativo de Resultados de Resistencia a Flexión (%).	154
Tabla 72:	Módulo de Elasticidad de Concreto Muestra Patrón.	155
Tabla 73:	Módulo de Elasticidad de Concreto Muestra Patrón + 0.5% Fibra.	156
Tabla 74:	Módulo de Elasticidad de Concreto Muestra Patrón + 1.0% Fibra.	157
Tabla 75:	Módulo de Elasticidad de Concreto Muestra Patrón + 1.5% Fibra.	158
Tabla 76:	Resumen de Datos de Módulo de Elasticidad del Concreto.	159

1 **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Partes del Bambú	37
Figura 2: Partes del Tallo	38
Figura 3: Brote nuevo	38
Figura 4: <i>Brote en Crecimiento</i>	39
Figura 5: <i>Tallo Tierno o Verde</i>	39
Figura 6: <i>Tallo Maduro</i>	40
Figura 7: <i>Tallo Sobremaduro</i>	40
Figura 8: <i>Guadua Angustifolia</i>	41
Figura 9: <i>Molde Para Determinar el Asentamiento</i>	56
Figura 10: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.</i>	88
Figura 11: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados</i>	89
Figura 12: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.</i>	91
Fuente: Elaboración Propia.....	91
Figura 13: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados</i>	92
Fuente: Elaboración Propia.....	92
Figura 14: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.</i>	94
Fuente: Elaboración Propia.....	94
Figura 15: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados</i>	95
Fuente: Elaboración Propia.....	95
Figura 16: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.</i>	97
Fuente: Elaboración Propia.....	97
Figura 17: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados</i>	98
Fuente: Elaboración Propia.....	98
Figura 18: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.</i>	100
Fuente: Elaboración Propia.....	100
Figura 19: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados</i>	101
Fuente: Elaboración Propia.....	101
Figura 20: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.</i>	103
Fuente: Elaboración Propia.....	103
Figura 21: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados</i>	104
Fuente: Elaboración Propia.....	104
Figura 22: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.</i>	106

Fuente: Elaboración Propia.....	106
Figura 23: <i>Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados</i>	107
Fuente: Elaboración Propia.....	107
Figura 24: <i>Resumen de Ejes Equivalentes en la Estación de Conteo Vehicular</i>	116
Figura 25: <i>Resumen General de Tráfico Semanal Según Tipo de Vehículo</i>	117
Figura 26: <i>Resumen Promedio de Resistencia a Compresión</i>	120
Figura 27: <i>Porcentaje de Resistencia a Compresión Alcanzado</i>	121
Figura 28: <i>Resumen Promedio de Resistencia a Compresión</i>	124
Figura 29: <i>Porcentaje de Resistencia a Compresión Alcanzado</i>	125
Figura 30: <i>Resumen Promedio de Resistencia a Compresión</i>	128
Figura 31: <i>Porcentaje de Resistencia a Compresión Alcanzado</i>	129
Figura 32: <i>Resumen Promedio de Resistencia a Compresión</i>	132
Figura 33: <i>Porcentaje de Resistencia a Compresión Alcanzado</i>	133
Figura 34: <i>Comparación de Resistencia a Compresión de Testigos</i>	135
Figura 35: <i>Comparación de Resistencia a Compresión de Testigos</i>	136
Figura 36: <i>Comparación de Resistencia a Compresión de Testigos</i>	138
Figura 37: <i>Comparación de Resistencia a Compresión de Testigos</i>	139
Figura 38: <i>Valor Adquirido de Resistencia a Compresión</i>	140
Figura 39: <i>Valor Adquirido de Resistencia a Compresión</i>	141
Figura 40: <i>Valor Adquirido de Resistencia a Compresión</i>	142
Figura 41: <i>Valor Adquirido de Resistencia a Compresión</i>	143
Figura 42: <i>Resumen General de valores de Resistencia a Compresión a Diferentes Edades</i>	145
Figura 43: <i>Resumen General de Resistencia a Compresión f_c(%) a Diferentes Edades</i>	146
Figura 44: <i>Fuerza vs Deformación de Ensayo a Flexión</i>	148
Figura 45: <i>Fuerza vs Deformación de Ensayo a Flexión</i>	149
Figura 46: <i>Fuerza vs Deformación de Ensayo a Flexión</i>	150
Figura 47: <i>Fuerza vs Deformación de Ensayo a Flexión</i>	151
Figura 48: <i>Fuerza vs Deformación de Ensayo a Flexión</i>	153
Figura 49: <i>Fuerza vs Deformación de Ensayo a Flexión</i>	154
Figura 50: <i>Comparativo de Módulo de Elasticidad del concreto</i>	160

RESUMEN

En la presente investigación el problema general fue ¿Cuál es el resultado de la aplicación de las fibras de Guadua Angustifolia en el Diseño de Pavimentos Rígidos?, para lo cual el objetivo general fue: Aplicar las fibras de Guadua Angustifolia en el Diseño de Pavimentos Rígidos, asimismo la hipótesis que se debe de contrastar es: La aplicación de fibras de Guadua Angustifolia reduce las propiedades mecánicas del concreto para el Diseño de Pavimentos Rígidos.

El estudio de esta investigación fue desarrollada por el Método Científico, el tipo de investigación fue Aplicada, el nivel tuvo caracter Explicativo y el diseño fue Cuasi experimental, la Población tendrá una correspondencia a 60 Ensayos realizados en laboratorio.

Según la presente investigación se concluye que la Resistencia a compresión mayor alcanzada fue por la Muestra Patrón a diferencia de la Muestra Patrón con adición del 0.5%, 1.0% y 1.5% de Fibra de Guadua Angustifolia, por otra parte, la que adoptó la mayor Resistencia a Flexotracción fue la Viga Patrón con adición del 0.5% de Fibra de Guadua Angustifolia, con respecto a la Viga Patrón y finalmente podemos concluir que el cálculo del Módulo de Elasticidad es directamente Proporcional a la Resistencia a Compresión.

Palabras clave: Fibras, Guadua Angustifolia, Concreto, Transitabilidad vehicular y Diseño de Pavimento Rígido.

ABSTRACT

In the present investigation the general problem was: What is the result of the application of Guadua Angustifolia fibers in the Design of Rigid Pavements?, for which the general objective was: Apply the Guadua Angustifolia fibers in the Design of Rigid Pavements Likewise, the hypothesis that must be tested is: The application of Guadua Angustifolia fibers reduces the mechanical properties of concrete for the Design of Rigid Pavements.

The study of this research was developed by the Scientific Method, the type of research was Applied, the level had an Explanatory character and the design was Quasi experimental, the Population will correspond to 60 tests carried out in the laboratory.

According to the present investigation, it is concluded that the highest compressive strength achieved was by the Standard Sample as opposed to the Standard Sample with addition of 0.5%, 1.0% and 1.5% of Guadua Angustifolia Fiber, on the other hand, the one that adopted the highest Resistance to Flexotraction was the Standard Beam with the addition of 0.5% of Guadua Angustifolia Fiber, with respect to the Standard Beam and finally we can conclude that the calculation of the Modulus of Elasticity is directly proportional to the Compressive Strength.

Keywords: Fibers, Guadua Angustifolia, Concrete, Vehicular traffic and Rigid Pavement Design.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el sector ingenieril de transportes requiere el uso y la explotación de diversas materias primas, para el empleo de insumos en los pavimentos tanto en vías nacionales y locales, es por esa razón que la presente investigación titulada “Aplicación de Fibras de Guadua Angustifolia en el Diseño de Pavimentos Rígidos”, tiene como propósito usar la materia de la Guadua Angustifolia en beneficio del Pavimento Rígido, puesto que esta materia actualmente se considera como el acero del siglo XXI, así como por presentar buenas propiedades fisico-mecánicas, cuando entra en contacto con el concreto hidráulico.

La presente tesis a sido desarrollada respecto a las dimensiones de las variables tal como “Guadua Angustifolia”, la cual tiene como dimensión el “porcentaje”, los cuales se han tomado de antecedentes de esta misma índole de investigación, seguido por la variable dependiente “Diseño de Pavimento Rígido”, que tiene por dimensiones: Resistencia a la Compresión, que se ha desarrollado el ensayo de rotura para la obtención de resultados, seguido por la Resistencia a la Flexotracción, que también al igual que el ensayo anterior se ha realiza el módulo de rotura para obtener los resultados y finalmente el Módulo de Elasticidad del Concreto, que esto si ha involucrado el cálculo matemático del empleo de la fórmula establecida por la norma E-060 RNE, las cuales han sido elementos importantes para la interpretación de los resultados en el desarrollo de esta investigación, por medio del análisis de tablas y figuras.

En seguida la presente investigación se encuentra organizado jerárquicamente en capítulos que han sido claves para el desarrollo de la presente tesis, por ende se describiran a continuación estos capítulos:

Capítulo I, considerado como “El problema de investigación”, donde se plantean los siguientes items: el planteamiento de la realidad problemática, la formulación y sistematización del problema, ya sea de carácter general y específicos, la justificación de la investigación, las delimitaciones que se tienen en la presente investigación, limitaciones y los objetivos que se pretenden alcanzar en este estudio.

Capítulo II, considerado como “Marco Teórico”, donde se plantean los siguientes items: Antecedentes de investigaciones nacionales e internacionales que ayudan a encaminar el presente estudio, marco conceptual donde se plantean los criterios básicos de los aspectos técnicos, conceptuales y normativos de acuerdo al estudio a investigar, definición de términos, planteamiento de hipótesis y el desarrollo de las variables.

Capítulo III, considerado como “Metodología”, donde se tratan de plantear los siguientes items: ² El método de investigación, Tipo de investigación, Nivel de investigación, Diseño de investigación, Población y muestra, Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Procesamiento de la información y las Técnicas y análisis de datos.

Capítulo IV, considerado como “Resultados”, donde en este item se pretenden plantear el desarrollo organizado de los diversos datos recolectados en campo y en laboratorio, haciendo uso de la estadística con el manejo de tablas y figuras para su análisis, siendo este un capítulo importante para el planteamiento de discusión de resultados.

Capítulo V, considerado como “Discusión de Resultados”, donde se pretenden discutir la hipótesis planteada, según los resultados obtenidos respecto a los antecedentes nacionales e internacionales tomados en la presente investigación, que se encuentran sujetos al desarrollo del capítulo IV.

² Finalmente se plantearon las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos adoptados en el desarrollo de esta investigación.

Bach. Huamán Pérez, Anderson Jhordenio

² CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional los proyectos de ingeniería, la cual involucra el uso del concreto reforzado, ha sido un problema, puesto que para su fabricación de insumos se requiere muchos procesos, y más aún por ser uno de los agentes contaminantes del medio ambiente, las cuales nos conllevan a emplear materias primas alternativas, como es el caso de la *Guadua Angustifolia* (bambú), que se ha empleado en la presente investigación (Bejarano, 2019, p. 14).

Al ser de origen natural, económico, eco amigable y sustentable, además de poseer buenas propiedades físico – mecánicas, según estudios realizados recientemente, esta materia requiere pocos procesos para su utilización y se encuentra al alcance de la economía del ser humano.

A nivel nacional la infraestructura del sector vial, es un ente importante que determina el desarrollo económico y sustentable de un país, más aún con el tipo de diseño del pavimento rígido. Y esto es una problemática a solucionar, puesto que se emplean tecnologías que requieren varios procesos para su utilización en el concreto reforzado.

Viendo las nuevas prácticas del diseño de pavimentos rígidos a nivel local, la Guadua Angustifolia no tiene usos en el aspecto vial, a pesar de la gran cantidad existente inutilizable en la zona de estudio y esto es una problemática en el uso de esta materia, puesto que no se han realizado estudios para su empleo en el diseño de pavimentos rígidos.

También es necesario mencionar que esta materia se puede encontrar en la Amazonía del Perú y, asimismo en otras regiones, como es el caso de la provincia de Chanchamayo, Distrito de la Merced.

Por ende, la presente investigación realizó los análisis de estas fibras, con la adición del concreto, de modo que se pueda aplicar esta fibra como una alternativa para el diseño de pavimentos rígidos.

² 1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¹⁷ ¿Cuál es el resultado de la aplicación de las fibras de guadua angustifolia en el diseño de pavimentos rígidos?

²⁹ 1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¹¹ ¿Cuáles son los resultados de la aplicación de fibras de guadua angustifolia en la resistencia a compresión?
- b. ¹¹ ¿Qué resulta de la aplicación de las fibras de guadua angustifolia en la resistencia a flexotracción?
- c. ¹¹ ¿Qué resultado se obtiene de la aplicación de fibras de guadua angustifolia en el módulo de elasticidad?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

La presente investigación tuvo como propósito aplicar la Guadua Angustifolia, en el concreto reforzado, para el diseño de pavimentos rígidos, puesto que el Distrito y Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín, cuenta con esta especie forestal no maderable, además tiene la posibilidad de reutilizar restos sobrantes de la artesanía, así como su proceso de elaboración requiere pocos procesos a diferencia de otras materias, a fin de tener pavimentos adecuados para la transitabilidad vehicular en beneficio de la sociedad.

1.3.2. Teórica

El presente estudio tuvo como justificación teórica, realizar una investigación en la zona de estudio, la cual involucra el empleo de esta materia en el concreto, ya que actualmente no existe ningún tipo de estudio de esta índole.

Por tanto, para su análisis se requiere el uso de teorías y/o conocimientos científicos, los cuales ayudarán a corroborar el propósito planteado. Asimismo, esta investigación servirá como sustento técnico, teórico, práctico y científico para futuras investigaciones de esta misma índole de investigación.

1.3.3. Metodológica

La presente investigación propuso una nueva metodología para plantear nuevas alternativas de diseño de pavimentos rígidos con el

empleo de la Guadua Angustifolia conjuntamente con el concreto, para así otorgar una adecuada resistencia a la estructura del pavimento.

² 1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La presente investigación se realizó en la obra Mejoramiento de vías urbanas en la Av. Pioneros; entre los tramos Av. Perú, Jr. María Arguedas – Distrito de la Merced, Provincia de Chanchamayo – Junín.²

1.4.2. Temporal

La delimitación temporal de esta investigación se realizó durante el mes de marzo hasta el mes de noviembre del 2021.

¹² 1.4.3. Económica

El costo asumido en la presente investigación, fue específicamente en su totalidad por el autor.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitaciones por Covid – 19

En la presente investigación se han tenido algunas limitaciones, con respecto a la obtención de datos de campo, así como la adquisición de insumos para la preparación y ejecución de los diversos ensayos de laboratorio, esto debido a las restricciones planteadas por el gobierno central, pese a ello se ha logrado realizar todos los ensayos.

2 1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Aplicar las fibras de guadua angustifolia en el diseño de pavimentos rígidos.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar los resultados de la ¹¹ aplicación de fibras de guadua angustifolia en la resistencia a compresión.
- b. Evaluar el resultado de la ¹¹ aplicación de las fibras de guadua angustifolia en la resistencia a flexotracción.
- c. Analizar el resultado de la ¹¹ aplicación de fibras de guadua angustifolia en el módulo de elasticidad.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Bandy Basilio Salvatierra Vega (2019), en el estudio de su investigación “Aplicación del bambú en el reforzamiento del concreto para medir el comportamiento estructural de una vivienda de 2 pisos en cañete – 2019”, plantea como **problema general**: ¿Cómo la aplicación del bambú interviendría en el comportamiento estructural de una vivienda de 2 pisos en Cañete - 2019?, también plantea como **objetivo general** evaluar si la aplicación del bambú interviene en el comportamiento estructural de una vivienda de 2 pisos en Cañete - 2019, además la **metodología** empleada es el método hipotético – deductivo, ya que se partirá de hipótesis y luego mediante la deducción se comprobará la veracidad o falsedad de estas, asimismo determinó la siguiente **conclusión** las derivas inelásticas obtenidas en la vivienda reforzada con acero en la dirección X son de 0.6372 % y 0.4290 % en el piso 1 y 2, respectivamente, en la dirección Y son de 0.6414 % y 0.4320 % en el piso 1 y 2, respectivamente. En cuanto a

la vivienda reforzada con bambú las derivas inelásticas resultantes en el eje X son de 0.4752 % y 0.3090 % en el piso 1 y 2, respectivamente, en la dirección Y son de 0.4770 % y 0.3108 % en el piso 1 y 2, respectivamente; se observa que ⁴⁵ las derivas obtenidas de la vivienda reforzada con bambú son menores a las obtenidas de la vivienda reforzada con acero debido a los valores obtenidos de los esfuerzos mecánicos del bambú y finalmente tiene la siguiente **recomendación** debido a que la estructura se ubica en una zona con suelos blandos y posee cobertura liviana, se recomienda diseñar una platea de cimentación, con el fin de evitar el asentado de la estructura.

Wilder Roger Vargas Vásquez (2016), en el estudio de su investigación “Vigas de concreto reforzadas con bambú (*Guadua Angustifolia*) para construcciones rurales”, plantea como **problema general**: la baja adherencia entre el bambú y el concreto, la cual se debe principalmente al aumento del volumen del bambú con la humedad al embeberse en el concreto fresco y su posterior contracción al secarse, esto origina que se produzca grietas en la superficie del concreto y la pérdida de la adherencia entre los dos materiales, también plantea como **objetivo general** proponer un tratamiento alternativo que permita mejorar la adherencia y el consecuente uso del bambú como refuerzo longitudinal en vigas de concreto que cumplan con los parámetros de resistencia y deformaciones admisibles para una vivienda típica en la zona rural, además la **metodología** para establecer la capacidad que tienen los elementos del bambú para ser utilizados como elementos de concreto, se realizaron pruebas de

laboratorio tanto en el bambú como en la vigas de concreto reforzadas para determinar el comportamiento de ambos materiales en conjunto, asimismo determinó la siguiente **conclusión** el empleo de tablillas acanaladas e impermeabilizadas con asfalto líquido RC-250 y aditamento de arena media es una forma eficiente de mejorar la adherencia entre el concreto y el refuerzo del bambú debido a que este tipo de tratamiento fue el mejor esfuerzo de adherencia obtuvo, logrando un esfuerzo promedio de 6.7kg/cm². Verificando de esta forma que el acanalamiento longitudinal le otorga una mayor fricción y acuñaamiento y finalmente tiene la siguiente **recomendación** evaluar la interacción entre el concreto y el asfalto, dado que el concreto tiene características alcalinas y puede tener influencia en la película impermeable del refuerzo de bambú, lo cual no se contempló en esta investigación.

Marco Eduardo Montalvo Guevara (2015), en el estudio de su investigación “Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”, plantea como **problema general**:
¹⁶ cómo se vienen dando las investigaciones del concreto, y de las adiciones que mejoran sus características, también ⁴⁰ plantea como **objetivo general** proporcionar información, criterios generales y nuevas metodologías para el dimensionamiento, proyecto y ejecución de obras de pavimentos reforzados con fibras, asimismo determinó la siguiente **conclusión** ¹⁶ una de las diferencias que se pueden encontrar en los parámetros de diseño es la propiedad del concreto: en el PCA se utiliza el módulo de rotura del concreto y en el TR-34 la resistencia

a compresión, sin embargo, en este último, el software PAVE 2008 tiene una base de datos el cual tiene una correlación entre estas dos propiedades de concreto. Por otro lado, cuando se diseña con la PCA el espesor del pavimento por cargas vehiculares, un requerimiento es el número de pasadas aproximadas que va a tener el vehículo, sin embargo, en la TR-34 se utiliza la escena más desfavorable o la carga más grande en la vida útil del pavimento ya que se trabaja con límites de esfuerzo y finalmente tiene la siguiente **recomendación** de acuerdo con el análisis efectuado tanto técnico como económicamente, se recomienda la utilización de concreto reforzado con fibras en la colocación en losas de pisos y pavimentos donde exigen una alta sollicitaciones de carga pesada.

Tania Palmira Flores zuta y Jhordan Rojas Torres (2021), en su trabajo de investigación “Evaluación del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con fibras de guadua angustifolia kunt, para mejorar su resistencia a la compresión. Moyobamba 2020-2021”, plantearon como **problema general**: ¿Es posible mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ al aplicar fibra de guadua angustifolia kunt, Moyobamba 2021?, también plantearon como **objetivo general** Evaluar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar fibra de guadua angustifolia kunt, Moyobamba 2021, además la **metodología** empleada es una investigación aplicada y el **diseño de investigación experimental**, debido a la manipulación de la variable independiente con el principal motivo de valorar la consecuencia de la adición de la fibra de guadua angustifolia kunth,

en un ⁴¹concreto $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, mediante diversos ensayos a compresión, asimismo determinó la siguiente **conclusión** El diseño óptimo que se obtuvo en los ensayos para un concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ fue con la adicionando 2% de guadua angustifolia kunt, de las cuales se llegó a alcanzar la resistencia máxima de ¹199.73 kg/cm^2 , una **resistencia a la compresión** superior a la de los otros diseños en los veintiocho días. La dosificación utilizada para las 09 probetas que se realizaron con dicha adición fue de 14.945 kg de cemento, 32.26 kg de agregado fino, 57.22 kg de agregado grueso, 9.69 kg de agua y 0.305 kg de guadua y finalmente planteó la siguiente **recomendación** se recomienda el uso de guadua en un porcentaje menor de 2%. Ya que al porcentaje de adición de 4% la resistencia es desfavorable.

Elmer Rafael Aliaga Sánchez (2021), en el estudio de su investigación “Comportamiento estructural de una viga de concreto en Flexión, sometida a una carga puntual en el centro de luz Incorporando como refuerzo principal al bambú y de una Viga de concreto reforzada con acero, mediante ensayo Experimental en laboratorio”, plantea como **problema general**: ¿Cuál es el comportamiento estructural de una viga de concreto en flexión incorporando como refuerzos principales al bambú y al refuerzo convencional o acero, mediante ensayo experimental?, también plantea como **objetivo general** Determinar el comportamiento estructural de una viga de concreto en flexión incorporando como refuerzos principales al bambú y al refuerzo convencional o acero, mediante ensayo experimental en laboratorio, además la **metodología** empleada fue de tipo cuasi experimental

comparativa, asimismo determinó la siguiente **conclusión** el comportamiento estructural en el ensayo a flexión de la viga reforzada con bambú, el refuerzo de bambú siguió desarrollándose tal y como muestra el Grafico N° 46, después de ocurrida la falla en el concreto, desde los 10 mm hasta los 32.5mm, con un valor de ductilidad de 3.25, mientras que en la viga de concreto reforzada con acero (M-3) se muestra una ductilidad de curvatura de 5.14 tal como se indica en la tabla N° 01; ambos resultados muestran, el comportamiento dúctil de ambos materiales de refuerzo, aunque el acero es 58% mayor que el del bambú y finalmente planteó la siguiente **recomendación** seguir investigando y sobre todo realizar ensayos experimentales del bambú de la especie guadua angustifolia como material de refuerzo en vigas, para tener mayor información sobre el comportamiento del bambú ante esfuerzos en flexión.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Daniel Fernando Bejarano Vigoya (2019), en el estudio de su investigación “Estudio de la Resistencia mecánica del concreto reforzado con fibras de Guadua Angustifolia Kunt”, plantea como **problema general**: ¿Cuáles aspectos se deben tener en cuenta para determinar la mezcla (agua, cemento, agregados) con mejor resultado y poder determinar la resistencia mecánica del concreto reforzado con fibras de Guadua Angustifolia Kunth?, también plantea como **objetivo general** realizar el análisis de la resistencia mecánica en cilindros de Concreto reforzados con fibras de Guadua Angustifolia

⁸ Kunth, partiendo de una mezcla inicial de concreto sin fibras, estableciendo un análisis comparativo, además la **metodología** empleada es ⁸ una investigación de tipo experimental, en la cual se realizaron pruebas de laboratorio aplicando los principios del método científico, para analizar los resultados encontrados. Por lo cual, se realizaron ensayos de laboratorio en los cuales se adicionó un porcentaje de fibras de guadua *Angustifolia Kunth* en su estado natural y otro porcentaje de fibras de guadua expuestas a radiación UVB, a una mezcla de concreto de cemento hidráulico; para luego realizar el estudio de la resistencia mecánica máxima de las muestras, y determinar si se puede usar la guadua como reforzante del concreto, asimismo determinó la siguiente **conclusión** ⁸ la adición de fibras de guadua *angustifolia Kunth* en estado natural (CH=10.8%) a la muestra de concreto, mejoró la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el concreto estándar, como también la adición de fibras de guadua *angustifolia Kunth* expuestas a radiación UVB (CH=10.8%) fue el mejor resultado de las 4 muestras de concreto que se prepararon, su resistencia a 28 días de curado sobrepasó el porcentaje esperado siendo este el valor de 113.4% (3.402 psi) y finalmente tiene la siguiente **recomendación** ⁸ se recomienda realizar una investigación que analiza el comportamiento del concreto con porcentajes menores que el propuesto (123gr.), así como se recomienda realizar una investigación en la cual se estudie la guadua en estado natural y la guadua expuesta a radiación UVB, realizando pruebas de composición físico química, para determinar variaciones

que puedan dar respuesta al aumento de la resistencia del concreto reforzado con fibras de guadua expuestas.

⁵ Camilo Ernesto Conde Sepúlveda y Nilson Ricardo Bonilla Vargas

¹ (2019), en su trabajo de investigación “Evaluación del

comportamiento físico – mecánico de un concreto hidráulico con adición de fibras de Guadua Angustifolia Kunt”, plantearon como

problema general: ⁵ ¿Cuál sería el comportamiento físico – mecánico

del concreto hidráulico adicionando diferentes cantidades de ⁴⁶ fibras de

guadua Angustifolia Kunth?, también plantearon como **objetivo**

general evaluar del comportamiento físico – mecánico de un concreto

hidráulico adicionando diferentes cantidades de fibras de guadua

Angustifolia Kunth, además la **metodología** empleada ⁵ es descriptiva

con enfoque cualitativo y cuantitativo. Para capturar información útil

al proyecto se seguirán los parámetros establecidos en la normativa

INVIAS y NTC vigentes, asimismo determinaron la siguiente

conclusión ⁵ las propiedades físicas y mecánicas determinadas en los

materiales gruesos y finos extraídos para esta investigación, si bien

cumplen con las especificaciones y recomendaciones de la normativa

INVIAS, no presentan características favorables para un espécimen de

las dimensiones disponibles en laboratorio. Lo anterior se debe a que

el agregado grueso cubre grandes espacios que generan una

importante retención de aire bajo el mismo, generando pérdidas de

resistencia a flexión y posiblemente a la compresión de los

especímenes creados, como también el comportamiento físico –

mecánico evaluado en un concreto hidráulico de 4000 psi adicionado

con diferentes cantidades de fibras de guadua *Angustifolia Kunth*, refleja la notoria reducción de resistencia a la flexión en los especímenes modificados. Aunque la resistencia de las viguetas es directamente proporcional y ascendente con los tiempos de rotura especificados, ninguna resistencia de las dos (2) muestras modificadas supera la de la muestra patrón, que es en esencia un Concreto hidráulico de 4000psi sin adiciones y/o modificaciones, y finalmente tiene la siguiente **recomendación** ⁵ se recomienda fibras de guadua de menor longitud, ya que existe la posibilidad que el espacio ocupado de éstas dentro del espectro longitudinal de resistencia afecte de manera importante la resistencia a la flexión de los especímenes de concreto hidráulico analizados.

John Sebastián Martínez Morales y Jessica Alejandra Poveda Jaramillo (2018), en su trabajo de investigación “Evaluación de la utilización de las fibras de guadua como refuerzo del concreto para minimizar el proceso de fisuración”, plantearon como **problema general**: ¿Es probable minimizar el proceso de fisuración del concreto con la ayuda de fibras de origen natural (guadua)?, también plantearon como **objetivo general** ⁸ analizar el desempeño del concreto reforzado con fibras de guadua, por medio de ensayos de resistencia, con el fin de determinar la viabilidad de reemplazar las fibras sintéticas por las de origen natural, además la **metodología** empleada es partiendo de la recolección de toda la información, desarrollo del marco teórico y antecedentes sobre concreto reforzado con diversos tipos de fibra natural de esta manera se podrá determinar el diseño de la mezcla,

dosificaciones y futuras aplicaciones para el concreto reforzado con fibras de guadua, asimismo determinaron la siguiente **conclusión** para llevar a cabo el comparativo entre los tres tipos de mezcla se utilizó la misma cantidad de material para la realización de cada una de ellas, la adición de fibras correspondió a 1% con respecto al peso total del concreto, se logró evidenciar que el concreto con adición de fibras tuvo un índice de absorción de agua mayor, como también el concreto sin adición de fibras fue mucho más trabajable revelando la presencia de vacíos poco representativos en los testigos, caso contrario se pudo evidenciar en los cilindros de concreto con fibras de guadua en los cuales se detectaron vacíos de gran importancia, y finalmente tiene la siguiente **recomendación** en este trabajo investigativo se plantea la utilización de fibras de guadua en el concreto para minimizar el proceso de fisuración, para ello se realizaron ensayos a tracción indirecta con el fin de determinar la incidencia de las fibras en este proceso de ensayo, así como se recomienda mantener la proporción de 1% de adición de fibras de guadua y tamaño utilizado en este trabajo investigativo teniendo en cuenta que la dosificación del agua debe ser mayor lo cual permita una mejor trabajabilidad de la mezcla y así garantizar un mejor estado de los elementos al momento del desencoframiento.

2.2. Marco conceptual

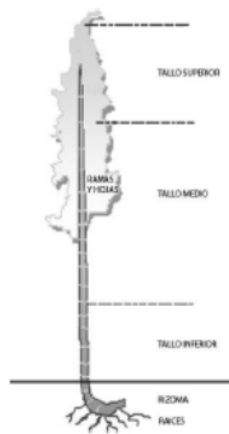
2.2.1. Guadua Angustifolia (Bambú)

a) Bambú o planta de Bambú

El bambú se designa como a un conjunto de especies que pertenece a la familia gramíneas (poaceae). Por otra parte, esta materia tiene la propiedad de desarrollarse desde 1m de largo en el tallo, incluso hasta tener un alto de 25m, las cuales son consideradas como gigantescas. Asimismo, tener un diámetro de 1/2cm hasta los 30cm, además de tener un crecimiento muy rápido por día.

Este recurso tiene la característica de ser leñoso, pertenece a la familia poaceae, así como a la sub familia bambusoideae (Mvcs, 2012, p. 4).

Figura 1: Partes del Bambú



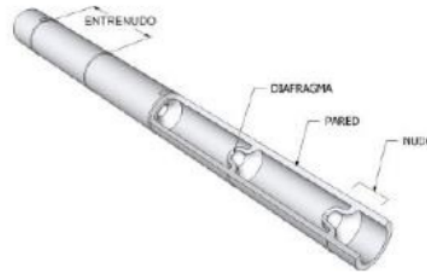
Fuente: Mvcs, 2012, pág. 4.

b) Caña de Bambú

La caña de esta materia prima, está conformada por el tallo, la cual presenta la característica de ser hueco, asimismo de poseer varios nudos. También la cual consta de las siguientes partes:

- **NUDO:** Parte o estructura del tallo que lo divide en secciones por medio de diafragmas.
- **ENTRENUDO:** Parte de la caña comprendida entre dos nudos.
- **DIAFRAGMA:** Membrana rígida que forma parte del nudo y divide el interior de la caña en secciones.
- **PARED:** Parte externa del tallo formada por tejido leñoso. (Mvcs, 2012, p.4).

Figura 2: Partes del Tallo



Fuente: Mvcs, 2012, pág. 5.

c) Módulo de Elasticidad

Para el empleo del bambú, se debe considerar el siguiente criterio en cuanto al módulo de elasticidad, como la que se consigna en la Tabla 1 (Mvcs, 2012, p. 8).

Tabla 1: Módulo de Elasticidad

Módulo De Elasticidad (E)	
E _{prom}	E _{min}
9500 Mpa	7300Mpa
(95000Kg/cm ²)	(73000Kg/cm ²)

Fuente: Mvcs, 2012, pág. 8.

30

d) Estado de Madurez

- Brote Nuevo:

“Los tallos nuevos del bambú se llaman brotes y nacen del rizoma. Los brotes nacen protegidos por vainas de color café llamadas, hojas caulinares” (Morán, 2015, p. 12).

Figura 3: Brote nuevo



Fuente: Morán, 2015, pág. 12.

- **Brote en Crecimiento:**

“Antes de un año de edad, los brotes llegan a su altura máxima, pero conservan sus hojas caulinares. A medida que las hojas caulinares se desprenden, se debe realizar la marcación de la caña” (Morán, 2015, p. 12).

Figura 4: *Brote en Crecimiento*



Fuente: Morán, 2015, pág. 12.

30

- **Tallo Tierno o Verde:**

“Cuando el tallo tiene entre 1 y 3 años, ha perdido sus hojas caulinares y se distingue por su color verde brillante. En esta fase el tallo es aún demasiado tierno para su uso en la construcción” (Morán, 2015, p. 12).

Figura 5: *Tallo Tierno o Verde*



Fuente: Morán, 2015, pág. 12.

30

- **Tallo Maduro:**

“Cuando el tallo tiene más de 4 años, está listo para su corte y aprovechamiento. Se dice que está “maduro” y se le distingue por su color verde opaco. El tallo está parcialmente cubierto con manchas de líquenes blancos” (Morán, 2015, p. 13).

Figura 6: *Tallo Maduro*



Fuente: Morán, 2015, pág. 13.

- **Tallo Sobremaduro:**

Se considera tallo sobremaduro al culmo que posee un color amarillo blanquecino en sus paredes externas, lo cual significa que ha perdido sus propiedades físicas y mecánicas para efectos de construcción, por lo cual se opta por cortar o caso contrario se usa como materia de leña (Morán, 2015, p. 13).

Figura 7: *Tallo Sobremaduro*



Fuente: Morán, 2015, pág. 13.

2.2.2. Guadua Angustifolia

e) Definición

La *Guadua angustifolia* es una especie perteneciente del bambú, la cual se desarrolla en una altura promedio hasta los 2000 msnm. Por otro lado, este recurso forma los bosques en la Amazonía del Perú, como también las conocidas plantaciones en otras regiones (Mvcs, 2012, p. 3).

Figura 8: *Guadua Angustifolia*



Fuente: Propia.

f) Propiedades Físicas y Mecánicas de la Guadua

Estas propiedades hacen que la guadua sea un material muy resistente y flexible por tener principalmente en su estructura fibras y sílice, así como por poseer buena relación entre resistencia y peso, por ende, puede aportar resistencia al concreto.

- Propiedades Físicas

i. Contenido de Humedad

Es muy importante al momento de analizar el grado de humedad que presenta la guadua, ya que esto va a depender principalmente de la época del año y del grado de madurez de esta materia. Y por lo general es recomendable usar tallos maduros, ya que no presentará un gran porcentaje de contracción y a su vez esto ayudará a mejorar la resistencia del concreto.

Ecuación de cálculo de contenido de humedad:

$$C.H = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100\%$$

Donde:

³⁸
 m = Masa de la probeta antes del secado.

m_0 = Masa de la probeta después del secado.

ii. Densidad

Considerada como cantidad de volumen de una unidad de volumen, según normas establecidas.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

m = Masa.

V = Volumen.

- Propiedades Mecánicas

i. Resistencia a la Flexión

Consiste en un mecanismo de asegurar la flexión del tallo de la guadua, aplicado por una carga en la parte media, del soporte de carga.

$$\sigma_{ult} = F \times L \times \frac{D}{6} \times I_b$$

Donde:

F = Fuerza donde se presenta la falla.

L = Luz libre.

D = Diámetro externo promedio.

I_b = Momento de inercia calculado como: $I_b = \frac{\pi}{64}(D^4 - (D - 2t)^4)$

³⁸
 t = Espesor promedio de la pared de la guadua.

ii. Resistencia a la Compresión

Consiste en el aplastamiento perpendicular del tallo de la guadua, la que en su etapa de crecimiento también soporta la compresión por sí misma.

$$\sigma_{ult} = \frac{F_{ult}}{A}$$

Donde:

F_{ult} = Fuerza donde se presenta la falla.

A = Área transversal de la probeta.

iii. Resistencia al Corte

Considerada como la acción de corte, que son producidas por fuerzas directas, la cual la parte media está más propenso a sufrir esta acción, a diferencia de la parte lateral o extremo de la probeta.

$$\tau_{ult} = \frac{F_{ult}}{A}$$

Donde:

F_{ult} = Fuerza máxima de corte.

A = Área de corte.

iv. Resistencia a la Tracción

Consiste en la acción de tensionar en el eje longitudinal de la pieza de ensayo, por medio de las mordazas del equipo, pero sin tener giro longitudinal, asimismo esta debe ser radial.

$$\sigma_{ult} = \frac{F_{ult}}{A}$$

Donde:

F_{ult} = Carga máxima.

A = Área transversal.

g) Fibras de Guadua Angustifolia

Las fibras del Guadua Angustifolia (Bambú), están conformadas por un conjunto de filamentos, las cuales hacen de un material resistente a la tracción, compresión, flexión y cortante. También tiene la propiedad de actuar ⁸ como material de refuerzo en el concreto. No obstante, las fibras poseen la característica de ser eco amigables, sustentables, y económicas que se encuentran al alcance del ser humano.

- Proceso de extracción de fibras de Guadua Angustifolia y su aplicación en el concreto estándar.

En la extracción de las fibras se debe tener en cuenta, que esta debe presentar un estado de madurez maduro, es decir el tallo. Así mismo, debe tenerse el mayor cuidado posible en la extracción, para así causar el menor daño, a estas fibras.

El proceso de la extracción de fibras consiste en obtener la materia bruta del Bambú(Guadua Angustifolia) en un conjunto de filamentos a la que llamamos fibras, para lo cual es importante no alterar en mayoría sus ³⁸ propiedades físico – mecánicas de la guadua angustifolia, para así emplearlo como un aditivo en beneficio del concreto estándar.

En la presente investigación el proceso de la extracción de las fibras fue de manera artesanal, es decir no se usó equipos mecánicos para la obtención de fibras, con el objetivo de no alterar demasiado sus propiedades físico – mecánicas.

Pasos para obtención de fibras de Guadua Angustifolia:

- En primera instancia se hizo el reconocimiento de la Guadua Angustifolia, tanto la especie como la edad factible para su aplicación, con un especialista en el rubo de fundo Bambú.
- En segundo lugar se procedió a cortar el culmo de la Guadua Angustifolia, para luego cortar la pared de la muestra, la cual está comprendida en los entrenudos.
- En tercer lugar, las muestras obtenidas se cortaron en 4, 8, 16 partes, con la ayuda de un estilete y así sucesivamente hasta lograr un filamento(fibra) de 2mm x 2mm x 5cm de longitud, acorde a las cantidades solicitadas por el laboratorio.

- Como cuarto lugar se procedió a impermeabilizar las fibras de guadua angustifolia, por un periodo no menor a 24 horas, para luego realizar el secado a ambiente natural al igual por un periodo mínimo de 24 horas.
- Finalmente, luego del secado de las fibras de guadua angustifolia se procedió a aplicar en el concreto estándar en el laboratorio donde se realizó los ensayos de resistencia a compresión y resistencia a flexotracción, según sollicitaciones a la que fueron diseñadas para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

2.2.3. Agregados

Los agregados son materiales del proceso de la trituración de las rocas, que generalmente en el concreto ocupan un 70% de volumen aproximadamente. También se puede decir que son inertes, y a su vez estas pueden ser de origen natural o artificial.

a) Propiedades:

- Propiedades Físicas:

Las presentes propiedades físicas son: Condiciones de saturación, peso específico, peso unitario, absorción, porosidad, humedad.

- Propiedades Químicas:

Las propiedades químicas son: Reacción Álcali – Sílice y Álcali – Agregado.

- Propiedades Resistentes:

Las propiedades resistentes son: Resistencia, dureza, tenacidad.

- Otras Propiedades:

Tamaño máximo de agregados, forma y textura superficial, peso volumétrico.

- Forma y Textura Superficial:

Es importante mencionar estas características, para así determinar si son: Naturales(redondeadas) y Artificiales(angulosas). Por ende, se usará las angulosas,

por tener la propiedad de brindar mayor adherencia con el concreto y así brindar una mejor resistencia al momento del ensayo. (Icg: Manual de la construcción, 2014, p. 67).

b) Agregados: Fino, Gruesos, Global

- Agregado Fino:

Es el producto de la desintegración del agregado que pasa el tamiz 3/8”.

- Agregado Grueso:

El agregado grueso es el producto de la desintegración del agregado que es retenido en el tamiz N° 4, la cual es indispensable que cumpla con la NTP.400.037 (Icg: Manual de la construcción, 2014, p. 67).

- Agregado Global:

El agregado global tiene en su composición tanto el agregado fino, así como del agregado grueso.

2.2.3.1. Normativa de los Agregados

2.2.3.1.1. ⁴ Método de Ensayo para Contenido de Humedad total de los

Agregados – MTC E215

El presente ensayo tiene como propósito principal determinar el porcentaje de humedad contenido en el agrado fino y grueso (Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 361).

Además, se puede definir este método como un parámetro primordial e importante antes de realizar los otros ensayos, ya que implica realizar el cálculo de la cantidad de agua sujeta o comprendida en los agregados en estado natural, para lo cual la normativa nos plantea la presenta tabla para su empleo en el cálculo de este parámetro.

A continuación, se presenta la tabla del tamaño de la muestra del agregado.

Tabla 2: ⁷ *Tamaño de la Muestra del Agregado*

Tamaño Máximo Nominal de Agregado mm (pulgadas)	Masa de la Muestra de Agregado de Peso Normal en kg
4,75 (0,187) (N°4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (2.1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2.1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3.1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
¹ 150 (6)	50,0

Fuente: ¹ Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 362.

Fórmula de cálculo:

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

⁷ Donde:

P = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramo

⁴ 2.2.3.1.2. **Peso Unitario y Vacío de los Agregados – MTC E203**

El presente ensayo tiene como propósito principal ²² determinar el peso unitario suelto o compactado, así como el porcentaje de los vacíos de los agregados ¹ finos o gruesos, como también ambos (¹ Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 298).

Fórmulas de cálculo:

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

$$M = (G - T) \times F$$

7

Donde:

M = Peso unitario del agregado en kg/m³ (lb/pie³)

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg (lb)

T = Peso del recipiente de medida en kg (lb)

V = Volumen del recipiente de medida en m³ (pie³), y

F = Factor del recipiente de medida en m⁻³ (pie⁻³)

$$M_{SSS} = M \cdot [1 + (G - T) \times F]$$

Donde:

M_{SSS} = Peso unitario en la condición saturado

A = Porcentaje de absorción del agregado determinado de acuerdo con MTC E 205 o MTC E 206

$$\%Vacíos = \frac{(A \times W) - B}{A \times W}$$

7

Donde:

A = Peso específico aparente según los procedimientos MTC E205.

B = Peso unitario de los agregados en kg/m³ (lb/pie³).

W = Densidad del agua, 998 kg/m³ (62,4 lb/pie³)

2.2.3.1.3. ⁴ Análisis Granulométrico de Agregados Grueso y Finos –

MTC E204

El presente ensayo tiene como propósito determinar por una serie de tamices, la distribución de agregados finos, gruesos con un peso conocido (Mtc: ¹⁰ Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 303).

Tabla 3: Cantidad Mínima de Muestra de Agregado Grueso

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada mm (pulgadas)	Cantidad Mínima de Muestra de Ensayo (kg)
9,5 (3/8)	1
12,5 (1/2)	2
19,0 (3/4)	5
25,0 (1)	10
37,5 (1 1/2)	15
50,0 (2)	20
63,0 (2 1/2)	35
75,0 (3)	60
90,0 (3 1/2)	100
100,0 (4)	150
125,0 (5)	300

Fuente: Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 304.

Cálculo:

El cálculo consiste en determinar el porcentaje de agregado que pasa, el porcentaje retenido, esto en cada tamiz, frente al porcentaje inicial de la muestra ensayada, es decir la suma de estos porcentajes deberían de generar un 100%, la cual será equivalente a la muestra inicial (Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 305).

Asimismo, si en el caso se necesita de calcular el módulo de fineza, este cálculo se realizará sumando los diferentes porcentajes retenidos en los diferentes tamices, también acumulando los datos de cada tamiz y finalmente realizando la operación de la división entre 100, para así tener en el factor de porcentaje, de los siguientes datos: porcentajes retenidos, porcentajes acumulados y los porcentajes pasantes (Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 305).

2.2.3.1.4. Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos – MTC

E205

Este ensayo consiste en determinar el peso específico seco, saturado, aparente, así como también la absorción del agregado fino sumergido en agua por un lapso de 24 horas (Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 309).

Fórmulas de cálculo:

$$Pe_m = \frac{W_0}{(V - V_a)} \times 100$$

$$Pe_{SSS} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100$$

$$Pe_a = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} \times 100$$

$$A_b = \frac{500 - W_0}{W_0} \times 100$$

24

Donde:

Pe_m = Peso específico de masa

W₀ = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g;

V = Volumen del frasco en cm³.

V_a = Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco.

Pe_{SSS} = Peso específico de masa saturado con superficie seca.

Pe_a = Peso específico aparente.

A_b = Absorción.

15

2.2.3.1.5. Gravedad Específica y Absorción de Agregados Gruesos –

MTC E206

Este ensayo consiste en determinar el peso específico seco, saturado, peso específico aparente, así como también la absorción del agregado grueso sumergido en agua por un lapso de 24 horas (Mtc: ¹⁰ manual de ensayo de materiales, 2016, p. 312).

Tabla 4: *Peso Mínimo de la Muestra de Ensayo*

Tamaño Máximo Nominal mm (pulgadas)	Peso Mínimo de la Muestra de Ensayo kg (libras)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 1/2)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 1/2)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 1/2)	25 (55)
100,0 (4)	40 (88)
112,0 (4 1/2)	50 (110)
125,0 (5)	75 (165)
150,0 (6)	125 (276)

Fuente: *Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 313.*

Fórmulas de cálculo:

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

$$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

$$A_b(\%) = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

nde:

P_{em} = Peso específico de masa

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos;

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos;

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

P_{esss} = Peso específico de masa saturada con superficie seca.

P_{ea} = Peso específico aparente.

A_b = Absorción.

⁴¹ 2.2.4. Concreto

El concreto es el resultado de una mezcla homogénea compuesta de cemento, agregados tanto finos como gruesos y agua, las cuales forman una pasta resistente.

Concreto Reforzado:

Se denomina concreto reforzado a la adición del concreto más el material de refuerzo, la cual puede ser acero, fibras u otros insumos que tengan la característica de brindar resistencia, al entrar en contacto con el concreto fresco.

a) Elementos que conforman el Concreto:

- Elementos Activos:

Los elementos activos están conformados por cemento, arena, piedra, agua y aditivos (Icg: Manual de la construcción, 2014, p. 71).

- Elementos Pasivos:

El único elemento pasivo conocido por el hombre es el aire (Icg: Manual de la construcción, 2014, p. 71).

b) Principales propiedades del Concreto:

- Concreto Fresco

Asentamiento:

Una vez finalizado el proceso de vaciado del concreto insitu, esta entra en reposo. Lo cual, en esta etapa, los componentes que tengan mayor densidad hacen que desciendan a diferencia de los menos densos, y cuando es excesivo la descendencia de estos componentes se forma en la parte superior una capa menos resistente y durable (Icg: Manual de la construcción, 2014, p. 71).

Peso Unitario:

Según la NTP 339.046, es el peso varillado, la cual se expresa en kilos por medio cubico de unidad de medida, esto de la muestra representativa del concreto, para

así evaluar el rendimiento de la mezcla, es decir determinar el contenido de los materiales como el cemento, agua y agregado. (Icg: Manual de la construcción, 2014, p. 71).

Fraguado:

Es el proceso en el cual el concreto en estado fresco por un lapso de tiempo adquiere resistencia y plasticidad, esto debido a la separación y cristalización de sus componentes, es decir alcanza una estabilidad inicial (Icg: Manual de la construcción, 2014, p. 71).

- **Concreto Endurecido**

Resistencia a Compresión:

La resistencia adquirida del concreto en estado endurecido generalmente se cuantifica a los 28 días, pero sin embargo esto es variable al tipo de proyecto como el caso de los túneles, la resistencia que normalmente se utiliza es 7 días o incluso menos que a diferencia de las presas es referencial a los 56 días o más. La resistencia del concreto se determina en testigos de secciones cilíndricas de 15cm de diámetro por 30cm de altura. Y esto se someten a la rotura en el laboratorio calificado (Icg: Manual de la construcción, 2014, p. 71).

Resistencia a la Flexión:

La resistencia a flexión, generalmente es un 10% a la de compresión. Por esta razón se usa materiales de refuerzo para lograr un porcentaje mayor, un ejemplo claro es una viga, lo cual este elemento está sometido a cargas actuantes en su longitud, por ende, estas están diseñadas mayormente para resistir cargas a flexión (Icg: Manual de la construcción, 2014, p. 71).

2.2.4.1. Normativa del Concreto

2.2.4.1.1. Toma de muestras de Concreto Fresco – MTC E701

Este ensayo tiene como propósito describir los procedimientos de recolección de muestras del concreto, ya sea en obra o directamente en la planta de producción de esta, para así determinar la calidad y las características que presenta, a su vez la recolección de resultados se emitirá conjuntamente con la del ensayo destinada (Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 766).

2.2.4.1.2. Elaboración y curado de especímenes de Hormigón (Concreto) en el Laboratorio – MTC E702

Este ensayo tiene como propósito establecer el procedimiento adecuado para la elaboración y curado del testigo, cumpliendo los controles de los materiales y las consideraciones del ensayo (Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 770).

Tabla 5: Número de Capas Requeridas en la Elaboración de las Muestras

Tipo de Tamaño de la Muestra en mm (pulgadas)	Método de Compactación	Número de Capas	Altura Aproximada de la Capa en mm (pulgadas)
CILINDROS	Apisonado(varillado)	3 iguales	
Hasta 300(12)	Apisonado(varillado)	las	100(4)
Mayor que 300(12)	Vibración	requeridas	
Hasta 460(18)	Vibración	2 iguales	200(4)
Mayor que 460(18)		3 ó más	
PRISMAS	Apisonado(varillado)		
Hasta 200(8)	Apisonado(varillado)	2 iguales	100(4)
Mayor que 200(8)	Vibración	3 ó más	
Hasta 200(8)	Vibración	1	200(8) C 172
Mayor que 200(8)		2 ó más	

Fuente: Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 777.

Tabla 6: Diámetro de Varilla y Número de Golpes por Capa

Cilindros		
Diámetro del Cilindro en mm (pulgadas)	Diámetro de Varilla en mm (pulgadas)	Número de Golpes por Capa
50(2) a 150(6)	10(3/8)	25
150 (6)	16(5/8)	25
200 (8)	16(5/8)	50
250(10)	16(5/8)	75
Vigas y Prismas		
Área de la Superficie Superior de la Muestra en cm ² (pulg ²)	Diámetro de Varilla en mm (pulgadas)	Número de Golpes por Capa
160(25)	10(3/8)	25
165(26) a 310(49)	10(3/8)	1 por cada 7 cm ² (1 pulg ²) de área
320(50) o más	16(5/8)	1 por cada 14 cm ² (2 pulg ²) de área

Fuente: Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 778.

2.2.4.1.3. Resistencia a la Compresión Testigos Cilíndricos – MTC

E704

Este ensayo tiene como propósito determinar la resistencia a compresión de los testigos de concreto de sección circular, en el laboratorio indicado, la cual está limitada para concretos que tengan un peso unitario superior al de 800kg/m³ (Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 770).

Tabla 7: Especificaciones de Diámetro de la Cara de Carga

Diámetro del Espécimen de Ensayo, mm (pulgadas)	Diámetro Máximo de la Cara de Carga, mm (pulgadas)
50 (2)	105 (4)
75 (3)	130 (4)
100 (4)	165 (6,5)
150 (6)	255 (10)
200 (8)	280 (11)

Fuente: Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 791.

Tabla 8: Tolerancia de Edad de Ensayo de los Especímenes

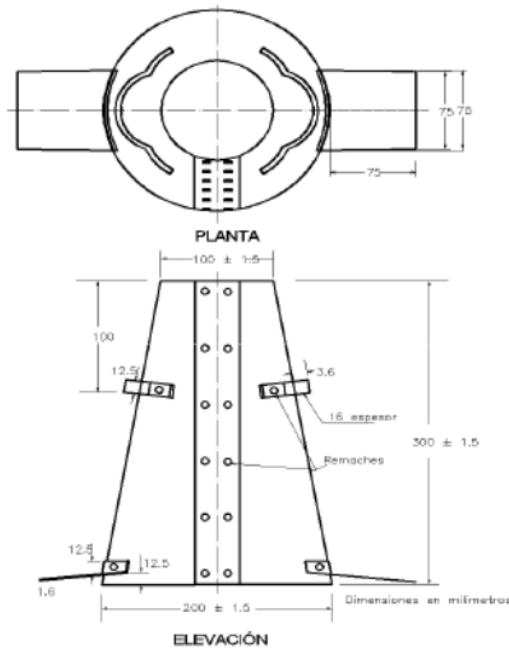
Edad del Ensayo	Edad del Ensayo
12 horas	0,25 ó 2,1%
24 horas	± 0,5 horas ó 2,1%
3 días	2 horas ó 2,28%
7 días	6 horas ó 3,6%
28 días	20 horas ó 3,0%
56 días	40 horas ó 3,0%
90 días	2 días ó 2,2%

Fuente: Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 794.

2.2.4.1.4. Asentamiento del Concreto (Slump) – MTC E705

El propósito es determinar el asentamiento del concreto fresco, es decir una vez recogido insitu o de laboratorio, siempre en cuando el agregado grueso no sea superior a 37,5mm o 1 1/2", en tal sentido se procederá a tamizar según la normativa MTC 701 (Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 801).

Figura 9: Molde Para Determinar el Asentamiento



Fuente: Mtc: Manual de ensayo de materiales, 2016, p. 802.

2.2.5. Suelos

a) Caracterización de la Subrasante

Para la caracterización de la subrasante del suelo, que servirá para el diseño del pavimento rígido, se realizará una calicata con una profundidad mínima de 1.50m, con la finalidad de determinar las características del suelo.

Tabla 9: Número de Calicatas Para la Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número Mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	* Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido * Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido * Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000-4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos ó más carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	* Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido * Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido * Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de Primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	* 4 calicatas x km	
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	* 3 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	* 2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	* 1 calicata x km	

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 26.

b) **Propiedades Fundamentales**

Granulometría:

La granulometría de suelos consiste en clasificar los suelos de acuerdo al tamaño de las partículas, por medio de tamices, la cual tiene como función principal retener los materiales de mayor a menor tamaño en el juego que tamices.

Tabla 10: *Clasificación de Suelos Según Tamaño de Partículas*

Tipo de Material	Tamaño de las Partículas
Grava	75 mm - 4.75 mm
Arena	Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
	Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm
	Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material Fino	Limo: 0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla: Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 31.

Plasticidad:

La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos, la cual no se disgregan hasta por un cierto límite de humedad, esta depende únicamente de los elementos finos, puesto que la granulometría del suelo no nos permite determinar esta propiedad, por esa razón además se necesita de los ensayos del Límite de Atterberg (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 31).

Los límites de Atterberg que se encargan de medir la cohesión de los suelos son: el límite líquido, límite plástico y el límite de contracción.

Límite Líquido (LL)

Proceso en el cual el suelo pasa de un estado semilíquido al estado plástico, puesto que al encontrarse el suelo en este estado es moldeable.

Límite Plástico (LP)

Proceso que consiste en el paso de un estado plástico a un estado semisólido del suelo, puesto que al encontrarse el suelo en este estado se rompe (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 31).

49

- **Límite de Contracción (Retracción)**

Es el proceso en el cual el suelo, pasa del estado semisólido al estado sólido, esto debido a la pérdida de humedad (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 31).

22

- **Índice de Plasticidad (IP)**

Es considerada como la diferencia matemática entre el límite líquido con el límite plástico.

1

Tabla 11: *Clasificación de Suelos Según Índice de Plasticidad*

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	suelos arcillosos
IP > 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP < 7	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 32.

Equivalente de Arena (EA):

Es la proporción que se encuentra en el agregado fino y grueso, por la apariencia que se presenta, lo cual es polvo o nocivo. Asimismo, el valor numérico del equivalente de arena, indica la plasticidad de un suelo (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 32).

31

Tabla 12: *Clasificación de Suelos Según Equivalente de Arena*

Equivalente de Arena	Característica
sí EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
sí 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no heladizo
sí EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 32.

Índice de Grupo:

El valor tiene uso, para la nomenclatura del suelo según la metodología AASSHTO.

El valor del índice de grupo está dado por la siguiente fórmula.

$$IG = 0.2(a) + 0.005(ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

a = F-35 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras).

Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.

b = F-15 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras).

Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.

c = LL - 40 (LL = límite líquido). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20.

d = IP-10 (IP = índice plástico). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20 o más.

De ser el caso del índice de grupo negativo, es considerado como cero.

3

Tabla 13: *Clasificación de Suelos Según Índice de Grupo*

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy Bueno

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 33.

Humedad Natural:

La humedad natural, es considerado como la cantidad de agua retenida de un suelo en estado natural, es decir insitu, la cual es variable debido a la estación del año.

La humedad natural tiene como propósito realizar una comparación directa con la humedad óptima, la cual esta será determinada por el ensayo Proctor para así posteriormente determinar el CBR de un suelo. En este sentido si se presentara que la humedad natural determinada sea inferior o igual a la humedad óptima, la persona encargada de tomar las acciones pertinentes será el proyectista, en cuanto a la consolidación de suelo, así como al aporte de la cantidad necesaria del agua, pero si en caso resultara lo inverso se planteará, usar material de préstamo para el

compactado del suelo (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 33).

Clasificación de Suelos:

Esta clasificación, nos permite clasificar un suelo, con los datos anteriores como la granulometría, plasticidad e índice de grupo, ya sea en el sistema SUCS o AASSHTO, es decir clasificar suelos con las mismas características que las componen.

Tabla 14: Correlación de Tipos de Suelos AASSHTO - SUCS

Clasificación de Suelos AASSHTO	Clasificación de Suelos SUCS ASTM-D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 33.

Ensayo CBR:

Cuando se haya definido la clasificación del suelo por el sistema AASSHTO y SUCS, se procederá a elaborar el perfil estratigráfico, para así establecer la resistencia requerida del suelo por el CBR, la cual estará referido al 95% de la máxima densidad seca y a la penetración de carga de 2.54mm, se podrán establecer ciertos criterios para determinar el valor del CBR (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 35).

Criterios establecidos para determinar el valor del CBR:

- En las capas más representativas del suelo, que se tienen de 6 a más valores de CBR, se tomará como el promedio general de todos, para determinar óptimo de diseño del CBR, para la subrasante (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 35).

- En el caso que se tengan valores menos de 6 valores del CBR, se tomará los siguientes criterios para la obtención del valor. (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 35).
- En caso de valores parecidos consignar el valor promedio.
- En caso que los valores sean variables, es necesario adoptar el más crítico.
- Luego de la obtención del valor del CBR, se procederá a la clasificación de la subrasante a la que pertenece.

Tabla 15: Categorías de Subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 35.

Una vez que se haya obtenido el valor adecuado del CBR, se procederá a calcular el módulo resiliente con la siguiente fórmula.

$$Mr(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

Ensayo de Módulo Resiliente:

El módulo resiliente considerada como una medida, que sirve para el diseño de los pavimentos rígidos y, por ende, debe convertirse a módulo de la reacción de la subrasante conocido como el valor K (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 37).

2.2.6. Tráfico Vial

El tráfico vial se considera como la demanda del tráfico ocasionado por el parque automotor de una localidad, la cual es indispensable determinar para el diseño de pavimentos.

a) Demanda de Tráfico

La demanda de tráfico consiste en obtener datos del índice medio diario anual, para cierto tramo de tráfico vial, para lo cual es factible proporcionar la identificación de estos datos de las vías de conexión homogénea (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 62).

b) Factor Direccional y de Carril

Este factor está en función del número de calzadas, sentidos y carriles de la vía en estudio. Para ello se hará uso de una tabla para la obtención de este valor.

Tabla 16: Factores de Distribución Direccional y de Carril Para Determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

Número de Calzadas	Número de Sentidos	Número de Carriles por Sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc Para Carril de Diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 64.

c) Tasa de Crecimiento y Proyección

La tasa de crecimiento se debe al crecimiento demográfico de la población, como también al crecimiento de tránsito vehicular que sirven de carga. Este valor se usa para el cálculo del factor de crecimiento acumulado durante un periodo de diseño.

Para el cálculo del factor de crecimiento acumulado de los vehículos ligeros se usará la tasa de crecimiento poblacional, mientras que para los vehículos de carga o

pesados se tendrá en conocimiento usar la ¹ tasa de crecimiento del producto bruto interno (PBI).

Para el cálculo de estos factores se usará la presente fórmula:

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r = Tasa anual de crecimiento, expresado en porcentaje

n = Periodo de diseño

d) Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes

Para calcular el número de repeticiones se usará la siguiente expresión, lo cual nos indicará la demanda de ¹ tráfico generado en un periodo de diseño.

$$N_{\text{rep de EE}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times Fca \times 365]$$

Donde:

$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{pi} \times Fd \times Fc \times Fvpi \times Fpi$

³ Fca = Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado.

365 = Factor denominado como número de días del año.

2.2.7. Pavimentos

Actualmente las vías de comunicación tienen como propósito interconectar ciudades, naciones y continentes, que a su vez sirven para el desarrollo demográfico y económico de un país.

Así mismo estas vías de comunicación se consideran como pavimentos ya sea de carácter flexible o rígido, según sus condiciones en la que hayan sido diseñadas y ejecutadas.

Los pavimentos, tienen la característica de satisfacer la necesidad de la transitabilidad vehicular, sea el lugar donde brinde el servicio, para lo cual esta capa debe de cumplir ciertas condiciones acorde al clima, lugar y topografía para su funcionamiento.

Por otra parte, los pavimentos cumplen la condición de recibir las cargas adyacentes a ella, ocasionados por el paso vehicular, para luego transmitir las y distribuir las a las capas inferiores o subyacentes, para así otorgar la funcionalidad a la que haya sido realizada.

a) Comportamiento de los pavimentos

Para MTC: Manual de carreteras (2014, p. 268), el “manual introduce el concepto de comportamiento de un pavimento, el cual se define como la capacidad estructural medible a lo largo de su periodo de diseño. Este análisis deberá ser incorporado en los diseños de pavimentos que realice el Ingeniero Proyectista de Pavimentos. Para el indicado análisis, las actuales herramientas conocidas y utilizadas en el Perú, nos remiten a los modelos HDM del Banco Mundial; que incorporan submodelos de deterioro del pavimento”.

Para la realización y estructuración de un pavimento sea la condición que sea, básicamente el manual de carreteras nos sugiere en primera instancia la aplicación de la metodología AASHTO-93, la cual esta metodología toma como referencia tres parámetros fundamentales, las cuales son el estudio de tráfico y/o llamado también estudio de tránsito vehicular, dimensionamiento de la sub rasante y la aplicación del parámetro de las condiciones climáticas, las cuales según la jerarquía mencionada las dos primeras son consideradas como condiciones de ingreso para el dimensionamiento de la estructura del pavimento y finalmente la tercera condición tiene como propósito la aplicación de ciertos criterios para la selección de materiales y para así otorgar alguna recomendación como consultor (MTC: Manual de carreteras, 2014, p. 268).

2.2.8. Pavimento Rígido

El pavimento rígido está conformado por una losa de concreto y una carpeta de suelo (sub base granular) que posee buenas propiedades de capacidad portante, también esta carpeta se encarga de recibir la carga de los vehículos pesados y livianos, ya sea en movimiento o estático. Por otro lado, esta losa en la etapa de

función generalmente absorbe la transmisión de cargas, para así transmitir la carga restante a las carpetas inferiores.

A continuación, se hará mención de los tipos de pavimentos rígidos:

- Pavimento compuesto por concreto simple con pasadores (Dowells)
- Pavimento compuesto por concreto reforzado con pasadores (Dowells)

Por otra parte, el pavimento rígido también es considerado como una losa de concreto la cual, al ser resistente absorbe casi la totalidad de las cargas de tránsito, así proyectando cargas menores a las capas subyacentes y finalmente a la subrasante (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 224).

Así mismo, el pavimento rígido cuenta con las siguientes capas:

a) Capa de Rodadura

“Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.” (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 21).

b) Base

Considera como estrato de capa que se encuentra por debajo de la capa de rodadura, la cual se comporta como un transmisor de cargas en forma distribuida, lo cual fue originado por el tráfico vehicular. Asimismo, esta capa tendrá un comportamiento drenante lo cual estará conformada por un material granular, o en caso fortuito será tratada con otro material tal como es el caso del cemento, asfalto o cal (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 21).

c) Subbase

La subbase tiene como propósito de soportar a las capas superiores, es decir a la base y a la carpeta de rodadura, también actúa como una capa a efectos de drenaje. Así también esta capa puede estar conformado por un material granular que tenga un CBR superior o igual que 40%, o en tal caso puede ser tratada al igual que la base,

para así brindar una capacidad de soporte adecuada ante el tráfico vial, pero es importante mencionar que esta capa depende del diseño y estructura del pavimento, ya que en algunos no se contemplan el acondicionamiento de esta capa (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 21).

d) Subrasante

“La Subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.” (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 20).

En efecto, también la subrasante es la capa que sirve de soporte de la estructura del pavimento. Así mismo, en la etapa constructiva los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo Proctor modificado (MTC EM 115). (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 21).

e) Materiales

Los materiales básicos y fundamentales en un pavimento rígido son los siguientes:

- Concreto (Cemento + Agregados + Agua)
- Acero de refuerzo
- Sellador de junta
- Cordón de respaldo

f) Ventajas y Desventajas

Las principales ventajas que podemos describir son:

- Mayor capacidad de soporte de carga
- Posee la capacidad de no ser muy deformable
- Posee mayor tiempo de durabilidad
- Menor costo de mantenimiento durante su vida útil

Las principales desventajas que podemos mencionar son:

Costo de ejecución muy elevado

- No puede brindar el servicio inmediatamente
- No puede coberturar grandes áreas puesto que posee juntas
- Para su demolición requiere equipos especiales

2.2.8.1. Condiciones del Diseño Estructural de Pavimentos Urbanos

Los factores que se tendrán en consideración, para el diseño de pavimentos urbanos, se mencionarán a continuación:

- Calidad y valor portante del suelo de fundación y de la sub-rasante.
- Características y volumen de tránsito durante el periodo de diseño.
- Vida útil del pavimento.
- Condiciones climáticas y de drenaje.
- Características geométricas de la vía.
- Tipo de pavimento a usarse. (N.T.E CE. 010: Pavimentos urbanos, 2010, p. 24).

2.2.8.2. Metodología de Diseño

Metodología de Diseño AASHTO 93

Esta metodología menciona que el pavimento en su etapa inicial brinda un servicio alto y a medida que pasa el tiempo, es decir en su periodo de diseño este nivel de servicio bajo esto debido a las repeticiones de la carga del tránsito. Por otra parte, este método impone el servicio final que esta debe cumplir durante el periodo de diseño (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 224).

Para ello la metodología AASHTO 93, designa la siguiente fórmula para su cálculo:

$$\log_{10} W_{8.2} = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10}(D+25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 x \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

13
Donde:

W8.2 = Numero previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

ZR = Desviación normal estándar.

SO = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros.

Δ PSI= Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.

Pt = Índice de serviciabilidad o servicio final.

Mr = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz).

Cd = Coeficiente de drenaje.

J = Coeficiente de transmisión de carga en las juntas.

Ec = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa.

K = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

Parámetros de Diseño:

a) Periodo de Diseño

Para el diseño de pavimentos rígidos se asumirá como mínimo 20 años, también este valor se registrará de acuerdo a las condiciones del proyecto.

b) El Tránsito (ESALS)

El tránsito está en función a la demanda de tráfico generado y desviado para el diseño del carril. La metodología AASSHTO 93, maneja una guía simplificada, la cual consiste en definir el tráfico como ejes equivalentes, puesto que transforma las cargas, ya sea de vehículos pesados y ligeros, como el concepto de ejes simples a la suele llamarlos ESALS (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 225).

Categorías para identificar tipo de Tráfico:

- Caminos de Bajo Volumen de Tránsito

Tabla 17: ¹⁸ Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t

Tipos Tráfico Pesado en EE	Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE
Tp1	> 150,000 EE
	≤ 300,000 EE
Tp2	> 300,000 EE
	≤ 500,000 EE
Tp3	> 500,000 EE
	≤ 750,000 EE
Tp4	> 750,000 EE
	≤ 1'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 226.

- Caminos de Moderado Volumen de Tránsito

Tabla 18: ¹ Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t

Tipos Tráfico Pesado en EE	Ran ² de Tráfico Pesado Expresado en EE
Tp5	> 1'000,000 EE
	≤ 1'500,000 EE
Tp6	> 1'500,000 EE
	≤ 3'000,000 EE
Tp7	> 3'000,000 EE
	≤ 5'000,000 EE
Tp8	> 5'000,000 EE
	≤ 7'500,000 EE
Tp9	> 7'500,000 EE
	≤ 10'000,000 EE
Tp10	> 10'000,000 EE
	≤ 12'500,000 EE
Tp11	> 12'500,000 EE
	≤ 15'000,000 EE
Tp12	> 15'000,000 EE
	≤ 20'000,000 EE
Tp13	> 20'000,000 EE
	≤ 25'000,000 EE
Tp14	> 25'000,000 EE
	≤ 30'000,000 EE

¹⁸ Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 226.

- **Caminos de alto volumen de tránsito**

Tabla 19: Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t

Tipos Tráfico Pesado en EE	Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE
Tp15	> 30'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 226.

c) **Serviciabilidad**

Este parámetro se define como la capacidad del pavimento, de servir al tránsito generado en el carril de diseño, lo cual el método AASSTHO 93, establece un rango de 0 a 5, donde 0 significa que la vía es intransitable, a diferencia que 5 especifica una vía en óptimas condiciones, lo cual no se da en la realidad (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 227).

Para determinar este parámetro se utilizará la siguiente tabla:

Tabla 20: Índice de Serviciosabilidad Inicial (Pi), Índice de Serviciosabilidad Final (Pt),

Diferencial de Serviciosabilidad Según Rango de Tráfico

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciosabilidad Inicial (Pi)	Índice de Serviciosabilidad Final o Terminal (Pt)	Diferencia de Serviciosabilidad (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	Tp1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	Tp2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	Tp3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	Tp4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	Tp5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	Tp6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	Tp7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	Tp8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	Tp9	7,500,001	10,000,000	4.30	2.50	1.80
	Tp10	10,000,001	12,500,000	4.30	2.50	1.80
	Tp11	12,500,001	15,000,000	4.30	2.50	1.80
	Tp12	15,000,001	20,000,000	4.50	3.00	1.50
	Tp13	20,000,001	25,000,000	4.50	3.00	1.50
	Tp14	25,000,001	30,000,000	4.50	3.00	1.50
	Tp15	> 30,000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 227.

d) Confiabilidad y Desviación Estándar

La confiabilidad denominada como un factor de seguridad, que sirve como incremento del tránsito vehicular a lo largo del periodo de diseño de la estructura del pavimento (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 228).

El rango que establece la metodología AASHTO, se encuentra en el intervalo de $0.30 < 0.40$, a diferencia del manual de carreteras que recomienda usar 0.35 como factor de confiabilidad (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 228).

Los valores que se estimarán, estará en función al Número de repeticiones de EE, a continuación, se detallará en la siguiente tabla.

Tabla 21: Valores de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar (Z_R), Para un Periodo de Diseño de 20 Años

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Nivel de Confiabilidad (R)	Desviación Estándar Normal (Z _R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	Tp0	100,000	150,000	65%	-0.385
	Tp1	150,001	300,000	70%	-0.524
	Tp2	300,001	500,000	75%	-0.674
	Tp3	500,001	750,000	80%	-0.842
	Tp4	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	Tp5	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	Tp6	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	Tp7	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	Tp8	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	Tp9	7,500,001	10,000,000	90%	-1.282
	Tp10	10,000,001	12,500,000	90%	-1.282
	Tp11	12,500,001	15,000,000	90%	-1.282
	Tp12	15,000,001	20,000,000	90%	-1.282
	Tp13	20,000,001	25,000,000	90%	-1.282
	Tp14	25,000,001	30,000,000	90%	-1.282
	Tp15	> 30,000,000		95%	-1.645

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 229.

e) **El suelo y el Efecto de Capas de Apoyo (Kc)**

El factor que la caracteriza a la capa de la subrasante es conocido como el módulo de reacción (K), para lo cual esta capa se mejora en algunos casos, principalmente en la parte intermedia ya sea con material granular o de préstamo, o como también estas pueden ser tratadas, para así otorgar un espesor menor a la capa de concreto establecida en el diseño. Para tal efecto se introduce el módulo de reacción combinada, conocido como (Kc) (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 229).

El manual de carreteras sugiere usar la figura que plantea la metodología AASHTO, la cual estipula en usar correlaciones directas que permiten determinar el coeficiente K (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 229).

Los materiales que presentan un CBR igual o mayor de 6%, se considera como factible para la capa de la subrasante, pero sin embargo si este valor es menor, en efecto se procederá a la estabilización del suelo o hacer un mejoramiento, pero si eligiendo el propósito más técnico, viable y económico (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 230).

Tabla 22: CBR Mínimos Recomendados Para la sub Base Granular de Pavimentos Rígidos Según la Intensidad del Tráfico Expresado en EE

Tráfico	Ensayo Norma	Requerimiento
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40% (1)
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60% (1)

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" (2.5mm)

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 231.

f) Resistencia a Flexotracción del Concreto (MR)

El pavimento está sometido a flexión, por la transferencia de cargas del tránsito. Por ende, la metodología AASSHTO, nos permite usar la siguiente tabla (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 231).

Tabla 23: Valores de Resistencia de Concreto Según la Demanda de Tráfico

Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE	Resistencia Mínima a la Flexotracción del Concreto (MR)	Resistencia Mínima Equivalente a la Compresión del Concreto (F'C)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
≤ 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 231.

g) Drenaje (Cd)

Es importante analizar la presencia de agua o humedad, en la estructura del pavimento, para así no tener consecuencias con la subrasante y con la losa de concreto.

Este parámetro implica el tiempo que se mantiene el agua en la losa del concreto, a su vez el nivel de drenaje depende del diseño de redes de drenaje, para cual hayan sido diseñadas, como también de la permeabilidad de la subbase y la subrasante (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 232).

El coeficiente de drenaje tiene una variación entre 0.70 y 1.25, esto de acuerdo a las condiciones de la permeabilidad de la estructura del pavimento, pero de cierto modo la normativa nos establece usar para efectos de diseño en los pavimentos el valor de 1.00 (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 232).

Tablas de condiciones de drenaje:

Tabla 24: Condiciones de Drenaje

Calidad de Drenaje	50% de Saturación		85% de saturación en:
	en:		
Excelente	2 horas		2 horas
Bueno	1 día		2 a 5 horas
Regular	1 semana		5 a 10 horas
Pobre	1 mes		más de 10 horas
Muy Pobre	El agua no drena		mucho más de 10 horas

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 232.

Tabla 25: Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd

Calidad de Drenaje	% del Tiempo en que el Pavimento está Expuesto a Niveles de Humedad Próximos a la Saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
	Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 233.

h) Transferencia de Cargas (J)

“El valor de J es directamente proporcional al valor final del espesor de losa de concreto. Es decir, a menor valor de J, menor espesor de concreto.”

(Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 233).

Tabla 26: Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J.

Tipo de Berma	J			
	Granular o Asfáltica		Concreto Hidráulico	
Valores J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 233.

2.3. Definición de Términos:

Guadua Angustifolia

La guadua angustifolia considerada como una de las especies de la planta del bambú, que se encuentra principalmente en la región tropical de las naciones andinas nativas, que posee propiedades físico mecánicas apropiadas principalmente para el caso de las edificaciones sismorresistentes (Mvcs, 2012, p. 5).

Culmo

Se conoce como culmo al tallo aéreo de la guadua angustifolia, así como al del bambú, es decir es la parte que se encuentra comprendida conjuntamente con los nudos y entrenudos, o como algunos los conocen comúnmente como caña.

Fibras de Guadua Angustifolia (Bambú)

Las fibras conocidas como conjunto de filamentos, ya sea de diferentes tamaños, pero sí de espesores pequeños, lo cual sigue un proceso para su utilización como tal.

El término fibra de bambú se conoce como el desperdicio, es decir aserrín seleccionado principalmente por el peso de esta materia, la cual es sumergido en agua. Puesto que se atiende a este término con la norma ASTM C-1116-89 (Arbeláez, 1997, p. 131).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La aplicación de fibras de guadua angustifolia mejora las propiedades mecánicas del concreto para el diseño de pavimentos rígidos.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a. Al aplicar las fibras de guadua angustifolia se incrementa la resistencia a compresión del concreto.
- b. Aplicando las fibras de guadua angustifolia se incrementa la resistencia a flexotracción del concreto.
- c. La utilización de fibras de guadua angustifolia mejora el módulo de elasticidad del concreto.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable Independiente (X): Guadua Angustifolia

Es una de las especies de la planta del bambú, que se encuentra principalmente en la región tropical de las naciones andinas nativas, que posee propiedades físico mecánicas apropiadas para el caso de las edificaciones sismorresistentes (Mvcs, 2012, p. 5).

Variable Dependiente (Y): Diseño de Pavimento Rígido

El pavimento rígido es considerado como una losa de concreto la cual, al ser resistente absorbe casi la totalidad de las cargas de tránsito, así proyectando cargas menores a las capas subyacentes y finalmente a la subrasante (Mtc: Manual de carreteras, 2013, p. 261).

2.5.2. Definición operacional de las variables

Variable Independiente (X): Guadua Angustifolia

La guadua angustifolia es una especie predominante del bambú de la selva central, la cual esta materia prima se utilizó como fibra, es decir se aplicó en los porcentajes del 0.5%, 1.0% y 1.5%, en adición al

concreto estándar, ya que al estar compuesto por un conjunto de filamentos tiene la característica de ser resistente, además por encontrarse al alcance del ser humano.

Variable Dependiente (Y): Diseño de Pavimento Rígido

El diseño constó en adicionar la fibra de guadua angustifolia en el concreto estándar, lo cual esta afectará positivamente en las propiedades físico-mecánicas que se requiere para el diseño del pavimento rígido.

2.5.3. Operacionalización de las variables

Matriz de Operacionalización de las Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable Independiente (X): Guadua Angustifolia	Es una de las especies de la planta del bambú, que se encuentra principalmente en la región tropical de las naciones andinas nativas, que posee propiedades físico mecánicas apropiadas para el caso de las edificaciones sismorresistentes. (Mvcs, 2012, p. 5).	Porcentaje (%)	0 %
			0.5%
			1%
			1.5%
Variable Dependiente (Y): Diseño de Pavimento Rígido	El pavimento rígido es considerado como una losa de concreto la cual, al ser resistente absorbe casi la totalidad de las cargas de tránsito, así proyectando cargas menores a las capas subyacentes y finalmente a la subrasante. (Mtc: Manual de carreteras, 2013, p. 261).	Resistencia a la compresión	Ensayo de rotura
		Resistencia a la flexotracción	Ensayo módulo de rotura
		Módulo de elasticidad	Cálculo de módulo de elasticidad

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Para la presente investigación se hizo uso del método científico, la cual consiste en el camino jerarquizado y organizado que se debe seguir para la obtención de resultados. Este propósito opera con términos, conceptos, definiciones y variables acorde a la recolección de datos, para así construir el sistema teórico de la ciencia, y posteriormente lograr el objetivo planteado (Gómez, 2012, p. 85).

Este método se encuentra presente en las investigaciones ya sea de carácter cuantitativa o cualitativa. Asimismo, este método encaminará al presente estudio determinar los objetivos planteados, con la obtención de resultados de los diferentes ensayos.

3.2. Tipo de Investigación:

Tipo de Investigación Práctico o Aplicada

La presente investigación fue de tipo aplicada ya que se hizo uso de los conocimientos, teorías para llegar al propósito planteado. Lo cual quiere decir que el empleo de conocimientos con la práctica se alcanza a valorar a la investigación práctica o aplicada (Muñoz, 2015, “Investigación practica o aplicada”, párr. 2).

2 3.3. Nivel de investigación:

Explicativo

La presente investigación tuvo como nivel de investigación explicativo, porque pretendió explicar las causas y efectos del uso de guadua angustifolia en el diseño de pavimentos rígidos. En ese mismo orden, Ñaupas, Valdivia, Palacios, Romero (2018) sostienen que este nivel, tiene la característica de ser riguroso y compleja a la básica, que tiene como propósito la verificación de la hipótesis planteada según el diseño de investigación optada (p. 135).

2 3.4. Diseño de la investigación:

Cuasi experimental

El diseño de investigación fue cuasi experimental, ya que manipula deliberadamente a la variable independiente, para así posteriormente ver el efecto producido en una o más variables dependientes. Además, este diseño menciona que el sujeto no se designa al azar, es decir que estas ya se encuentran conformadas antes de realizar el experimento (Hernández, 2014, p. 151):

Tabla 27: *Diseño de Investigación Cuasi Experimental*

Diseño con Preprueba, Posprueba y Grupo Intactos, Uno de Ellos de Control		
G 01	O1	(X)
G 02	O2	(-)
G 03	O3	(-)

Fuente: Elaboración Propia.

G = Grupos o Individuos que forman una ciudad: Calicatas (Muestras) 01

O = Medición de Evaluación antes o después: Ensayos de Laboratorio

X = Condición Experimental: Adición de Guadua Angustifolia

(-) = Sin Estímulo

3.5. Población y muestra:

Población

La población fue considerada como el conjunto de elementos o el total de un fenómeno en estudio, es decir, estos elementos tienen que poseer las mismas propiedades o características, para su análisis (Gómez, 2012, p. 87).

Tabla 28: *Población Para Resistencia a Compresión.*

Población Para Resistencia a Compresión			
Guadua Angustifolia (%)	Día de Ensayo	Cantidad Ensayos	Número de Días x Cantidad
0%	3, 7, 14, 28	3	12
0.5%	3, 7, 14, 28	3	12
1.0%	3, 7, 14, 28	3	12
1.5%	3, 7, 14, 28	3	12
Total, de ensayos a realizar			48

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29: *Población Para Resistencia a Flexotracción.*

Población Para Resistencia a Flexotracción			
Guadua Angustifolia (%)	Día de Ensayo	Cantidad Ensayos	Número de Días x Cantidad
0%	28	1	1
0.5%	28	1	1
1.0%	28	1	1
1.5%	28	1	1
Total, de ensayos a realizar			4

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 30: *Población Para Asentamiento Resistencia a Compresión y Flexotracción.*

Población Para Asentamiento del Concreto			
Guadua Angustifolia (%)	Día de Ensayo	Cantidad Ensayos	Número de Días x Cantidad
0%	1	2	2
0.5%	1	2	2
1.0%	1	2	2
1.5%	1	2	2
Total, de ensayos a realizar			8

Fuente: Elaboración Propia.

Para la presente investigación la población determinada para la resistencia a compresión constó de un total de 48 ensayos, así como para la resistencia a flexotracción constó de un total de 4 ensayos y finalmente para el Asentamiento del concreto se necesitó de 8 ensayos, eso sí mencionando ¹¹ con la aplicación de fibras de Guadua Angustifolia en cada ensayo mencionado anteriormente.

Muestra

Según Romaní (como se citó en López, 1998, p. 123), “la muestra censal es aquella porción que representa la población”.

La muestra en el presente estudio fue por el método de muestreo censal, ya que se tendrá una consideración del 100% de la población, es decir para lo cual se contará el número de ensayos a realizar de la base de datos.

² **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

Observación: Esta técnica se empleó con la ficha de observación, la cual servirá para la recopilación de información de campo, tal como el proceso de extracción de fibras de bambú, estudio de tráfico y el ensayo de CBR. Asimismo, esta servirá para el planteamiento del diseño del pavimento rígido y posteriormente para el diseño de mezcla del concreto.

Información bibliográfica: Esta técnica consistió en el empleo de revistas, libros, tesis de los repositorios, normativas, textos de carácter científico, con el propósito de tener y adquirir los conocimientos científicos para el desarrollo de esta investigación.

Ficha de observación - Laboratorio: El empleo de este instrumento sirvió para el análisis del objetivo planteado en la presente investigación, es decir para la

toma de datos de ensayos realizados en el laboratorio, con ¹¹ la adición de fibras de guadua angustifolia, en diferentes proporciones en el concreto.

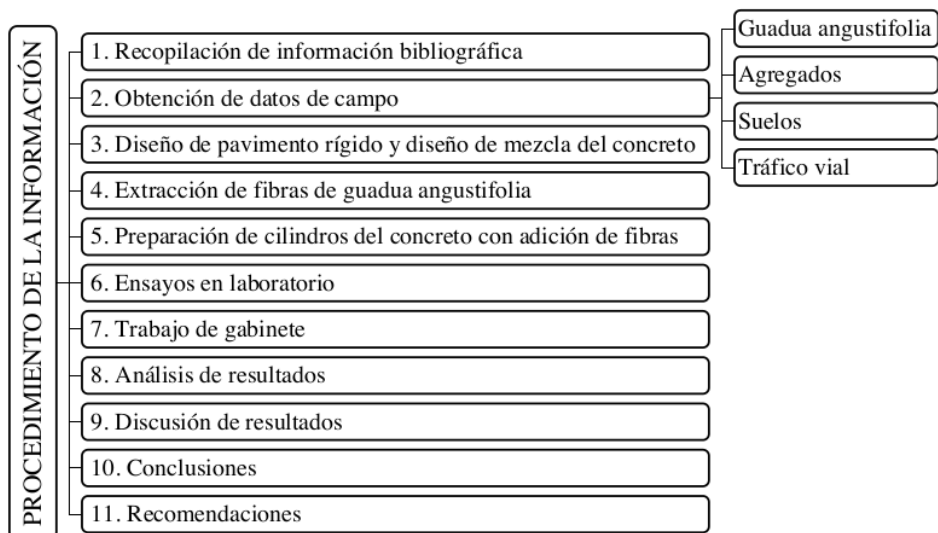
Normativas que se utilizaron en la presente investigación:

- **NTP 339.127:1998 (revisada el 2019):** ¹ Ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- **NTP 339.128:1999 (revisada el 2019):** ¹ Ensayo para determinar el análisis granulométrico.
- **NTP 339.129:1999 (revisada el 2019):** ¹ Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.
- **NTP 339.140:1999 (revisada el 2019):** ⁷ Ensayo para determinar los factores de contracción de suelos mediante el método de mercurio.
- **NTP 339.135:1999 (revisada el 2019):** ¹⁵ Método para clasificación de suelos en vías de transporte.
- **NTP 339.145:1999 (revisada el 2019):** Método de ensayo de CBR (Laboratorio).
- **NTP 400.017:2020:** ¹⁰ Ensayo para determinar el peso unitario y los vacíos en los agregados.
- **NTP 400.012:2013 (revisada el 2018):** ⁶ Análisis granulométrico de agregados fino, grueso y global.
- **NTP 400.021:2020:** Peso específico y absorción del agregado grueso.
- **NTP 400.022:2013 (revisada el 2018):** ¹ Peso específico y absorción del agregado fino.
- **MTC E-215:** ⁷ Ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado.

- **NTP 339.036:2017:** Muestreo de concreto fresco.
- **NTP 339.183:2013 (revisada el 2018):** ⁶Elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.
- **NTP 339.034:2015:** Método para determinar la resistencia a la compresión testigos cilíndricos del concreto.
- **NTP 339.084:2012 (revisada el 2017):** Método ¹para determinar la resistencia a tracción simple del concreto.
- **NTP 339.035:2015:** Ensayo para la determinación del asentamiento del concreto.

3.7. Procesamiento de la información

La presente investigación empleó la siguiente secuencia para el procedimiento de información.



² 3.8. Técnicas y análisis de datos

El análisis de datos de esta investigación será de tipo cuantitativo, es decir se desarrollará tablas, figuras, por medio del programa Excel, de ¹⁷ la recopilación de información de campo, así como de la obtención de resultados de los distintos ensayos analizados en laboratorio, para así posteriormente interpretarlos, acorde a los resultados obtenidos.

CAPITULO IV

RESULTADOS

² 4.1. **Conteo y clasificación vehicular**

El **conteo y clasificación vehicular** tiene como propósito determinar la demanda de tráfico vehicular ocasionado por el parque automotor en el lugar del estudio, para lo cual es indispensable tener estos datos producidos durante un periodo determinado, tanto de vehículos ligeros, así como el de los vehículos pesados, para efectos ¹ **del diseño de un pavimento rígido**.

Para el registro **de** conteo **y** clasificación vehicular, se consideró una estación de conteo vehicular que fue dentro del entorno de la Av. Pioneros, Distrito de la Merced y Provincia de Chanchamayo, de la Región Junín, que fue realizada en la presente fecha, desde el lunes 26 de abril del 2021 hasta el domingo 2 de mayo del 2021, que fueron tomadas de acuerdo al formato del Ministerio de transportes y comunicaciones, que a su vez nos permiten identificar con facilidad el tipo de vehículo en tránsito en la vía de estudio.

Para el planteamiento del registro de conteo y clasificación vehicular, podemos apreciar en las siguientes tablas, las cuales que nos permiten observar la demanda de transitabilidad vehicular producidas durante la semana.

4.1.1. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Lunes 26 de abril del 2021, en sentido Este a Oeste

Tabla 31: Resumen de Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deunisio.

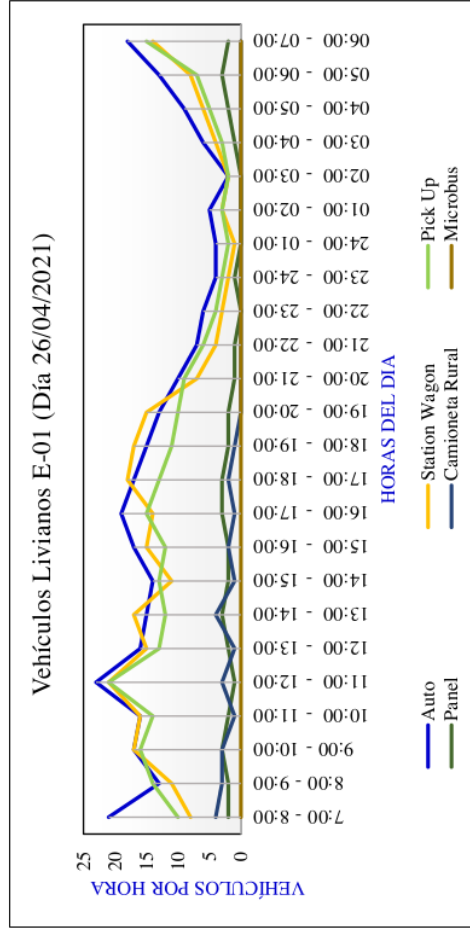
Hora	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Camioneta Rural	Microbús	Bus				Camión				Semi Traylor				Traylor		
							B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3		C2R2	C2R3	C3R2
Diagrama Vehicular																					
7:00 - 8:00	21	8	10	2	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 9:00	13	11	14	2	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 10:00	17	17	16	3	3	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10:00 - 11:00	16	16	14	2	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 12:00	23	21	21	1	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	16	15	13	2	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	15	17	12	3	4	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	14	11	13	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	17	15	12	2	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	19	14	15	3	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	17	18	13	3	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00 - 19:00	15	17	11	2	1	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00 - 20:00	13	15	10	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 21:00	10	7	9	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00	7	4	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00	6	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	4	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24:00 - 01:00	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	5	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	6	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	9	6	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00 - 06:00	13	8	7	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 07:00	18	14	15	2	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parcial:	300	249	233	40	26	0	0	0	0	29	21	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Desviado 10% :	30	25	23	4	3	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Generado 10% :	30	25	23	4	3	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	360	299	279	48	32	0	0	0	0	35	25	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0

4		Bus		Camión		Semi Trayler		Trayler												
Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Camioneta Rural	Microbús	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2
Livianos	1018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Agrupado	1080																			

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, podemos apreciar en las figuras 10, 11 la variación horaria en la estación de conteo vehicular, tanto para vehículos livianos, así como para vehículos pesados, las cuales están de acuerdo a la Tabla 31.

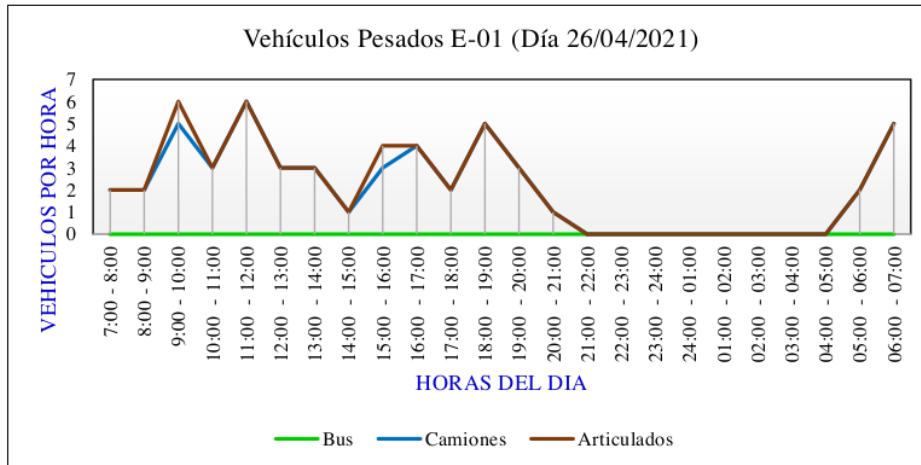
Figura 10: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 10, podemos mencionar que la hora pico de demanda vehicular, está dada entre las 11:00am a 12:00pm, la cual es originada generalmente por el auto, station wagon y pick up, por otra parte, la que no incide mucho en la hora pico son el panel y la camioneta rural.

Figura 11: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 11, se puede apreciar que la hora pico de demanda está comprendida entre las 9:00am y 10:00am, en las que los componen el camión, semi trailer y trailer, mientras la que no tiene mucha incidencia es el bus.

4.1.2. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Martes 27 de abril del 2021, en sentido Este a Oeste

Tabla 32: Resumen de Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deunisio.

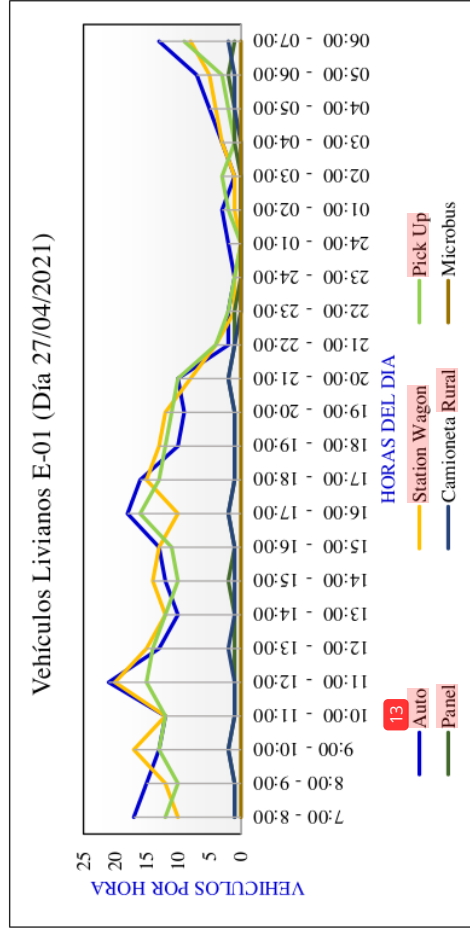
Hora	Diagrama Vehicular	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Camioneta Rural	Microbús	Bus				Camión					Semi-Trayler			Trayler					
								B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3		C2R2	C2R3	C3R2		
7:00 - 8:00		17	10	12	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 9:00		15	12	10	1	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 10:00		13	17	13	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00		12	12	12	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 12:00		21	20	15	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12:00 - 13:00		13	15	14	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00		10	12	12	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00		12	14	10	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00		13	13	11	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00		18	10	16	2	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00		16	15	13	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00 - 19:00		10	13	12	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00 - 20:00		9	12	11	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 21:00		10	8	10	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00		2	4	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00		2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24:00 - 01:00		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00		3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00		1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00		3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00		5	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00 - 06:00		7	5	3	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 07:00		13	8	9	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parcial:		228	211	198	25	23	0	0	0	0	17	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Desviado 10%:		23	21	20	3	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Generado 10%:		23	21	20	3	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		274	253	238	31	27	0	0	0	0	21	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

4		Bus		Camión		Semi Trayler		Trayler														
Hora	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Camioneta Rural	Microbús	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	
Diagrama Vehicular																						
Total Agrupado	Livianos	823	0	Camiones	44	Semi Trayler	1	Traylers	868													

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, podemos apreciar en las figuras 12, 13 la variación horaria en la estación de conteo vehicular, tanto para vehículos livianos, así como para vehículos pesados, las cuales están de acuerdo a la Tabla 32.

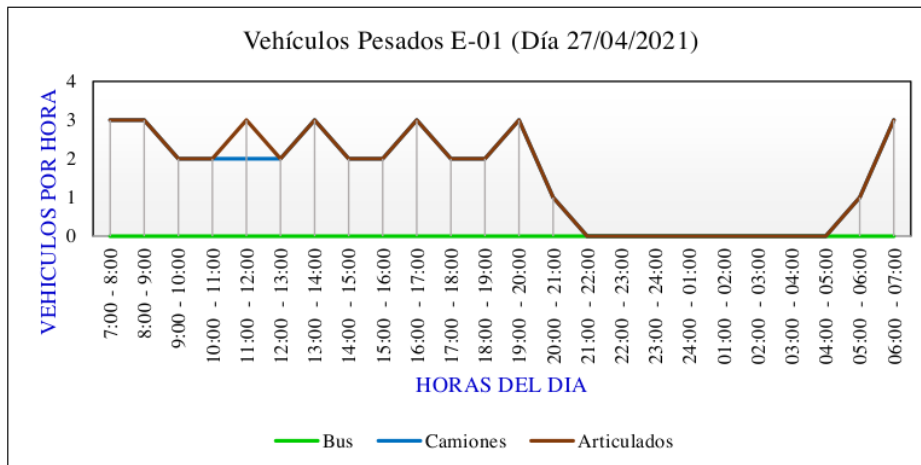
Figura 12: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 12, podemos mencionar que la hora pico de demanda vehicular, está dada entre las 11:00am a 12:00pm, la cual es originada generalmente por el auto y station wagon, por otra parte, la que no incide mucho en la hora pico son el panel y la camioneta rural.

Figura 13: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 13, se puede apreciar que la hora pico de demanda está comprendida entre las 11:00am a 12:00am, 13:00pm a 14:00pm y 16:00pm a 17:00pm en las que los componen el semi trayler y trayler.

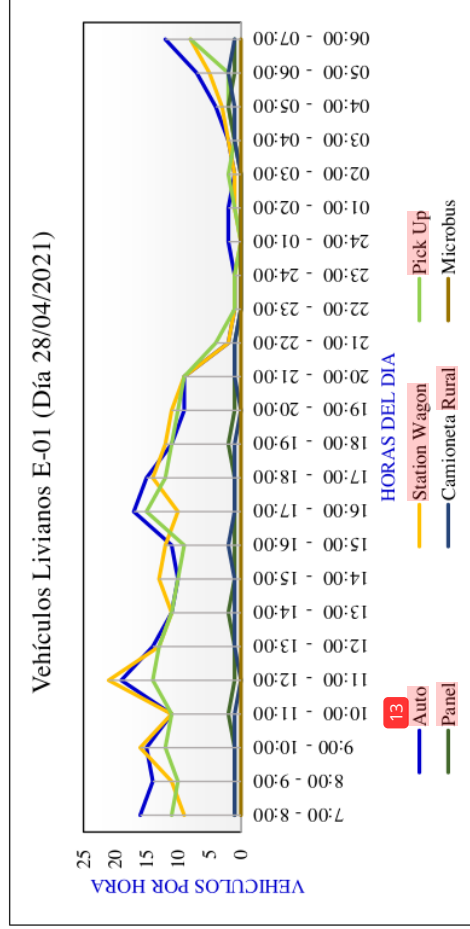
4

Hora	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Camioneta Rural	Microbús	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	Trayler	
Diagrama Vehicular																				
Total Agrupado	Livianos	763	0	Camiones	42	Semi Trayler	1	Traylers	806											

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, podemos apreciar en las figuras 14, 15 la variación horaria en la estación de conteo vehicular, tanto para vehículos livianos, así como para vehículos pesados, las cuales están de acuerdo a la Tabla 33.

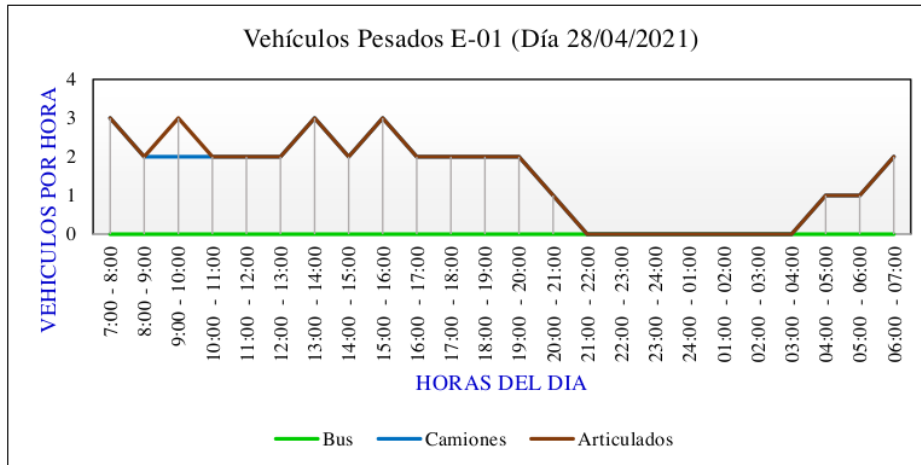
Figura 14: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 14, podemos mencionar que la hora pico de demanda vehicular, está dada entre las 11:00am a 12:00pm, la cual es originada generalmente por el auto y station wagon, por otra parte, la que no incide mucho en la hora pico son el panel y la camioneta rural.

Figura 15: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 15, se puede apreciar que la hora pico de demanda está comprendida entre las 9:00am a 10:00am, 13:00pm a 14:00pm y 15:00pm a 16:00pm en las que los componen el semi trayler y trayler.

4.1.4. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Jueves 29 de abril del 2021, en sentido Este a Oeste

Tabla 34: Resumen de Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deunisio.

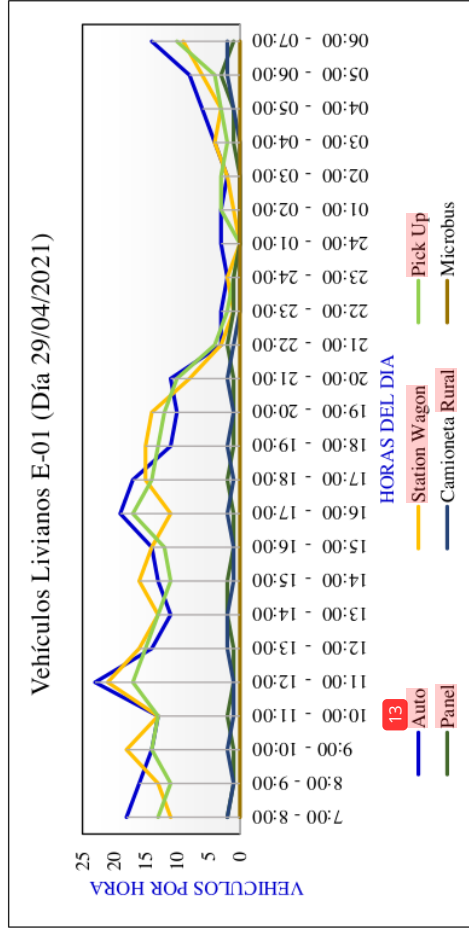
Hora	4																						
	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Camioneta Rural	Microbús	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	Trayler	
Diagrama Vehicular																							
7:00 - 8:00	18	11	13	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 9:00	16	13	11	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 10:00	14	18	14	1	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	13	13	13	2	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11:00 - 12:00	23	21	17	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	14	16	15	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	11	13	13	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	13	16	11	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	14	14	12	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	19	11	17	1	2	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	17	15	14	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00 - 19:00	11	15	13	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00 - 20:00	10	14	12	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 21:00	11	8	10	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00	3	3	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24:00 - 01:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	4	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	6	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00 - 06:00	8	6	4	3	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 07:00	14	9	10	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parcial:	252	229	217	29	27	0	0	0	0	22	19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Desviado 10% :	25	23	22	3	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Generado 10% :	25	23	22	3	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	302	275	261	35	33	0	0	0	0	26	23	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

4															
Hora	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Camioneta Rural	Microbús	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	Camión	Semi Trayler	Trayler	
Diagrama Vehicular															
Total Agrupado	Livianos	906	0	Camiones	49	Semi Trayler	1	Traylers	0	956					

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, podemos apreciar en las figuras 16, 17 la variación horaria en la estación de conteo vehicular, tanto para vehículos livianos, así como para vehículos pesados, las cuales están de acuerdo a la Tabla 34.

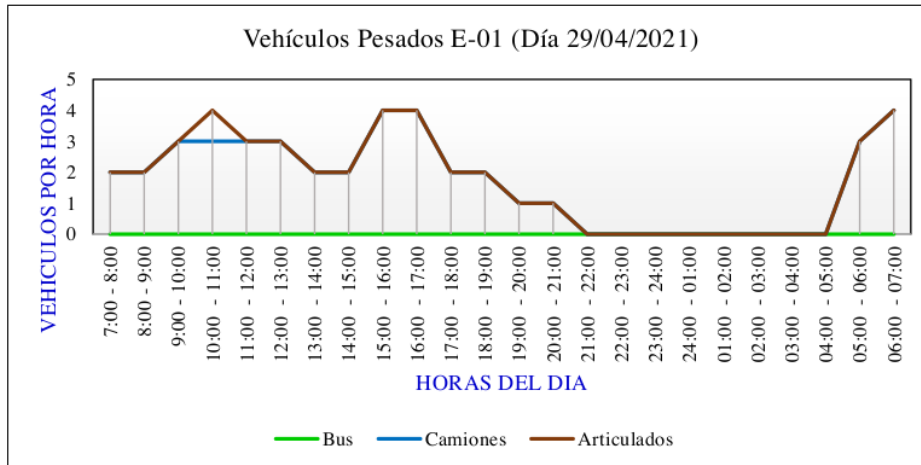
Figura 16: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 16, podemos mencionar que la hora pico de demanda vehicular, está dada entre las 11:00am a 12:00pm, la cual es originada generalmente por el auto y station wagon, por otra parte, la que no incide mucho en la hora pico son el panel y la camioneta rural.

Figura 17: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 17, se puede apreciar que la hora pico de demanda está comprendida entre las 10:00am a 11:00am y 15:00pm a 17:00pm en las que los componen el semi trayler y trayler.

4.1.5. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Viernes 30 de abril del 2021, en sentido Este a Oeste

Tabla 35: Resumen de Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deunio.

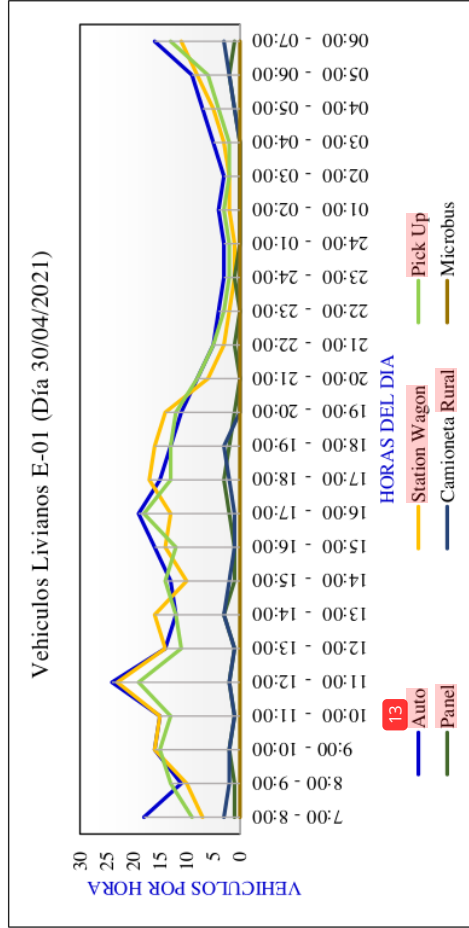
Hora	4																						
	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Camioneta Rural	Microbús	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	Trayler	
Diagrama Vehicular																							
7:00 - 8:00	18	7	9	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 9:00	11	10	13	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 10:00	16	16	15	2	2	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	15	15	13	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11:00 - 12:00	24	23	19	2	2	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	14	14	11	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	12	16	12	3	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	13	10	14	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	16	14	12	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	19	13	18	2	1	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	15	17	13	3	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00 - 19:00	13	16	13	2	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00 - 20:00	11	14	12	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 21:00	8	6	8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00	5	3	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24:00 - 01:00	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	7	5	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00 - 06:00	9	8	6	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 07:00	16	11	13	1	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parcial:	264	229	224	27	29	0	0	0	0	28	18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Desviado 10% :	26	23	22	3	3	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Generado 10% :	26	23	22	3	3	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	316	275	268	33	35	0	0	0	0	34	22	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Hora	Livianos		Buses		Camión		Semi Trayler		Trayler											
	Auto	Station Wagon	Panel	Pick Up	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	
Diagrama Vehicular																				
Total Agrupado	927		0		56		1		0		1		1		1		0		984	

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, podemos apreciar en las figuras 18, 19 la variación horaria en la estación de conteo vehicular, tanto para vehículos livianos, así como para vehículos pesados, las cuales están de acuerdo a la Tabla 35.

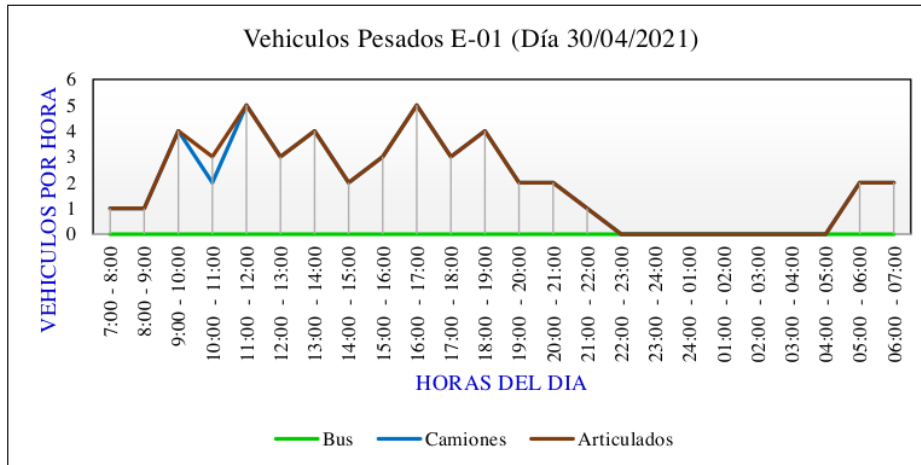
Figura 18: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 18, podemos mencionar que la hora pico de demanda vehicular, está dada entre las 11:00am a 12:00pm, la cual es originada generalmente por el auto, station wagon y pick up, por otra parte, la que no incide mucho en la hora pico son el panel y la camioneta rural.

Figura 19: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 19, se puede apreciar que la hora pico de demanda está comprendida entre las 11:00am a 12:00pm y 16:00pm a 17:00pm en las que los componen el semi trayler y trayler.

4.1.6. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Sábado 01 de mayo del 2021, en sentido Este a Oeste

Tabla 36: Resumen de Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deunisio.

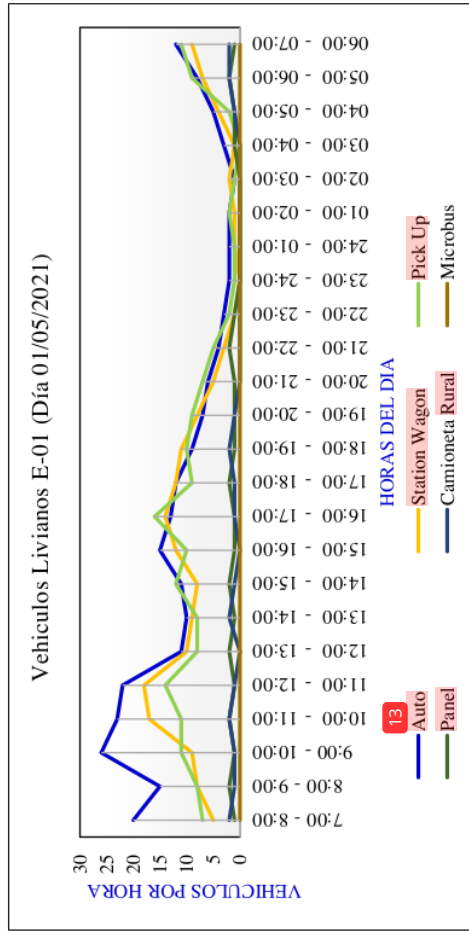
Hora	4																						
	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Camioneta Rural	Microbús	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	Trayler	
Diagrama Vehicular																							
7:00 - 8:00	20	5	7	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 9:00	15	8	8	2	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 10:00	26	9	11	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	23	17	11	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11:00 - 12:00	22	18	14	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	11	10	8	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	10	9	8	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	11	8	12	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	15	12	10	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
16:00 - 17:00	13	14	16	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	12	12	9	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00 - 19:00	9	11	10	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00 - 20:00	7	8	9	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 21:00	6	5	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00	4	3	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24:00 - 01:00	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	5	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00 - 06:00	8	7	9	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 07:00	12	9	11	1	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parcial:	242	175	174	27	20	0	0	0	0	18	14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Desviado 10%:	24	18	17	3	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Generado 10%:	24	18	17	3	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	290	211	208	33	24	0	0	0	0	22	16	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

Hora	Livianos		Camioneta Rural		Microbús		Bus		Camión		Semi Trayler		Trayler							
	Auto	Station Wagon	Panel	Pick Up	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	
Diagrama Vehicular																				
Total Agrupado	766		0		38		0		2		0		0		806		0		0	

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, podemos apreciar en las figuras 20, 21 la variación horaria en la estación de conteo vehicular, tanto para vehículos livianos, así como para vehículos pesados, las cuales están de acuerdo a la Tabla 36.

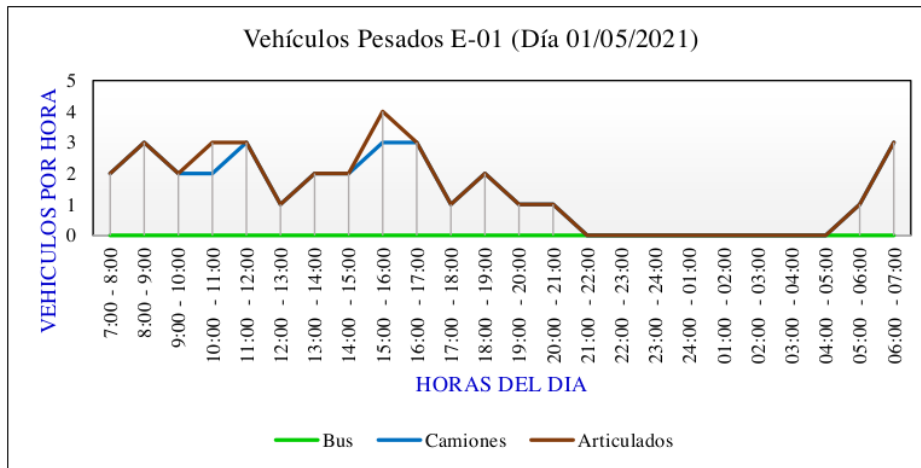
Figura 20: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 20, podemos mencionar que la hora pico de demanda vehicular, está dada entre las 9:00am a 10:00am, la cual es originada generalmente por el auto, por otra parte, la que no incide mucho en la hora pico son el panel y la camioneta rural, debido a que la demanda vehicular es menor frente a los demás.

Figura 21: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 21, se puede apreciar que la hora pico de demanda está comprendida entre las 15:00pm a 16:00pm en las que los componen el semi trayler y trayler, a la que llamamos en la presente investigación como articulados.

4.1.7. Resumen de conteo y clasificación vehicular del día Domingo 02 de mayo del 2021, en sentido Este a Oeste

Tabla 37: Resumen de Conteo Vehicular en la Estación de la Av. Pioneros con la Av. Fray Deunisio.

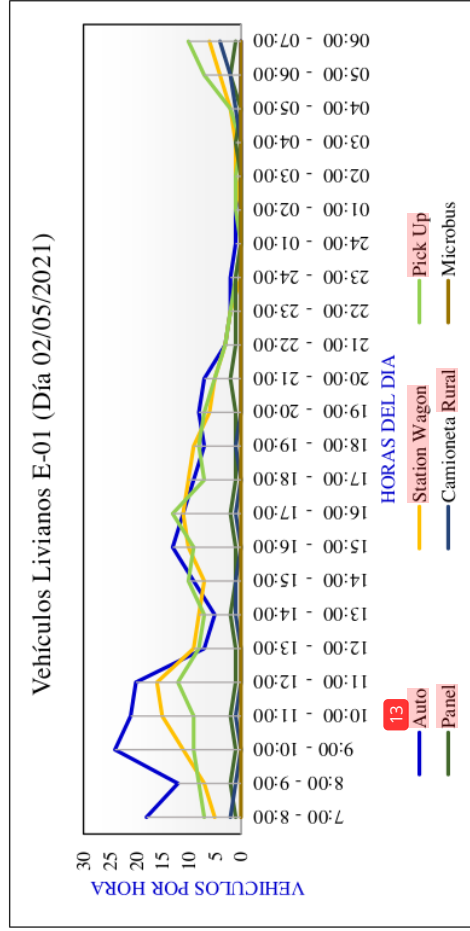
Hora	4				Camión							Semi Traylor							Traylor			
	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Camioneta Rural	Microbús	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	
Diagrama Vehicular																						
7:00 - 8:00	18	5	7	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 9:00	12	7	8	2	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 10:00	24	11	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	21	15	9	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
11:00 - 12:00	20	16	12	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	7	9	8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
13:00 - 14:00	5	8	7	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	9	7	10	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	13	10	9	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	11	11	13	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
17:00 - 18:00	9	10	7	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00 - 19:00	7	9	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00 - 20:00	8	6	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 21:00	7	5	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24:00 - 01:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00 - 06:00	0	4	7	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 07:00	0	6	10	1	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parcial:	180	148	146	26	15	0	0	0	10	15	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Desviado 10% :	18	15	15	3	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Generado 10% :	18	15	15	3	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	216	178	176	32	19	0	0	0	12	19	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0

Hora	4													
	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Camioneta Rural	Microbús	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	Semi Trayler	
Diagrama Vehicular														
Total Agrupado	Livianos	Buses											Traylers	
	621	0											655	
		Camiones												
		31												
		Semi Trayler												
		3												
		T3S1												
		T3S2												
		T3S3												
		C2R2												
		C2R3												
		C3R2												

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, podemos apreciar en las figuras 22, 23 la variación horaria en la estación de conteo vehicular, tanto para vehículos livianos, así como para vehículos pesados, las cuales están de acuerdo a la Tabla 37.

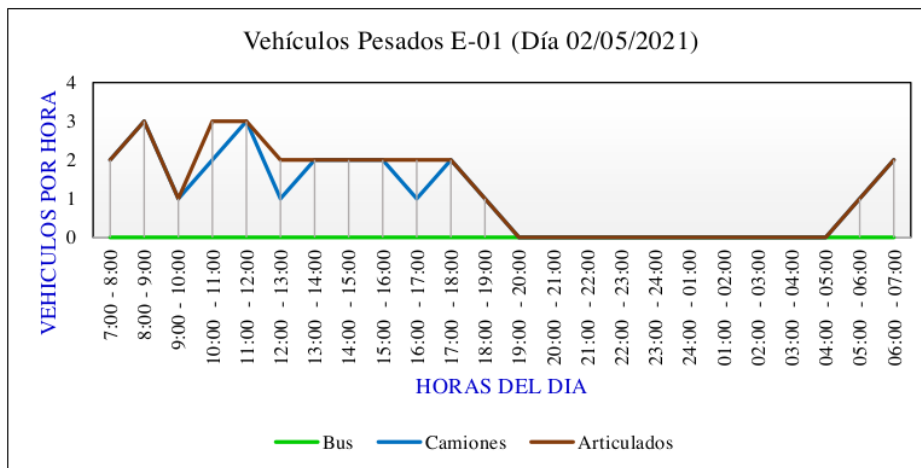
Figura 22: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Livianos.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 21, podemos mencionar que la hora pico de demanda vehicular, está dada entre las 9:00am a 10:00am, la cual es originada generalmente por el auto, por otra parte, la que no incide mucho en la hora pico son el panel y la camioneta rural, debido a que la demanda vehicular es menor frente a los demás.

Figura 23: Variación Horaria, Hora Pico de Demanda Vehículos Pesados.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 23, se puede apreciar que la hora pico de demanda está comprendida entre las 10:00am a 12:00pm en las que los componen el camión, semi trayler y trayler, a diferencia que el bus no genera mucha incidencia.

4.2. Determinación de Número de repeticiones de Ejes Equivalentes.

La determinación del número de repeticiones de ejes equivalentes tiene como propósito determinar los factores destructivos del pavimento, es decir de la losa de concreto, esto debido a las cargas ocasionadas por los vehículos de tránsito liviano y pesado. Asimismo, estos factores sirven para efectos de diseño del pavimento rígido.

Por otra parte, para su cálculo se debe tener en cuenta los siguientes puntos: tipo de vehículo en tránsito por la vía, tráfico actual, tráfico desviado, tráfico generado, factor de corrección, índice medio diario, factor de vehículo pesado, factor direccional, factor de carril, factor presión de inflado de neumáticos, factor de crecimiento acumulado y periodo de diseño, de la misma forma en que se aplicará para su cálculo las tablas de guía AASHTO 93, mencionadas en el ítem 2.2.6 de la presente investigación.

Por consiguiente, veremos en las siguientes tablas el resumen de la determinación de ejes equivalentes.

Tabla 38: Resumen de Datos de la Vía en Estudio.

Estación de Conteo Vehicular:	Av. Piones intersección con la Av. Fray Deunio
Periodo de Diseño:	20 Años
Tasa de Crecimiento de Vehículos Livianos - MTC:	0.77%
Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados - MTC:	3.90%

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.1. Determinación de Ejes Equivalentes del Conteo Vehicular.

En las siguientes tablas se podrán apreciar el resumen general del número de repeticiones, con la aplicación de las tablas 31, 32, 33, 34, 35, 36 y 37 con relación a los datos de la tabla 38 para su cálculo.

Tabla 39: Resumen de Ejes Equivalentes Día Lunes 26 de Abril.

Vehículo	Tráfico Actual	Tráfico Desviado	Tráfico Generado	Factor de Corrección	Índice Medio Diario	Factor Vehículo Pesado	Factor Direccional	Factor Carril	Factor Presión de Inflado de Neumáticos	Carril de Diseño EE	Factor de Crecimiento Acumulado	Días por año	Número de Repeticiones EE
Livianos	848.00	85.00	85.00	0.8670	883	0.001	0.50	1.00	1.00	0.44	21.53	365	3,457.72
B2	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.608	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B3-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	3.616	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B4-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.888	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
C2	29.00	3.00	3.00	0.9510	33	4.608	0.50	1.00	1.00	76.03	29.47	365	817,820.50
C3	21.00	2.00	2.00	0.9510	24	4.731	0.50	1.00	1.00	56.77	29.47	365	610,649.34
C4	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	4.958	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	7.942	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.773	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.189	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S3	2.00	0.00	0.00	0.9510	2	8.896	0.50	1.00	1.00	8.90	29.47	365	95,733.30
C2R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.277	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C2R3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C3R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
Total de EE													1,527,660.86

36 Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 39 se puede apreciar que el número de repeticiones obtenidos es de 1527660.86, esto debido a los vehículos livianos y pesados.

Tabla 40: Resumen de Ejes Equivalentes Día Martes 27 de Abril.

Vehículo	Tráfico Actual	Tráfico Desviado	Tráfico Generado	Factor de Corrección	Índice Medio Diario	Factor Vehículo Pesado	Factor Direccional	Factor Carril	Factor Presión de Inflado de Neumáticos	Carril de Diseño EE	Factor de Crecimiento Acumulado	Días por año	Número de Repeticiones EE
Livianos	685.00	69.00	69.00	0.8670	714	0.001	0.50	1.00	1.00	0.36	21.53	365	2,829.04
B2	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.608	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B3-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	3.616	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B4-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.888	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
C2	17.00	2.00	2.00	0.9510	20	4.608	0.50	1.00	1.00	46.08	29.47	365	495,661.82
C3	19.00	2.00	2.00	0.9510	22	4.731	0.50	1.00	1.00	52.04	29.47	365	559,770.86
C4	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	4.958	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	7.942	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.773	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.189	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S3	1.00	0.00	0.00	0.9510	1	8.896	0.50	1.00	1.00	4.45	29.47	365	47,866.65
C2R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.277	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C2R3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C3R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
Total de EE													1,106,128.37

36 Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 40 se puede apreciar que el número de repeticiones obtenidos es de 1106128.37, esto debido a los vehículos livianos y pesados.

Tabla 41: Resumen de Ejes Equivalentes Día Miércoles 28 de Abril.

Vehículo	Tráfico Actual	Tráfico Desviado	Tráfico Generado	Factor de Corrección	Índice Medio Diario	Factor Vehículo Pesado	Factor Direccional	Factor Carril	Factor Presión de Inflado de Neumáticos	Carril de Diseño EE	Factor de Crecimiento Acumulado	Días por año	Número de Repeticiones EE
Livianos	635.00	64.00	64.00	0.8670	662	0.001	0.50	1.00	1.00	0.33	21.53	365	2,593.29
B2	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.608	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B3-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	3.616	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B4-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.888	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
C2	19.00	2.00	2.00	0.9510	22	4.608	0.50	1.00	1.00	50.69	29.47	365	545,249.52
C3	15.00	2.00	2.00	0.9510	18	4.731	0.50	1.00	1.00	42.58	29.47	365	458,013.90
C4	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	4.958	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	7.942	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.773	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.189	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S3	1.00	0.00	0.00	0.9510	1	8.896	0.50	1.00	1.00	4.45	29.47	365	47,866.65
C2R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.277	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C2R3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C3R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
Total de EE													1,053,723.36

36 Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 41 se puede apreciar que el número de repeticiones obtenidos es de 1053723.36, esto debido a los vehículos livianos y pesados.

Tabla 42: Resumen de Ejes Equivalentes Día Jueves 29 de Abril.

Vehículo	Tráfico Actual	Tráfico Desviado	Tráfico Generado	Factor de Corrección	Índice Medio Diario	Factor Vehículo Pesado	Factor Direccional	Factor Carril	Factor Presión de Inflado de Neumáticos	Carril de Diseño EE	Factor de Crecimiento Acumulado	Días por año	Número de Repeticiones EE
Livianos	754.00	75.00	75.00	0.8670	784	0.001	0.50	1.00	1.00	0.39	21.53	365	3,064.80
B2	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.608	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B3-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	3.616	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B4-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.888	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
C2	22.00	2.00	2.00	0.9510	25	4.608	0.50	1.00	1.00	57.60	29.47	365	619,577.28
C3	19.00	2.00	2.00	0.9510	22	4.731	0.50	1.00	1.00	52.04	29.47	365	559,770.86
C4	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	4.958	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	7.942	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.773	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.189	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S3	1.00	0.00	0.00	0.9510	1	8.896	0.50	1.00	1.00	4.45	29.47	365	47,866.65
C2R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.277	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C2R3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C3R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
Total de EE													1,230,279.59

33

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 42 se puede apreciar que el número de repeticiones obtenidos es de 1230279.59, esto debido a los vehículos livianos y pesados.

Tabla 43: Resumen de Ejes Equivalentes Día Viernes 30 de Abril.

Vehículo	Tráfico Actual	Tráfico Desviado	Tráfico Generado	Factor de Corrección	Índice Medio Diario	Factor Vehículo Pesado	Factor Direccional	Factor Carril	Factor Presión de Inflado de Neumáticos	Carril de Diseño EE	Factor de Crecimiento Acumulado	Días por año	Número de Repeticiones EE
Livianos	773.00	77.00	77.00	0.8670	804	0.001	0.50	1.00	1.00	0.40	21.53	365	3,143.38
B2	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.608	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B3-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	3.616	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B4-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.888	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
C2	28.00	3.00	3.00	0.9510	32	4.608	0.50	1.00	1.00	73.73	29.47	365	793,080.43
C3	18.00	2.00	2.00	0.9510	21	4.731	0.50	1.00	1.00	49.68	29.47	365	534,385.40
C4	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	4.958	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	7.942	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.773	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.189	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S3	1.00	0.00	0.00	0.9510	1	8.896	0.50	1.00	1.00	4.45	29.47	365	47,866.65
C2R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.277	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C2R3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C3R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
Total de EE													1,378,475.86

33 Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 43 se puede apreciar que el número de repeticiones obtenidos es de 1378475.86, esto debido a los vehículos livianos y pesados.

Tabla 44: Resumen de Ejes Equivalentes Día Sábado 01 de Mayo.

Vehículo	Tráfico Actual	Tráfico Desviado	Tráfico Generado	Factor de Corrección	Índice Medio Diario	Factor Vehículo Pesado	Factor Direccional	Factor Carril	Factor Presión de Inflado de Neumáticos	Carril de Diseño EE	Factor de Crecimiento Acumulado	Días por año	Número de Repeticiones EE
Livianos	638.00	64.00	64.00	0.8670	664	0.001	0.50	1.00	1.00	0.33	21.53	365	2,593.29
B2	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.608	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B3-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	3.616	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B4-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.888	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
C2	18.00	2.00	2.00	0.9510	21	4.608	0.50	1.00	1.00	48.38	29.47	365	520,401.89
C3	14.00	1.00	1.00	0.9510	15	4.731	0.50	1.00	1.00	35.48	29.47	365	381,642.39
C4	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	4.958	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	7.942	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.773	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.189	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S3	2.00	0.00	0.00	0.9510	2	8.896	0.50	1.00	1.00	8.90	29.47	365	95,733.30
C2R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.277	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C2R3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C3R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
17 Total de EE													1,000,370.87

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 44 se puede apreciar que el número de repeticiones obtenidos es de 1000370.87, esto debido a los vehículos livianos y pesados.

Tabla 45: Resumen de Ejes Equivalentes Día Domingo 02 de Mayo.

Vehículo	Tráfico Actual	Tráfico Desviado	Tráfico Generado	Factor de Corrección	Índice Medio Diario	Factor Vehículo Pesado	Factor Direccional	Factor Carril	Factor Presión de Inflado de Neumáticos	Carril de Diseño EE	Factor de Crecimiento Acumulado	Días por año	Número de Repeticiones EE
Livianos	515.00	52.00	52.00	0.8670	537	0.001	0.50	1.00	1.00	0.27	21.53	365	2,121.78
B2	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.608	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B3-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	3.616	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
B4-1	0.00	0.00	0.00	0.8670	0	4.888	0.50	1.00	1.00	0.00	21.53	365	0.00
C2	10.00	1.00	1.00	0.9510	11	4.608	0.50	1.00	1.00	25.34	29.47	365	272,570.98
C3	15.00	2.00	2.00	0.9510	18	4.731	0.50	1.00	1.00	42.58	29.47	365	458,013.90
C4	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	4.958	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	7.942	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T2S3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.773	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S1	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.066	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	8.189	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
T3S3	3.00	0.00	0.00	0.9510	3	8.896	0.50	1.00	1.00	13.34	29.47	365	143,492.38
C2R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.277	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C2R3	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
C3R2	0.00	0.00	0.00	0.9510	0	11.400	0.50	1.00	1.00	0.00	29.47	365	0.00
Total de EE													876,199.04

36

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 45 se puede apreciar que el número de repeticiones obtenidos es de 876,199.04, esto debido a los vehículos livianos y pesados.

En seguida, es necesario plantear el resumen general de la determinación de ejes equivalentes, tal como se podrá apreciar en la siguiente tabla y figura.

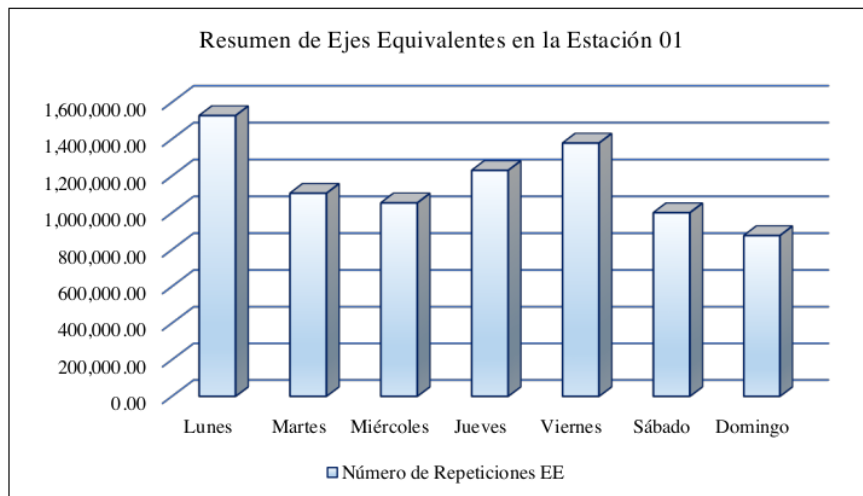
Tabla 46: Resumen General de Ejes Equivalentes Obtenidos.

Número	Día de la Semana	Día	Mes	Año	Número de Repeticiones EE
1	Lunes	26	04	2021	1,527,660.86
2	Martes	27	04	2021	1,106,128.37
3	Miércoles	28	04	2021	1,053,723.36
4	Jueves	29	04	2021	1,230,279.59
5	Viernes	30	04	2021	1,378,475.86
6	Sábado	01	05	2021	1,000,370.87
7	Domingo	02	05	2021	876,199.04

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar en la tabla 46, el día lunes origina generalmente el mayor número de repeticiones con un valor de 1,527,660,86 frente al día domingo que se obtiene el menor valor que es 876,199.04.

Figura 24: Resumen de Ejes Equivalentes en la Estación de Conteo Vehicular.



Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, también se planteará el resumen final de tráfico semanal, para lo cual se podrá ¹ apreciar en la siguiente tabla y figura.

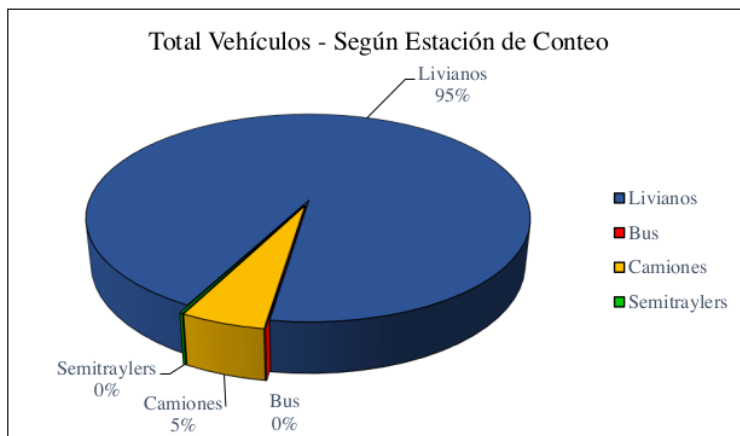
Tabla 47: Resumen de Tráfico Semanal.

Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total de Vehículos	Porcentaje
Livianos	1,018.00	823.00	763.00	904.00	927.00	766.00	619.00	5,820.00	94.62%
Bus	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Camiones	60.00	44.00	42.00	49.00	56.00	38.00	31.00	320.00	5.20%
Semitraylers	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00	11.00	0.18%
Total	1,080.00	868.00	806.00	954.00	984.00	806.00	653.00	6,151.00	100.00%
Total	18%	14%	13%	16%	16%	13%	11%	100%	

Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 47, podemos apreciar que los días lunes hay mayor tránsito vehicular con un 18% con respecto al total de vehículos transitados durante la semana, frente al día domingo que cuenta un 11% de tránsito vehicular frente al total de vehículos en tránsito en la vía de estudio.

Figura 25: Resumen General de Tráfico Semanal Según Tipo de Vehículo.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 25, podemos mencionar que en su mayoría transitan vehículos livianos, a diferencia que los que menos transita son los semi trailers.

4.3. Resistencia a la Compresión.

4.3.1. Resultados de Resistencia a Compresión de la Muestra Patrón a los 3, 7, 14 y 28 Días.

Se puede definir la resistencia a compresión simple del concreto, como una de las características principales referidas a las propiedades mecánicas que presenta como tal. Es decir, la capacidad de soporte que tiene el concreto, respecto a las cargas actuantes, las cuales tienen como representación general en nuestro país como f'_c , y que están expresadas en kg/cm^2 .

El propósito de realizar este ensayo es determinar la calidad del concreto, es decir si ha sido factible el empleo de ciertos insumos, en cantidades óptimas o no.

Por tal razón se ha planteado como objetivo determinar el ensayo a compresión del concreto, haciendo el uso del método ASTM C39/C39M-20.

Asimismo, para ello se ha efectuado 3 especímenes cilíndricos de concreto para cada edad de ensayo, es decir se han ensayado a las siguientes edades: 3, 7, 14 y a los 28 días, haciendo un total de 12 especímenes de la muestra patrón o también llamada muestra estándar.

Los resultados en cuanto a la resistencia a compresión obtenidos para un diseño de mezcla $f'_c=210\text{kg}/\text{cm}^2$, de la muestra patrón, se pueden apreciar en las siguientes tablas.

Tabla 48: Resistencia a Compresión a Distintas Edades del Concreto.

Muestra	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Diámetro Especimen Promedio (mm)	Altura de Especimen (mm)	Área de la Sección Transversal (mm ²)	Carga Máxima (kn)	Resistencia de Especimen (mpa)	Resistencia de Especimen (kg/cm ²)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia	Tipo de Fractura
Z-1	20/05/2021	23/05/2021	3	101.165	205.20	8038.05	181.90	23.20	231.60	210	110%	Tipo 5
Z-2	20/05/2021	23/05/2021	3	101.180	204.70	8040.43	201.80	25.70	256.90	210	122%	Tipo 5
Z-3	20/05/2021	23/05/2021	3	103.190	204.80	8363.06	197.50	25.20	251.50	210	120%	Tipo 2
Z-4	20/05/2021	27/05/2021	7	102.430	204.40	8240.32	291.50	37.10	371.10	210	177%	Tipo 1
Z-5	20/05/2021	27/05/2021	7	102.295	205.00	8218.62	222.40	28.30	283.10	210	135%	Tipo 5
Z-6	20/05/2021	27/05/2021	7	101.065	204.40	8022.16	261.50	33.30	333.00	210	159%	Tipo 5
Z-7	20/05/2021	03/06/2021	14	100.190	205.30	7883.86	330.60	42.10	420.90	210	200%	Tipo 2
Z-8	20/05/2021	03/06/2021	14	100.195	205.10	7884.64	310.00	39.50	394.60	210	188%	Tipo 5
Z-9	20/05/2021	03/06/2021	14	100.190	203.80	7883.86	317.70	40.50	404.50	210	193%	Tipo 3
Z-10	20/05/2021	17/06/2021	28	101.250	204.90	8051.56	369.50	47.00	470.40	210	224%	Tipo 2
Z-11	20/05/2021	17/06/2021	28	101.220	204.00	8046.79	365.60	46.50	465.40	210	222%	Tipo 3
Z-12	20/05/2021	17/06/2021	28	101.490	204.2	8089.77	358.00	45.60	455.80	210	217%	Tipo 3

Fuente: Elaboración Propia.

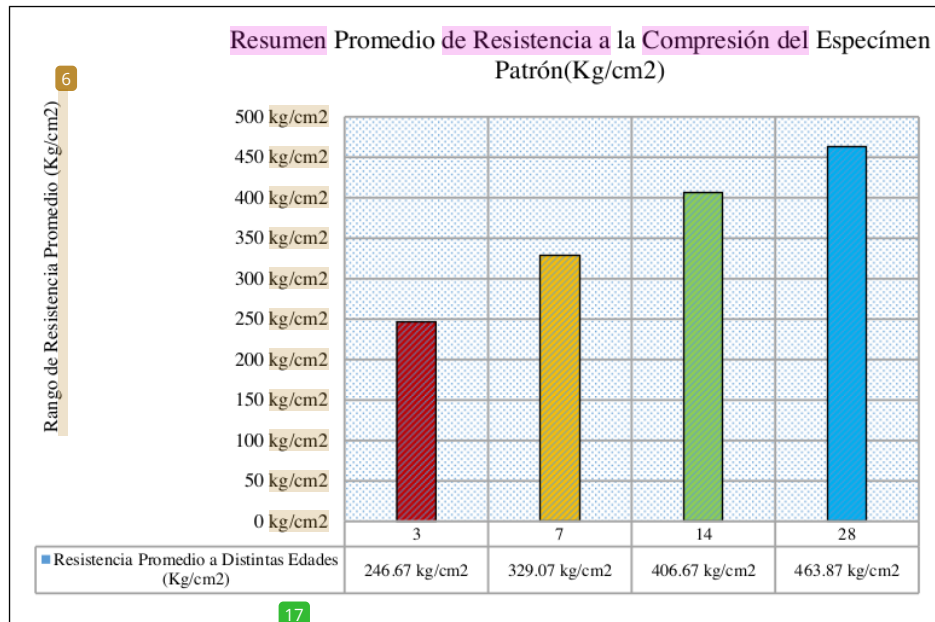
Tabla 49: Resumen de Resistencia a Compresión Promedio a Distintas Edades.

Muestra	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Día)	Resistencia Promedio a Distintas Edades (kg/cm ²)	% Resistencia a Compresión Obtenido
Z1, Z2, Z3	20/05/2021	23/05/2021	3	246.67 kg/cm ²	53.18%
Z4, Z5, Z6	20/05/2021	27/05/2021	7	329.07 kg/cm ²	70.94%
Z7, Z8, Z9	20/05/2021	03/06/2021	14	406.67 kg/cm ²	87.67%
Z10, Z11, Z12	20/05/2021	17/06/2021	28	463.87 kg/cm ²	100%

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, también se puede apreciar el resultado promedio de resistencia a compresión de la muestra patrón ensayada a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, tal como se puede apreciar en la figura 26.

Figura 26: Resumen Promedio de Resistencia a Compresión.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 26, se ha obtenido como resultado el promedio de las diversas variaciones de la resistencia a compresión, esto debido al incremento de resistencia con el paso del tiempo ensayado, es decir que han sido ensayadas para un diseño de mezcla de $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Así alcanzando una $f'c=246.67\text{kg/cm}^2$ a 3 días de edad, una $f'c=329.07\text{kg/cm}^2$ a 7 días de edad, una $f'c=406.67\text{kg/cm}^2$ a 14 días de edad, y finalmente una $f'c=463.87\text{kg/cm}^2$ a 28 días de edad, logrando un incremento del 120.89% a la resistencia de diseño planteada.

Además, se puede observar en la tabla 49 que la muestra patrón de concreto a los 3 días del curado ha alcanzado un 53.18% de la resistencia final a compresión, a los 7 días ha alcanzado un 70.94% de la resistencia final, a los 14 días ha alcanzado un 87.67% de la resistencia final y finalmente a los 28 días ha logrado el 100% de su resistencia a compresión, debido a que días adelante aumenta ligeramente su resistencia.

Figura 27: Porcentaje de Resistencia a Compresión Alcanzado.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 27 podemos definir que la resistencia a compresión de la muestra patrón va en aumento debido al paso del tiempo ensayado, así como es necesario mencionar que días en adelante realizar este tipo de ensayos nos otorgará resistencias ligeramente mayores, debido a que el comportamiento del concreto es casi lineal a partir de este punto.

4.3.2. Resultados de Resistencia a Compresión de la Muestra Patrón + 0.5% de Fibra de Guadua Angustifolia a los 3, 7, 14 y 28 Días.

El propósito de realizar este ensayo es determinar la calidad del concreto al entrar en contacto con el 0.5% de fibra de guadua angustifolia.

En efecto se ha planteado como objetivo determinar el ensayo a compresión del concreto, haciendo el uso del método ASTM C39/C39M-20.

Asimismo, para ello se ha efectuado 3 especímenes cilíndricas de concreto con adición del 0.5% de fibra para cada edad de ensayo, es decir se han ensayado a las siguientes edades: 3, 7, 14 y a los 28 días, haciendo un total de 12 especímenes.

Los resultados en cuanto a la resistencia a compresión obtenidos para un diseño de mezcla $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, de la muestra patrón con adición del 0.5% de fibra, se pueden apreciar en las siguientes tablas.

Tabla 50: Resistencia a Compresión a Distintas Edades del Concreto.

Muestra	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Diámetro Especimen (mm)	Altura de Especimen (mm)	Área de la Sección Transversal (mm ²)	Carga Máxima (kn)	Resistencia de Especimen (mpa)	Resistencia de Especimen (kg/cm ²)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia	Tipo de Fractura
G-1	01/07/2021	04/07/2021	3	102.850	204.91	8308.04	132.76	16.90	169.00	210	80%	Tipo 5
G-2	01/07/2021	04/07/2021	3	102.260	203.96	8212.99	101.80	13.00	129.60	210	62%	Tipo 5
G-3	01/07/2021	04/07/2021	3	104.170	204.25	8522.66	147.44	18.80	187.70	210	89%	Tipo 5
G-4	01/07/2021	08/07/2021	7	101.690	205.67	8121.69	233.21	29.70	296.90	210	141%	Tipo 2
G-5	01/07/2021	08/07/2021	7	101.790	204.02	8137.67	225.84	28.80	287.50	210	137%	Tipo 5
G-6	01/07/2021	08/07/2021	7	102.030	206.34	8176.09	207.68	26.40	264.40	210	126%	Tipo 5
G-7	01/07/2021	15/07/2021	14	102.270	204.12	8214.60	294.31	37.50	374.70	210	178%	Tipo 3
G-8	01/07/2021	15/07/2021	14	103.480	204.38	8410.13	304.93	38.80	388.20	210	185%	Tipo 3
G-9	01/07/2021	15/07/2021	14	102.260	205.22	8212.99	296.24	37.70	377.10	210	180%	Tipo 3
G-10	01/07/2021	29/07/2021	28	102.030	202.48	8176.09	299.08	38.20	381.50	210	182%	Tipo 2
G-11	01/07/2021	29/07/2021	28	101.190	203.36	8042.02	287.38	36.60	365.90	210	174%	Tipo 2
G-12	01/07/2021	29/07/2021	28	101.170	202.72	8038.84	284.07	36.20	361.60	210	172%	Tipo 2

Fuente: Elaboración Propia.

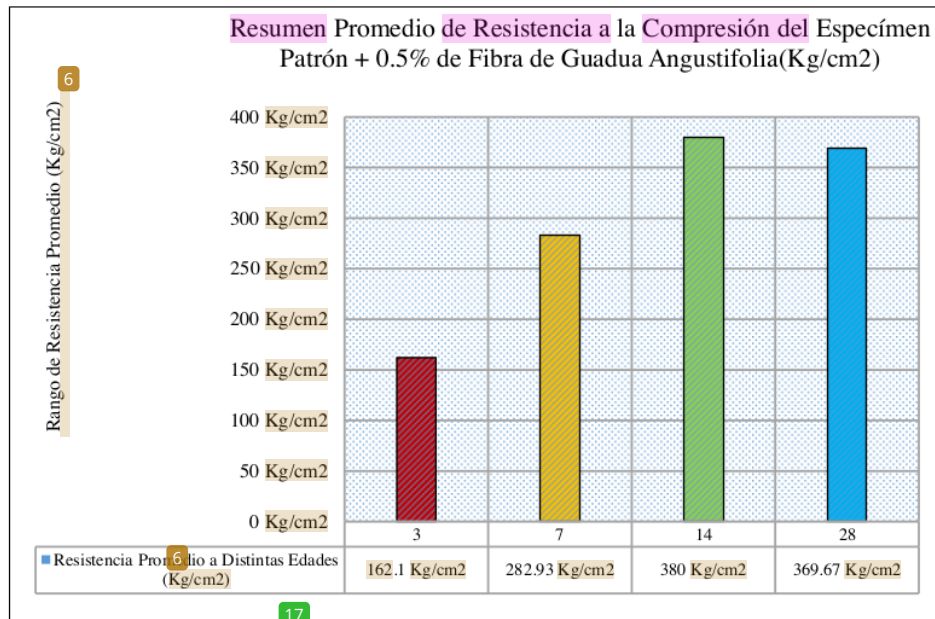
Tabla 51: Resumen de Resistencia a Compresión Promedio a Distintas Edades.

Muestra	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Día)	Resistencia Promedio a Distintas Edades (kg/cm ²)	% Resistencia a Compresión Obtenido
G1, G2, G3	01/07/2021	04/07/2021	3	162.10 kg/cm ²	43.85%
G4, G5, G6	01/07/2021	08/07/2021	7	282.93 kg/cm ²	76.54%
G7, G8, G9	01/07/2021	15/07/2021	14	380.00 kg/cm ²	102.79%
G10, G11, G12	01/07/2021	29/07/2021	28	369.67 kg/cm ²	100%

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, también se puede apreciar el resultado promedio de ²⁸ resistencia a compresión de la muestra patrón con ¹⁷ adición de 0.5% de fibra ensayada a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, tal como se puede apreciar en la figura 28.

²⁶ **Figura 28:** Resumen Promedio de Resistencia a Compresión.

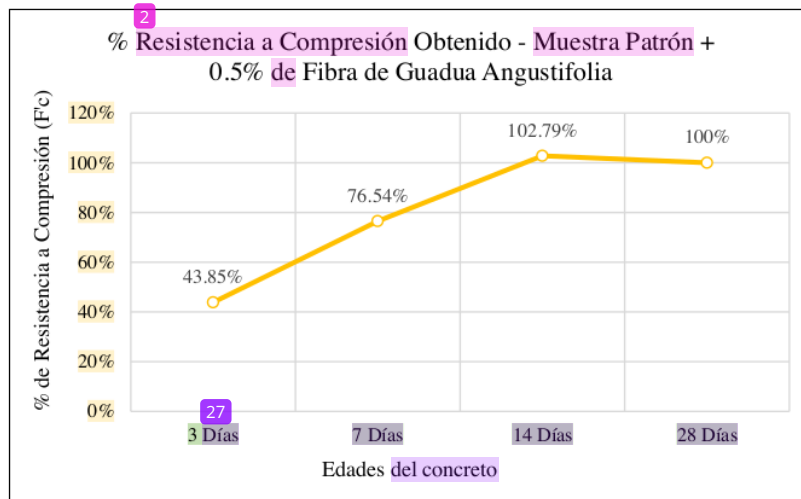


¹⁷ Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 28, se ha obtenido como resultado el promedio de las diversas variaciones de la resistencia a compresión, esto debido al incremento de resistencia con el paso del tiempo ensayado, es decir que han sido ensayadas para un ¹ diseño de mezcla de $f'c=210\text{kg.cm}^2$. Así alcanzando una $f'c=162.1\text{kg/cm}^2$ a 3 días de edad, una $f'c=282.93\text{kg/cm}^2$ a 7 días de edad, una $f'c=380\text{kg/cm}^2$ a 14 días de edad, y finalmente una $f'c=369.67\text{kg/cm}^2$ a 28 días de edad, logrando un incremento del 76.03% a la resistencia de diseño planteada.

Además, se puede observar en la tabla 51 que la muestra patrón de concreto con adición del 0.5% de fibra de guadua angustifolia a los 3 días del curado ha alcanzado un 43.85% de la resistencia final a compresión, a los 7 días ha alcanzado un 76.54% de la resistencia final, a los 14 días ha alcanzado un 102.79% de la resistencia final y finalmente a los 28 días ha logrado el 100% de su resistencia a compresión, debido a que días adelante aumenta ligeramente su resistencia.

Figura 29: Porcentaje de Resistencia a Compresión Alcanzado.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 29 podemos definir que la resistencia a compresión de la muestra patrón con adición del 0.5% de fibra de guadua angustifolia va en aumento debido al paso del tiempo ensayado, así como es necesario mencionar que días en adelante realizar este tipo de ensayos nos otorgará resistencias ligeramente mayores, debido a que el comportamiento del concreto es casi lineal a partir de este punto.

4.3.3. Resultados de Resistencia a Compresión de la Muestra Patrón + 1.0% de Fibra de Guadua Angustifolia a los 3, 7, 14 y 28 Días.

El propósito de realizar este ensayo es determinar la calidad del concreto al entrar en contacto con el 1.0% de fibra de guadua angustifolia.

En efecto se ha planteado como objetivo determinar el ensayo a compresión del concreto, haciendo el uso del método ASTM C39/C39M-20.

Asimismo, para ello se ha efectuado 3 especímenes cilíndricos de concreto con adición del 1.0% de fibra para cada edad de ensayo, es decir se han ensayado a las siguientes edades: 3, 7, 14 y a los 28 días, haciendo un total de 12 especímenes.

Los resultados en cuanto a la resistencia a compresión obtenidos para un diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$, de la muestra patrón con adición del 1.0% de fibra, se pueden apreciar en las siguientes tablas.

Tabla 52: Resistencia a Compresión a Distintas Edades del Concreto.

Muestra	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Diámetro Especimen Promedio (mm)	Altura de Especimen (mm)	Área de la Sección Transversal (mm ²)	Carga Máxima (kn)	Resistencia de Especimen (mpa)	Resistencia de Especimen (kg/cm ²)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia	Tipo de Fractura
Z-1	30/06/2021	03/07/2021	3	101.660	206.11	8116.90	112.47	14.30	143.20	210	68%	Tipo 1
Z-2	30/06/2021	03/07/2021	3	102.950	205.51	8324.20	108.37	13.80	137.90	210	66%	Tipo 1
Z-3	30/06/2021	03/07/2021	3	103.800	205.19	8462.23	117.13	14.90	149.10	210	71%	Tipo 1
Z-4	30/06/2021	07/07/2021	7	101.240	205.96	8049.97	208.10	26.50	264.90	210	126%	Tipo 3
Z-5	30/06/2021	07/07/2021	7	102.960	204.58	8325.82	213.97	27.20	272.40	210	130%	Tipo 1
Z-6	30/06/2021	07/07/2021	7	101.570	204.66	8102.53	172.91	22.00	220.10	210	105%	Tipo 1
Z-7	30/06/2021	14/07/2021	14	103.180	204.37	8361.44	258.74	32.90	329.40	210	157%	Tipo 1
Z-8	30/06/2021	14/07/2021	14	102.100	205.89	8187.31	247.86	31.60	315.50	210	150%	Tipo 5
Z-9	30/06/2021	14/07/2021	14	102.530	204.81	8256.42	241.19	30.70	307.10	210	146%	Tipo 3
Z-10	30/06/2021	28/07/2021	28	101.630	203.18	8112.11	255.74	32.60	325.60	210	155%	Tipo 5
Z-11	30/06/2021	28/07/2021	28	102.190	202.26	8201.75	217.68	27.70	277.10	210	132%	Tipo 1
Z-12	30/06/2021	28/07/2021	28	102.170	202.2	8198.54	290.43	37.00	369.80	210	176%	Tipo 2

Fuente: Elaboración Propia.

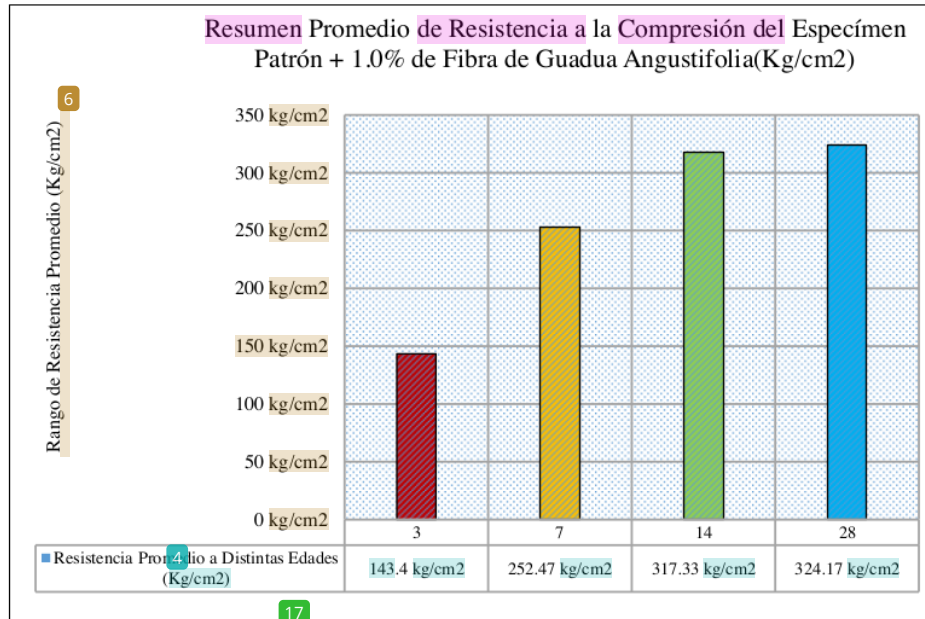
Tabla 53: Resumen de Resistencia a Compresión Promedio a Distintas Edades.

Muestra	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Día)	Resistencia Promedio a Distintas Edades (kg/cm2)	% Resistencia a Compresión Obtenido
Z1, Z2, Z3	30/06/2021	03/07/2021	3	143.40 kg/cm2	44.24%
Z4, Z5, Z6	30/06/2021	07/07/2021	7	252.47 kg/cm2	77.88%
Z7, Z8, Z9	30/06/2021	14/07/2021	14	317.33 kg/cm2	97.89%
Z10, Z11, Z12	30/06/2021	28/07/2021	28	324.17 kg/cm2	100%

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, también se puede apreciar el resultado promedio de resistencia a compresión de la muestra patrón con adición de 1.0% de fibra ensayada a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, tal como se puede apreciar en la figura 30.

Figura 30: Resumen Promedio de Resistencia a Compresión.

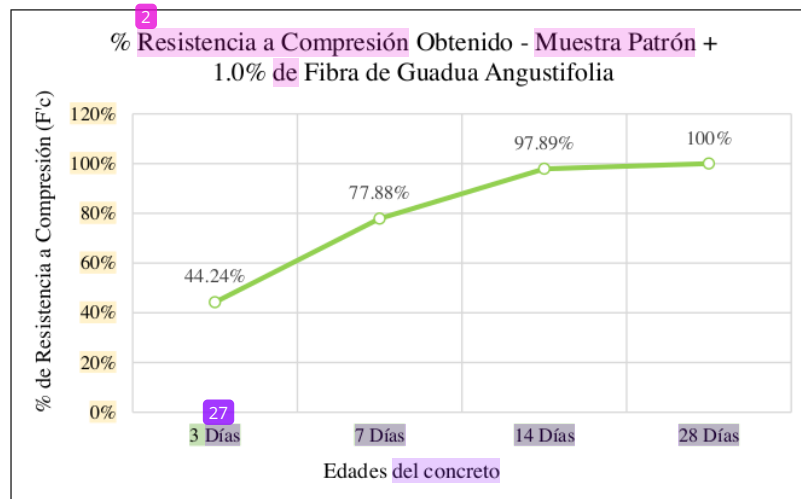


Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 30, se ha obtenido como resultado el promedio de las diversas variaciones de la resistencia a compresión, esto debido al incremento de resistencia con el paso del tiempo ensayado, es decir que han sido ensayadas para un diseño de mezcla de $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Así alcanzando una $f'c=143.4\text{kg/cm}^2$ a 3 días de edad, una $f'c=252.47\text{kg/cm}^2$ a 7 días de edad, una $f'c=317.33\text{kg/cm}^2$ a 14 días de edad, y finalmente una $f'c=324.17\text{kg/cm}^2$ a 28 días de edad, logrando un incremento del 49.60% a la resistencia de diseño planteada.

Además, se puede observar en la tabla 53 que la muestra patrón de concreto con adición del 1.0% de fibra de guadua angustifolia a los 3 días del curado ha alcanzado un 44.24% de la resistencia final a compresión, a los 7 días ha alcanzado un 77.88% de la resistencia final, a los 14 días ha alcanzado un 97.89% de la resistencia final y finalmente a los 28 días ha logrado el 100% de su resistencia a compresión, debido a que días adelante aumenta ligeramente su resistencia.

Figura 31: Porcentaje de Resistencia a Compresión Alcanzado.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 31 podemos definir que la resistencia a compresión de la muestra patrón con adición del 1.0% de fibra de guadua angustifolia va en aumento debido al paso del tiempo ensayado, así como es necesario mencionar que días en adelante realizar este tipo de ensayos nos otorgará resistencias ligeramente mayores, debido a que el comportamiento del concreto es casi lineal a partir de este punto.

4.3.4. Resultados de Resistencia a Compresión de la Muestra Patrón + 1.5% de Fibra de Guadua Angustifolia a los 3, 7, 14 y 28 Días.

El propósito de realizar este ensayo es determinar la calidad del concreto al entrar en contacto con el 1.5% de fibra de guadua angustifolia.

En efecto se ha planteado como objetivo determinar el ensayo a compresión del concreto, haciendo el uso del método ASTM C39/C39M-20.

Asimismo, para ello se ha efectuado 3 especímenes cilíndricas de concreto con adición del 1.5% de fibra para cada edad de ensayo, es decir se han ensayado a las siguientes edades: 3, 7, 14 y a los 28 días, haciendo un total de 12 especímenes.

Los resultados en cuanto a la resistencia a compresión obtenidos para un diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$, de la muestra patrón con adición del 1.5% de fibra, se pueden apreciar en las siguientes tablas.

Tabla 54: Resistencia a Compresión a Distintas Edades del Concreto.

Muestra	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Diámetro Especimen (mm)	Altura de Especimen (mm)	Área de la Sección Transversal (mm ²)	Carga Máxima (kn)	Resistencia de Especimen (mpa)	Resistencia de Especimen (kg/cm ²)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia	Tipo de Fractura
PP-1	24/06/2021	27/06/2021	3	99.750	204.89	7814.76	116.66	14.90	148.50	210	71%	Tipo 1
PP-2	24/06/2021	27/06/2021	3	100.520	205.27	7935.88	126.79	16.10	161.40	210	77%	Tipo 1
PP-3	24/06/2021	27/06/2021	3	99.660	205.73	7800.67	108.44	13.80	138.00	210	66%	Tipo 1
PP-4	24/06/2021	01/07/2021	7	100.460	204.33	7926.40	182.10	22.80	228.20	210	109%	Tipo 3
PP-5	24/06/2021	01/07/2021	7	99.890	206.32	7836.71	200.15	25.50	254.80	210	121%	Tipo 1
PP-6	24/06/2021	01/07/2021	7	99.470	206.33	7770.95	178.29	22.70	227.00	210	108%	Tipo 1
PP-7	24/06/2021	08/07/2021	14	103.220	203.62	8367.92	197.26	25.10	251.10	210	120%	Tipo 1
PP-8	24/06/2021	08/07/2021	14	102.600	204.56	8267.70	172.97	22.00	220.20	210	105%	Tipo 5
PP-9	24/06/2021	08/07/2021	14	102.130	204.25	8192.12	227.24	28.90	289.30	210	138%	Tipo 3
PP-10	24/06/2021	22/07/2021	28	102.660	204.18	8277.37	243.39	31.00	309.90	210	148%	Tipo 5
PP-11	24/06/2021	22/07/2021	28	102.820	205.68	8303.19	238.72	30.40	303.90	210	145%	Tipo 1
PP-12	24/06/2021	22/07/2021	28	102.190	205.2	8201.75	249.02	31.70	317.00	210	151%	Tipo 2

Fuente: Elaboración Propia.

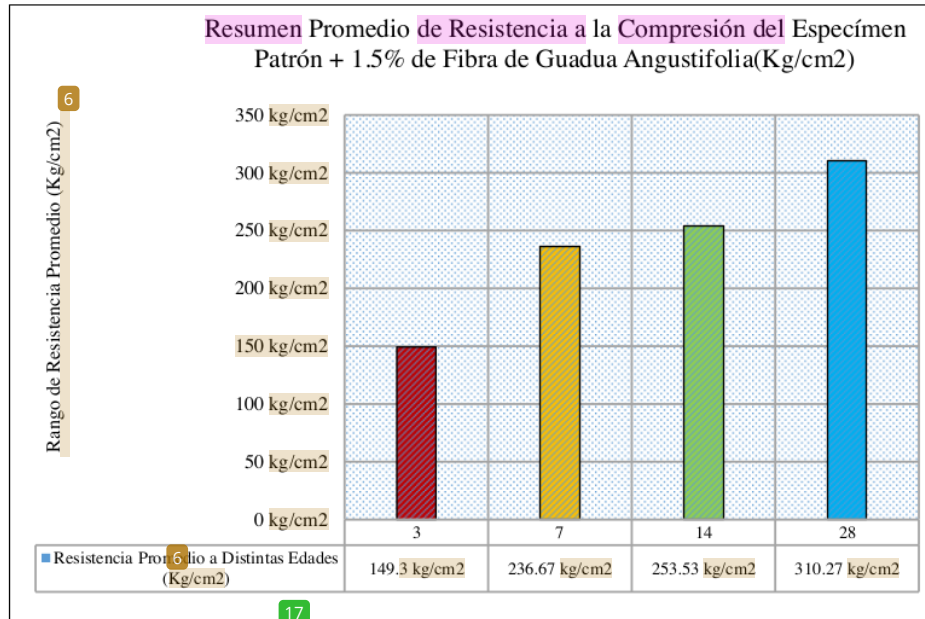
Tabla 55: Resumen de Resistencia a Compresión Promedio a Distintas Edades.

Muestra	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Día)	Resistencia Promedio a Distintas Edades (kg/cm ²)	% Resistencia a Compresión Obtenido
PP1, PP2, PP3	24/06/2021	27/06/2021	3	149.30 kg/cm ²	48.12%
PP4, PP5, PP6	24/06/2021	01/07/2021	7	236.67 kg/cm ²	76.28%
PP7, PP8, PP9	24/06/2021	08/07/2021	14	253.53 kg/cm ²	81.71%
PP10, PP11, PP12	24/06/2021	22/07/2021	28	310.27 kg/cm ²	100%

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, también se puede apreciar el resultado promedio de resistencia a compresión de la muestra patrón con adición de 1.5% de fibra ensayada a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, tal como se puede apreciar en la figura 32.

Figura 32: Resumen Promedio de Resistencia a Compresión.

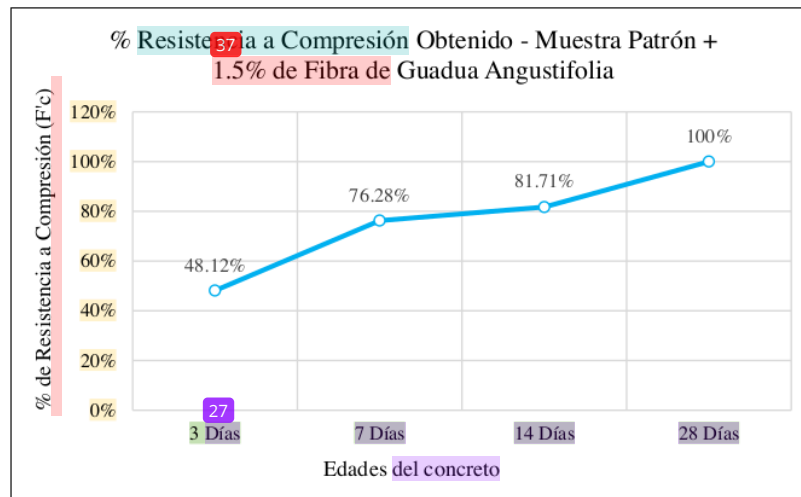


Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 32, se ha obtenido como resultado el promedio de las diversas variaciones de la resistencia a compresión, esto debido al incremento de resistencia con el paso del tiempo ensayado, es decir que han sido ensayadas para un diseño de mezcla de $f'c=210\text{kg.cm}^2$. Así alcanzando una $f'c=149.3\text{kg/cm}^2$ a 3 días de edad, una $f'c=236.67\text{kg/cm}^2$ a 7 días de edad, una $f'c=253.53\text{kg/cm}^2$ a 14 días de edad, y finalmente una $f'c=310.27\text{kg/cm}^2$ a 28 días de edad, logrando un incremento del 47.75% a la resistencia de diseño planteada.

Además, se puede observar en la tabla 55 que la muestra patrón de concreto con adición del 1.5% de fibra de guadua angustifolia a los 3 días del curado ha alcanzado un 48.12% de la resistencia final a compresión, a los 7 días ha alcanzado un 76.28% de la resistencia final, a los 14 días ha alcanzado un 81.71% de la resistencia final y finalmente a los 28 días ha logrado el 100% de su resistencia a compresión, debido a que días adelante aumenta ligeramente su resistencia.

Figura 33: Porcentaje de Resistencia a Compresión Alcanzado.



Fuente: Elaboración Propia.

Según la figura 33 podemos definir que la resistencia a compresión de la muestra patrón con adición del 1.5% de fibra de guadua angustifolia va en aumento debido al paso del tiempo ensayado, así como es necesario mencionar que días en adelante realizar este tipo de ensayos nos otorgará resistencias ligeramente mayores, debido a que el comportamiento del concreto es casi lineal a partir de este punto.

Según la tabla de datos y figuras analizados anteriormente se ha podido ver el cambio de la resistencia a compresión (f^c) de los diferentes especímenes, así como a diferentes edades, y ver la evolución de las resistencias sometidas a compresión, según la adición de fibras de guadua angustifolia. Por otra parte, nos obliga a realizar las comparaciones de la muestra patrón con respecto a la muestra patrón con adición de las fibras, debido a al cambio de edades, por ende, se pretende plantear en las siguientes tablas y figuras.

4.4. Análisis Comparativo de ² Resistencia a la Compresión de los Diferentes Especímenes de concreto.

Las presentes tablas y figuras que están dentro de este ítem, están sujetas a la comparación de ² resistencia a compresión del espécimen patrón con la de la muestra ⁵ patrón con adición de la fibra de guadua angustifolia en proporciones del 0.5%, 1.0% y 1.5%.

Las cuales son un ente importante a tener en cuenta para así poder apreciar las diferencias entre estas. Asimismo, la comparación está en función a las edades 3, 7, 14 y 28 días de ensayo.

² 4.4.1. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión Obtenidas por las Muestras de Concretos Cilíndricas a la Edad de 3 Días.

Según la tabla 56 podemos afirmar que la muestra patrón presenta el mayor valor de f^c equivalente a 246.67kg/cm², seguido por la muestra ² patrón con adición del 0.5% de fibra, obteniendo un valor de f^c =162.1kg/cm², en tercer lugar, ocupado por la muestra ² patrón con adición del 1.5% de fibra, adquiriendo un f^c =149.3kg/cm² y finalmente

la muestra patrón con adición del 1.0% alcanzando un $f'c=143.4\text{kg/cm}^2$, la cual es menor frente a las otras proporciones antes mencionadas.

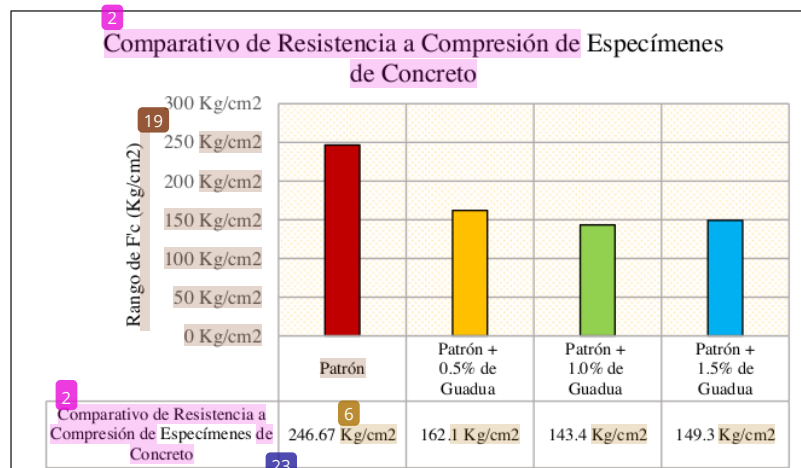
Tabla 56: Comparativo de Resistencia a Compresión a 3 Días de Ensayo.

Comparativo de Resistencia a Compresión de Especímenes de Concreto		
Muestra	Edad (Días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
Patrón	3	246.67 kg/cm ²
Patrón + 0.5% de Guadua	3	162.1 kg/cm ²
Patrón + 1.0% de Guadua	3	143.4 kg/cm ²
Patrón + 1.5% de Guadua	3	149.3 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

De este modo, podemos apreciar en la figura 34 las comparaciones de los resultados adquiridos a los 3 días de ensayo, las cuales fueron diseñadas para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Figura 34: Comparación de Resistencia a Compresión de Testigos.



Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión Obtenidas por las Muestras de Concretos Cilíndricas a la Edad de 7 Días.

Según la tabla 57 podemos afirmar que la muestra patrón presenta el mayor valor de $f'c$ equivalente a 329.07kg/cm^2 , seguido por la muestra

patrón con adición del 0.5% de fibra, obteniendo un valor de $f'c=282.93\text{kg/cm}^2$, en tercer lugar, ocupado por la muestra patrón con adición del 1.0% de fibra, adquiriendo un $f'c=252.47\text{kg/cm}^2$ y finalmente la muestra patrón con adición del 1.5% alcanzando un $f'c=236.67\text{kg/cm}^2$, la cual es menor frente a las otras proporciones ya mencionadas.

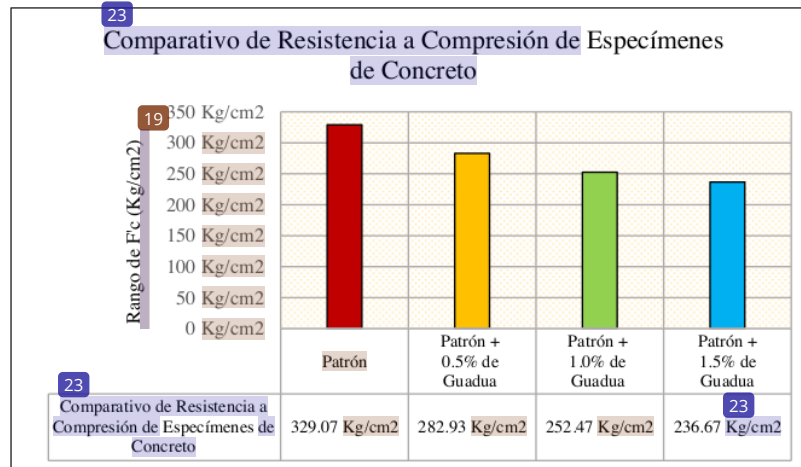
Tabla 57: *Comparativo de Resistencia a Compresión a 7 Días de Ensayo.*

Comparativo de Resistencia a Compresión de Especímenes de Concreto		
Muestra	Edad (Días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
Patrón	7	329.07 kg/cm ²
Patrón + 0.5% de Guadua	7	282.93 kg/cm ²
Patrón + 1.0% de Guadua	7	252.47 kg/cm ²
Patrón + 1.5% de Guadua	7	236.67 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

De este modo, podemos apreciar en la figura 35 las comparaciones de los resultados adquiridos a los 7 días de ensayo, las cuales fueron diseñadas para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Figura 35: *Comparación de Resistencia a Compresión de Testigos.*



Fuente: Elaboración Propia.

4.4.3. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión Obtenidas por las Muestras de Concretos Cilíndricas a la Edad de 14 Días.

Según la tabla 58 podemos afirmar que la muestra patrón presenta el mayor valor de $f'c$ equivalente a 406.67kg/cm², seguido por la muestra patrón con adición del 0.5% de fibra, obteniendo un valor de $f'c=380.00$ kg/cm², en tercer lugar, ocupado por la muestra patrón con adición del 1.0% de fibra, adquiriendo un $f'c=317.33$ kg/cm² y finalmente la muestra patrón con adición del 1.5% alcanzando un $f'c=253.33$ kg/cm², la cual es menor frente a las otras proporciones ya mencionadas.

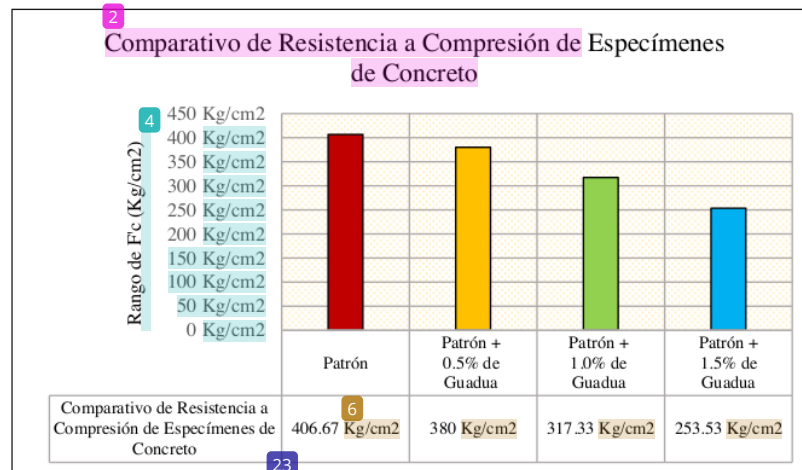
Tabla 58: Comparativo de Resistencia a Compresión a 14 Días de Ensayo.

Comparativo de Resistencia a Compresión de Especímenes de Concreto		
Muestra	Edad (Días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
Patrón	14	406.67 kg/cm ²
Patrón + 0.5% de Guadua	14	380.00 kg/cm ²
Patrón + 1.0% de Guadua	14	317.33 kg/cm ²
Patrón + 1.5% de Guadua	14	253.33 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

De este modo, podemos apreciar en la figura 36 las comparaciones de los resultados adquiridos a los 14 días de ensayo, las cuales fueron diseñadas para un $f'c=210$ kg/cm².

Figura 36: Comparación de Resistencia a Compresión de Testigos.



Fuente: Elaboración Propia.

4.4.4. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión Obtenidas por las Muestras de Concretos Cilíndricas a la Edad de 28 Días.

Según la tabla 59, la muestra patrón presenta el mayor valor de $f'c$ equivalente a 463.87kg/cm², seguido por la muestra patrón con adición del 0.5% de fibra, obteniendo un valor de $f'c=369.67$ kg/cm², en tercer lugar, ocupado por la muestra patrón con adición del 1.0% de fibra, adquiriendo un $f'c=324.17$ kg/cm² y finalmente la muestra patrón con adición del 1.5% alcanzando un $f'c=310.27$ kg/cm², es decir la menor.

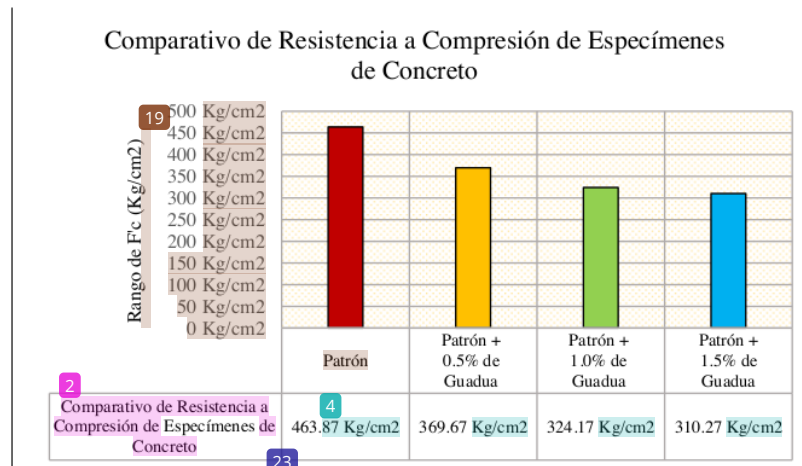
28 6
Tabla 59: Comparativo de Resistencia a Compresión a 28 Días de Ensayo.

Comparativo de Resistencia a Compresión de Especímenes de Concreto		
Muestra	Edad (Días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
Patrón	28	463.87 kg/cm ²
Patrón + 0.5% de Guadua	28	369.67 kg/cm ²
Patrón + 1.0% de Guadua	28	324.17 kg/cm ²
Patrón + 1.5% de Guadua	28	310.27 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

De este modo, podemos apreciar en la figura 37 las comparaciones de los resultados adquiridos a los 28 días de ensayo, las cuales fueron diseñadas para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Figura 37: Comparación de Resistencia a Compresión de Testigos.



Fuente: Elaboración Propia.

4.5. Análisis Comparativo de Valores de Resistencia a Compresión de los Diferentes Especímenes de Concreto.

Al igual que las tablas y figuras analizados anteriormente, es indispensable realizar la comparación de resultados en términos porcentuales, las cuales se han tomado como referencia que el $f'c$ adquirido a los 28 días fue de 463.87kg/cm^2 , la cual es equivalente al 100% obtenido como valor máximo según el ensayo realizado, esto con respecto a la muestra patrón.

4.5.1. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión de Muestras Cilíndricas de Concreto a la Edad de 3 Días, Expresadas en %.

En la tabla 60 se puede apreciar la descendencia de valores obtenidos a la edad de 3 días, las cuales se han obtenido en el siguiente orden: Muestra patrón con $f^c=53.18\%$, seguida por la Muestra Patrón con adición del 0.5% de Fibra logrando un $f^c=34.95\%$, en tercer lugar, la Muestra Patrón con adición del 1.5% de Fibra adquiriendo un $f^c=32.19\%$ y finalmente la Muestra Patrón con adición del 1.0% de Fibra obteniendo un $f^c=30.91\%$, es decir la menor a las demás mencionadas.

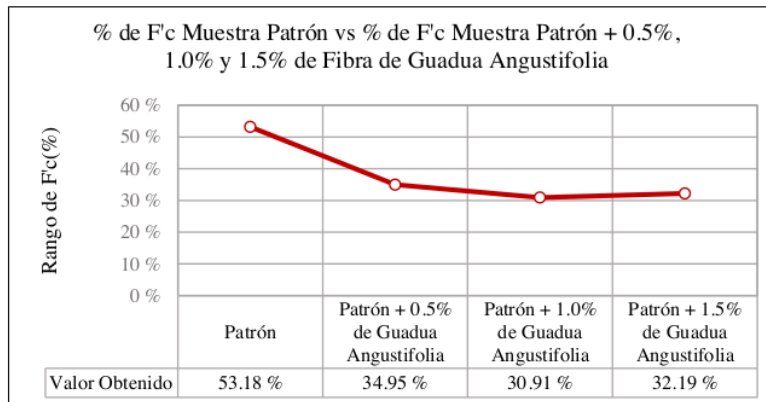
Tabla 60: *Valores Porcentuales de Resistencia a Compresión Edad 3 Días.*

% de Resistencia a Compresión de Especímenes de Concreto		
Muestra	Edad (Días)	f^c Promedio (%)
Patrón	3	53.18 %
Patrón + 0.5% de Guadua Angustifolia	3	34.95 %
Patrón + 1.0% de Guadua Angustifolia	3	30.91 %
Patrón + 1.5% de Guadua Angustifolia	3	32.19 %

Fuente: Elaboración Propia.

Asimismo, es preciso analizar estos valores, tal como se puede apreciar en la siguiente figura, es decir el comportamiento descendente de la línea, según los valores de la tabla 60.

Figura 38: *Valor Adquirido de Resistencia a Compresión.*



Fuente: Elaboración Propia.

23

4.5.2. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión de Muestras Cilíndricas de Concreto a la Edad de 7 Días, Expresadas en %.

En la tabla 61 se puede apreciar la descendencia de valores obtenidos a la edad de 7 días, las cuales tienen el siguiente orden: Muestra patrón con $f^c=70.94\%$, seguida por la Muestra Patrón con adición del 0.5% de Fibra logrando un $f^c=60.99\%$, en tercer lugar, la Muestra Patrón con adición del 1.0% de Fibra adquiriendo un $f^c=54.43\%$ y finalmente la Muestra Patrón con adición del 1.5% obteniendo un $f^c=51.02\%$, es decir el menor.

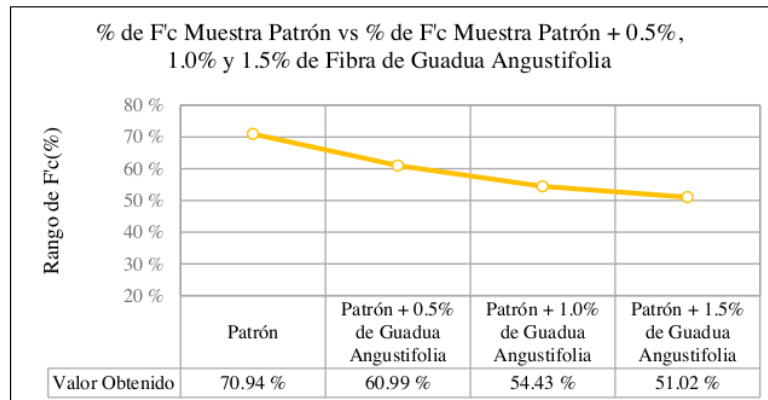
Tabla 61: Valores Porcentuales de Resistencia a Compresión Edad 7 Días.

% de Resistencia a Compresión de Especímenes de Concreto		
Muestra	Edad (Días)	f^c Promedio (%)
Patrón	7	70.94 %
Patrón + 0.5% de Guadua Angustifolia	7	60.99 %
Patrón + 1.0% de Guadua Angustifolia	7	54.43 %
Patrón + 1.5% de Guadua Angustifolia	7	51.02 %

Fuente: Elaboración Propia.

Asimismo, analizaremos estos valores en la figura 39, es decir el comportamiento descendente de la línea, según los datos de la tabla 61.

Figura 39: Valor Adquirido de Resistencia a Compresión.



Fuente: Elaboración Propia.

4.5.3. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión de Muestras Cilíndricas de Concreto a la Edad de 14 Días, Expresadas en %.

En la tabla 62 se puede apreciar la descendencia de valores obtenidos a la edad de 14 días, las cuales tienen el siguiente orden: Muestra patrón con $f^c=87.67\%$, seguida por la Muestra Patrón con adición del 0.5% de Fibra logrando un $f^c=81.92\%$, en tercer lugar, la Muestra Patrón con adición del 1.0% de Fibra adquiriendo un $f^c=68.41\%$ y finalmente la Muestra Patrón con adición del 1.5% obteniendo un $f^c=54.66\%$, es decir el menor.

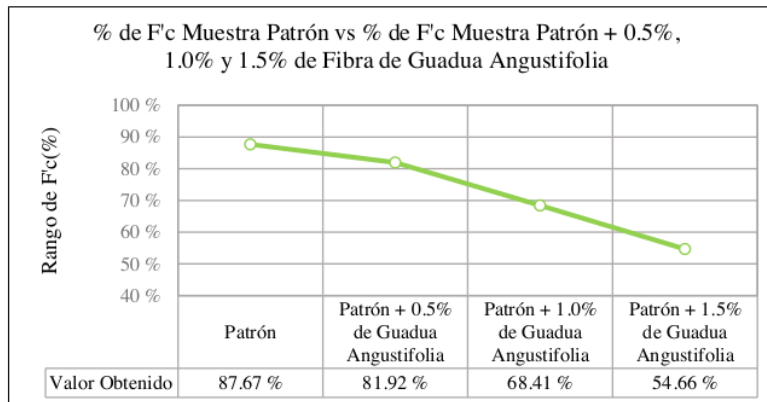
Tabla 62: Valores Porcentuales de Resistencia a Compresión Edad 14 Días.

% de Resistencia a Compresión de Especímenes de Concreto		
Muestra	Edad (Días)	f^c Promedio (%)
Patrón	14	87.67 %
Patrón + 0.5% de Guadua Angustifolia	14	81.92 %
Patrón + 1.0% de Guadua Angustifolia	14	68.41 %
Patrón + 1.5% de Guadua Angustifolia	14	54.66 %

Fuente: Elaboración Propia.

Asimismo, analizaremos estos valores en la figura 40, es decir el comportamiento descendente de la línea, según los datos de la tabla 62.

Figura 40: Valor Adquirido de Resistencia a Compresión.



Fuente: Elaboración Propia.

²³ **4.5.4. Resultados Comparativos de Resistencia a Compresión de Muestras**

Cilíndricas de Concreto a la Edad de 28 Días, Expresadas en %.

En la tabla 63 se puede apreciar la descendencia de valores obtenidos a la edad de 28 días, las cuales tienen el siguiente orden: Muestra patrón con $f^c=100\%$, seguida por la Muestra Patrón con adición del 0.5% de Fibra logrando un $f^c=79.69\%$, en tercer lugar, la Muestra Patrón con adición del 1.0% de Fibra adquiriendo un $f^c=69.88\%$ y finalmente la Muestra Patrón con adición del 1.5% obteniendo un $f^c=66.89\%$, es decir el menor.

² **Tabla 63:** *Valores Porcentuales de Resistencia a Compresión Edad 28 Días.*

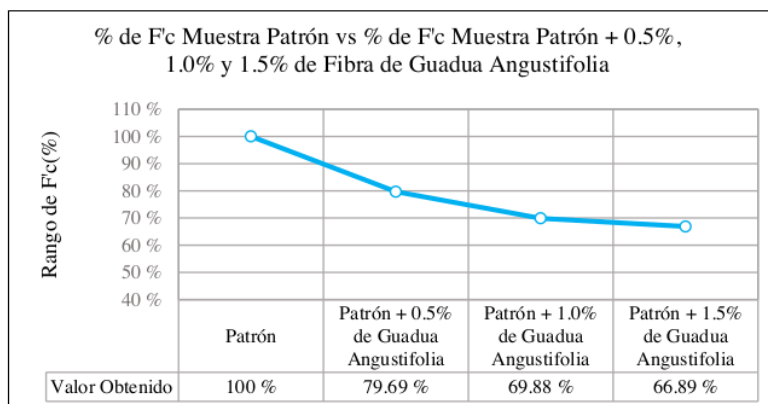
⁶

% de Resistencia a Compresión de Especímenes de Concreto		
Muestra	Edad (Días)	f^c Promedio (%)
Patrón	28	100.00 %
Patrón + 0.5% de Guadua Angustifolia	28	79.69 %
Patrón + 1.0% de Guadua Angustifolia	28	69.88 %
Patrón + 1.5% de Guadua Angustifolia	28	66.89 %

Fuente: Elaboración Propia.

Asimismo, analizaremos estos valores en la figura 41, es decir el comportamiento descendente de la línea, según los datos de la tabla 63.

Figura 41: *Valor Adquirido de Resistencia a Compresión.*



Fuente: Elaboración Propia.

4.5.5. Resumen General Promedio de Valores Adquiridos Durante los 3, 7, 14 Y 28 Días de Ensayo, Muestra Patrón vs Muestra Patrón + 0.5%, 1.0% y 1.5% de Fibras de Guadua Angustifolia.

En resumen, al igual que los datos expuestos precedentemente, es de suma importancia mostrar los valores obtenidos, es decir expresados la ¹resistencia a compresión($f'c$), en kg/cm^2 y en términos de %, tanto en tabla y figura.

Tabla 64: Resumen General de Resistencia a compresión Según ⁶Días de Ensayo.

Resumen de Resistencia a Compresión de Especímenes de Concreto				
Muestra	Resistencia Promedio (kg/cm^2)			
	Edad			
	⁴ 3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
Patrón	246.6 kg/cm^2	329.1 kg/cm^2	406.7 kg/cm^2	463.9 kg/cm^2
Patrón + 0.5% de Guadua Angustifolia	162.1 kg/cm^2	282.9 kg/cm^2	380 kg/cm^2	369.7 kg/cm^2
Patrón + 1.0% de Guadua Angustifolia	143.6 kg/cm^2	252.5 kg/cm^2	317.3 kg/cm^2	324.2 kg/cm^2
Patrón + 1.5% de Guadua Angustifolia	149.3 kg/cm^2	236.7 kg/cm^2	253.5 kg/cm^2	310.3 kg/cm^2

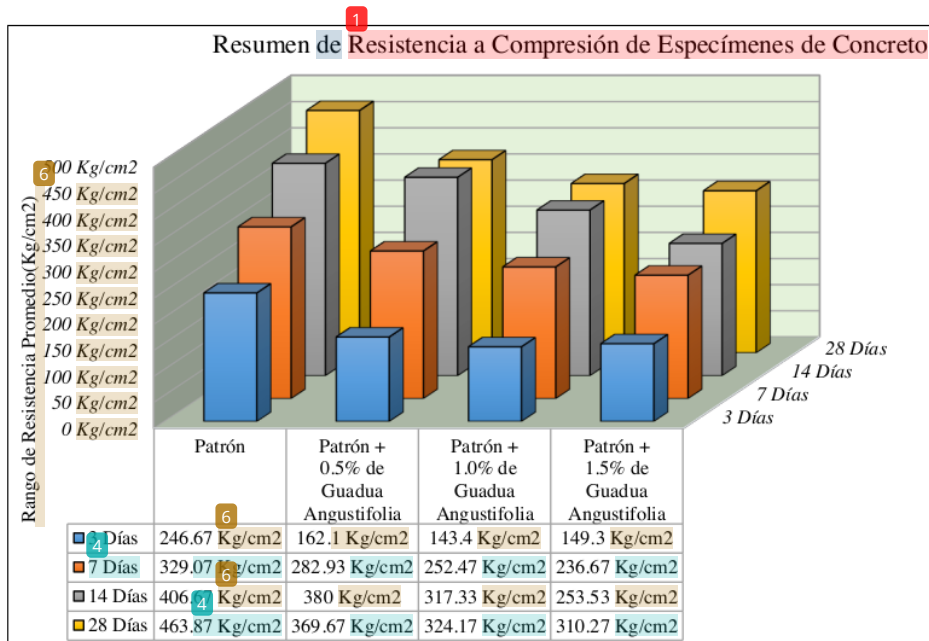
Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 64 podemos apreciar que la muestra patrón presenta la mayor ¹resistencia a compresión, logrando un $f'c=463.9kg/cm^2$, esto a los 28 días, frente al menor valor alcanzado por la muestra patrón ⁵con adición del 1.5% de fibra de guadua angustifolia logrando un $f'c=310.3kg/cm^2$, esto también adoptado a los 28 días, las cuales ambas han sido diseñadas para un $f'c=210kg/cm^2$. Pero sin embargo podemos mencionar que ³⁷también la muestra patrón con adición del 1.5% de fibra también supera la resistencia a compresión a la que fue diseñada.

Por otro lado, se tiene los valores alcanzados a la edad de 3 días de ensayo, las cuales tuvieron los siguientes valores: Muestra patrón con un $f'c=246.7kg/cm^2$, frente al menor valor alcanzado por la muestra patrón

con adición del 1.0% que presentó un $f'c=143.4\text{kg/cm}^2$, es decir la cual es inferior en su comportamiento con respecto a los demás especímenes.

Figura 42: Resumen General de valores de Resistencia a Compresión a Diferentes Edades.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior se puede apreciar claramente la evolución de resultados de los diferentes especímenes de concreto, es decir el comportamiento ascendente de la resistencia a compresión, debido al cambio de edades que han sido ensayadas.

También es oportuno evaluar los valores anteriores en términos de %, la cual estará detallada en la tabla 65, ya que así nos permitirá tener mayor conocimiento del incremento de resistencia que ha adquirido cada espécimen.

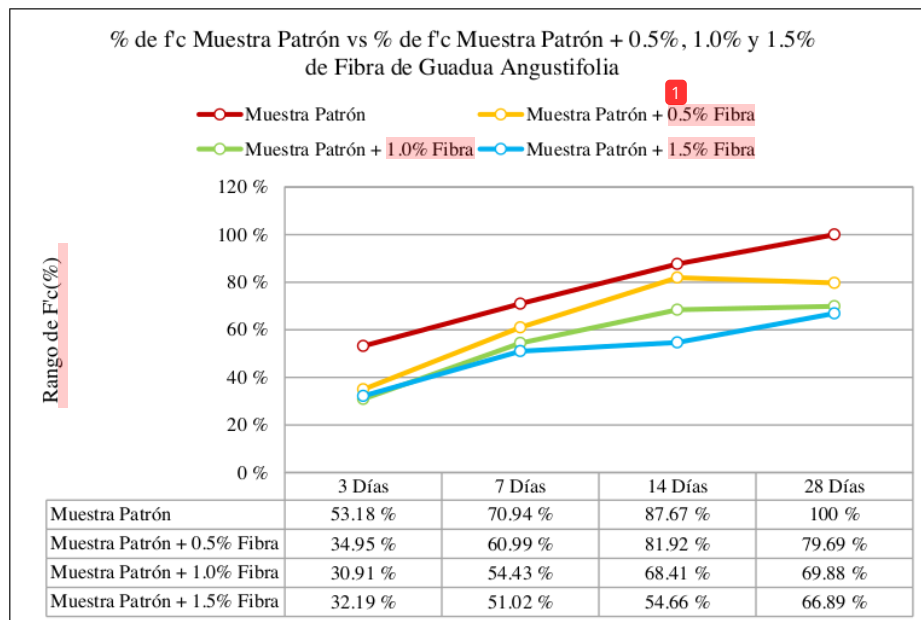
Tabla 65: Resumen General de Resistencia a compresión Según Días de Ensayo $f'c$ (%).

Resumen de Resistencia a Compresión de Especímenes de Concreto				
Muestra	Resistencia Promedio (%)			
	Edad			
	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
Patrón	53.18 %	70.94 %	87.67 %	100 %
Patrón + 0.5% de Guadua Angustifolia	34.95 %	60.99 %	81.92 %	79.69 %
Patrón + 1.0% de Guadua Angustifolia	30.91 %	54.43 %	68.41 %	69.88 %
Patrón + 1.5% de Guadua Angustifolia	32.19 %	51.02 %	54.66 %	66.89 %

Fuente: Elaboración Propia.

Además, según la tabla 65 se puede definir, el valor mayor adquirido respecto a la resistencia a compresión $f'c$ (%), que fue a los 28 días ocupada por la muestra patrón mostrando un $f'c=100%$, frente al menor valor menor alcanzado por la muestra patrón con adición del 1.0% de fibra de guadua angustifolia logrando un $f'c=66.89%$, es decir presentando un valor inferior de 33.11% con respecto a la resistencia final.

Figura 43: Resumen General de Resistencia a Compresión $f'c$ (%) a Diferentes Edades.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior se puede observar el comportamiento de cada espécimen de concreto, es decir de la muestra patrón, así como el de la muestra patrón con adición del 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra de guadua angustifolia, así logrando identificar el mayor valor alcanzado por la muestra patrón que presenta un $f'c=100\%$, logrando superar a las demás. Asimismo, lográndose identificar el menor valor adquirido por la muestra patrón con adición del 1.0% obteniendo un $f'c=66.89\%$, ambas ensayadas a la edad de 28 días.

4.6. Análisis de Resultados de Ensayo a Flexotracción (Módulo de Rotura).

Este ensayo consiste en determinar la deformación producida respecto a una fuerza o carga actuante sobre la viga ensayada, esto debido a que principalmente la losa de concreto trabaja a flexión, es decir consiste en elaborar un espécimen de concreto con forma cúbica rectangular, la cual será ensayada a los 28 días después de la fecha de vaciado.

Por otra parte, este ensayo es expresada como el módulo de rotura, así como también tiene que ceñirse al método de ensayo del ASTM C 78, es decir cargada en los puntos tercios del espécimen de concreto.

Para el análisis de resultados de este tipo de ensayo se emplearán tablas y figuras que ayudarán apreciar el comportamiento del espécimen ensayado a la edad de 28 días, según como la norma lo indica.

Por consiguiente, se presentarán los resultados del ensayo a flexotracción, en los siguientes ítems.

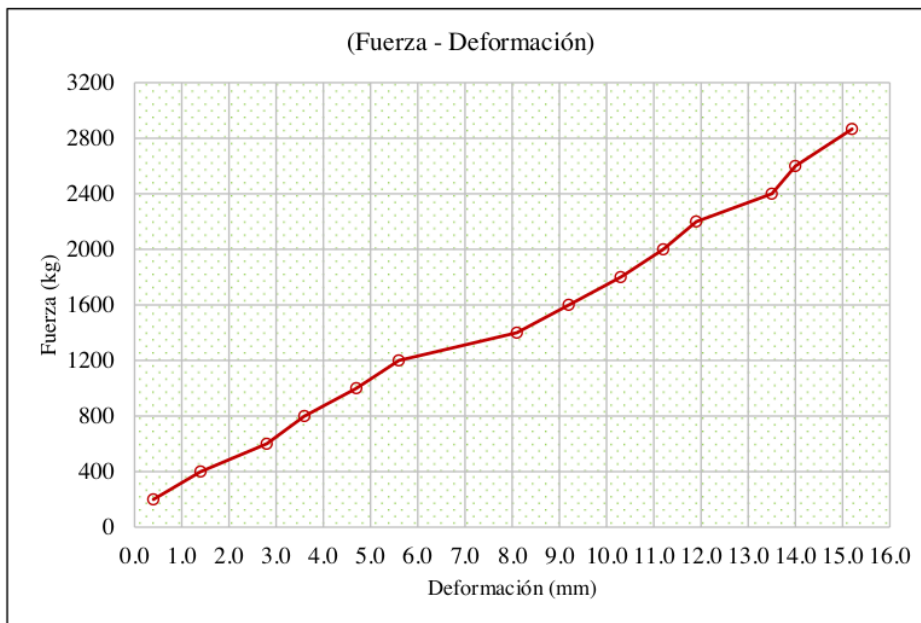
4.6.1. Datos de ² Resistencia a Flexión del Concreto Endurecido ASTM C78,
de la Viga Patrón, Ensayada a los 28 Días.

Tabla 66: Datos Obtenidos de ²⁰ Resistencia a Flexión a la Edad de 28 Días.

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.40
400	1.40
600	2.80
800	3.60
1000	4.70
1200	5.60
1400	8.10
1600	9.20
1800	10.30
2000	11.20
2200	11.90
2400	13.50
2600	14.00
2866	15.20

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 44: Fuerza vs Deformación de Ensayo a Flexión.



Fuente: Elaboración Propia.

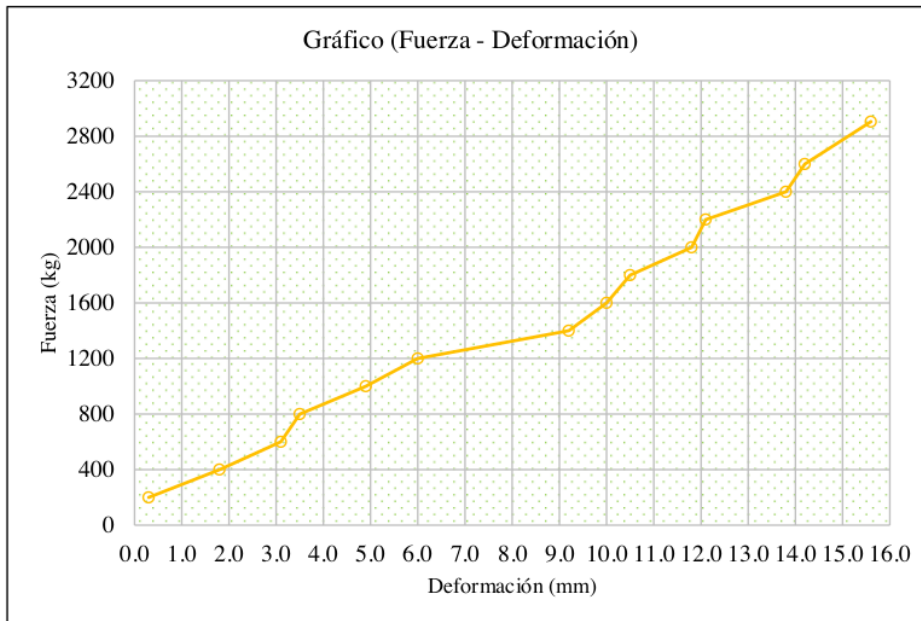
4.6.2. Datos de ² Resistencia a Flexión del Concreto Endurecido ASTM C78,
de la Viga Patrón + 0.5% Fibra, Ensayada a los 28 Días.

Tabla 67: Datos Obtenidos de ²⁰ Resistencia a Flexión a la Edad de 28 Días.

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.30
400	1.80
600	3.10
800	3.50
1000	4.90
1200	6.00
1400	9.20
1600	10.00
1800	10.50
2000	11.80
2200	12.10
2400	13.80
2600	14.20
2905	15.60

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 45: Fuerza vs Deformación de Ensayo a Flexión.



Fuente: Elaboración Propia.

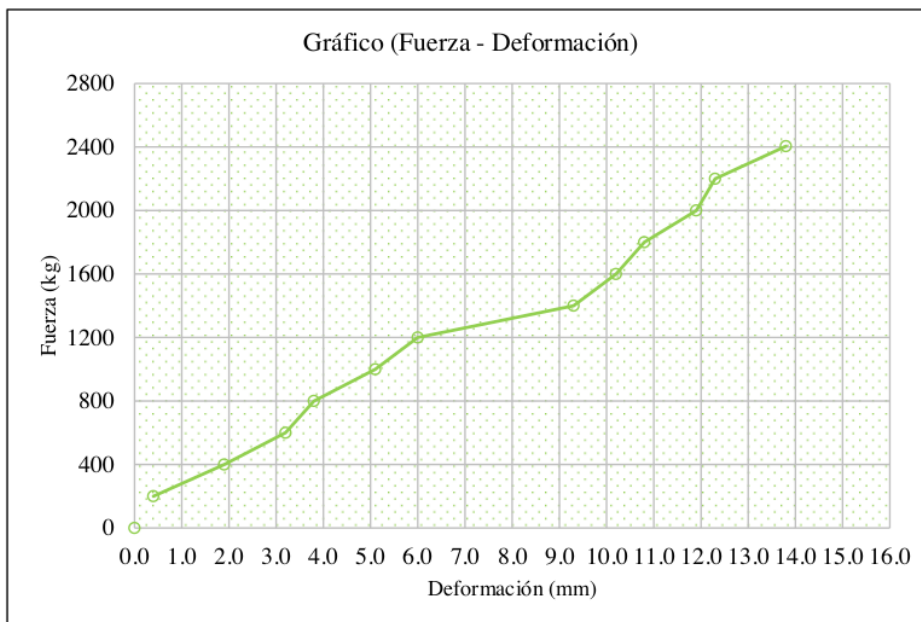
4.6.3. Datos de ² Resistencia a Flexión del Concreto Endurecido ASTM C78,
de la Viga Patrón + 1.0% Fibra, Ensayada a los 28 Días.

Tabla 68: Datos Obtenidos de ²⁰ Resistencia a Flexión a la Edad de 28 Días.

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.40
400	1.90
600	3.20
800	3.80
1000	5.10
1200	6.00
1400	9.30
1600	10.20
1800	10.80
2000	11.90
2200	12.30
2405	13.80

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 46: Fuerza vs Deformación de Ensayo a Flexión.



Fuente: Elaboración Propia.

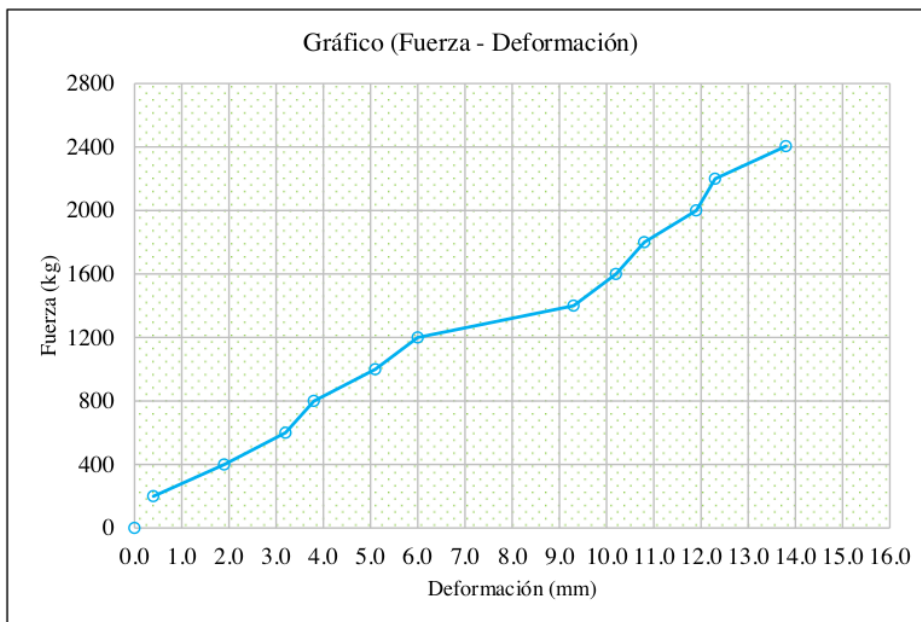
4.6.4. Datos de ² Resistencia a Flexión del Concreto Endurecido ASTM C78,
de la Viga Patrón + 1.5% Fibra, Ensayada a los 28 Días.

²⁰ **Tabla 69:** Datos Obtenidos de Resistencia a Flexión a la Edad de 28 Días.

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.70
400	2.40
600	4.80
800	6.30
1000	6.80
1200	8.00
1400	9.10
1600	10.00
1800	11.20
2086	12.10

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 47: Fuerza vs Deformación de Ensayo a Flexión.



Fuente: Elaboración Propia.

4.6.5. Resumen Comparativo de Datos de Resistencia a Flexión del Concreto Endurecido ASTM C78, de la Viga Patrón vs Viga Patrón + 0.5%, 1.0% y 1.5% de Fibra, Ensayada a los 28 Días.

En este ítem se detallarán el resumen general de los resultados obtenidos correspondientes a la Resistencia a Flexión, las cuales se podrán apreciar en la tabla 70 y figura 48.

Tabla 70: Resumen de Datos Obtenidos - Resistencia a Flexión.

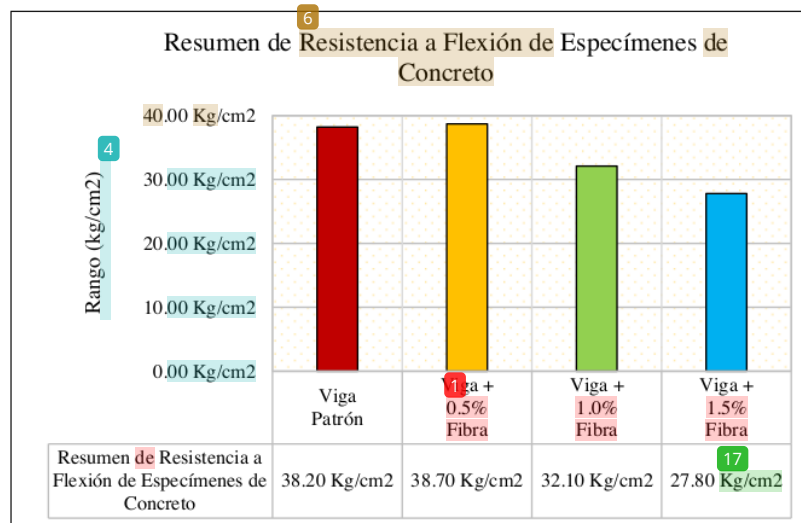
Resumen de Resistencia a Flexión de Especímenes de Concreto						
Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Día)	Ubicación de Falla	Luz Libre (cm)	Módulo de Rotura
Viga Patrón	08/09/2021	06/10/2021	28	Dentro del Tercio Medio	45.00	38.20 kg/cm ²
Viga + 0.5% Fibra	08/09/2021	06/10/2021	28	Dentro del Tercio Medio	45.00	38.70 kg/cm ²
Viga + 1.0% Fibra	08/09/2021	06/10/2021	28	Dentro del Tercio Medio	45.00	32.10 kg/cm ²
Viga + 1.5% Fibra	08/09/2021	06/10/2021	28	Dentro del Tercio Medio	45.00	27.80 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 70, se puede definir que la resistencia a Flexión (Módulo de Rotura) alcanzada y ensayada a los 28 días tiene la siguiente prelación: la viga patrón ha adquirido como módulo de rotura equivalente a 38.20kg/cm², la viga patrón + 0.5% ha logrado como módulo de rotura 38.70kg/cm², seguido por la viga patrón + 1.0% ha adquirido un módulo de rotura de 32.10kg/cm² y finalmente por la viga patrón + 1.5% que ha logrado un módulo de rotura correspondiente a 27.80kg/cm².

Asimismo, estos valores adoptados de los especímenes de concreto se podrán apreciar gráficamente para así observar el comportamiento lineal, de cual ha adoptado el mejor valor, frente a la otra de menor valor.

Figura 48: Fuerza vs Deformación de Ensayo a Flexión.



Fuente: Elaboración Propia.

Mediante la figura 48, podemos apreciar los valores adquiridos por los especímenes de concreto y mencionar que la viga patrón + 0.5% de fibra de guadua angustifolia adquiere el mayor valor que es equivalente a 38.70kg/cm², frente a la viga patrón + 1.5% de fibra de guadua angustifolia que alcanza un valor de 27.80kg/cm², es decir un 28.17% menor al espécimen antes descrito.

4.6.6. Comparativo de Datos de Resistencia a Flexión del Concreto Endurecido ASTM C78, de la Viga Patrón vs Viga Patrón + 0.5%, 1.0% y 1.5% de Fibra, Ensayada a los 28 Días, Expresados en %.

Al igual que el ítem 4.6.5, en este ítem también se pretenden plantear estos datos, pero si en términos porcentuales para facilitar el entendimiento que también han sido ensayadas a la edad de 28 días.

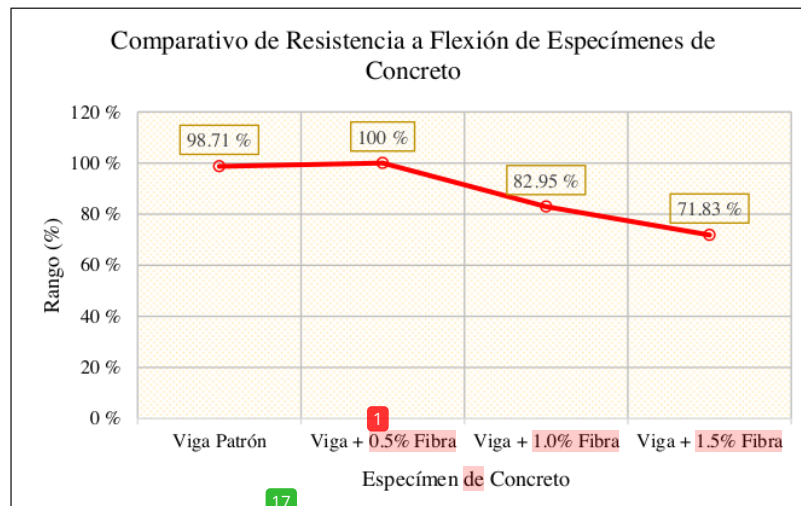
Tabla 71: Comparativo de Resultados de Resistencia a Flexión (%).

Resumen de Resistencia a Flexión de Especímenes de Concreto						
Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Día)	Ubicación de Falla	Luz Libre (cm)	Módulo de Rotura
Viga Patrón	08/09/2021	06/10/2021	28	Dentro del Tercio Medio	45.00	98.71%
Viga + 0.5% Fibra	08/09/2021	06/10/2021	28	Dentro del Tercio Medio	45.00	100.00%
Viga + 1.0% Fibra	08/09/2021	06/10/2021	28	Dentro del Tercio Medio	45.00	82.95%
Viga + 1.5% Fibra	08/09/2021	06/10/2021	28	Dentro del Tercio Medio	45.00	71.83%

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 71 se puede apreciar quien posee la mayor resistencia a flexión (Módulo de rotura) es la viga patrón + 0.5% de fibra de guadua angustifolia, logrando alcanzar el 100%, mientras que la viga patrón + 1.5% adquiere el menor valor equivalente a 71.83%.

Figura 49: Fuerza vs Deformación de Ensayo a Flexión.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 49 se puede apreciar el comportamiento lineal adquirido, por cada espécimen de concreto, por lo que podemos mencionar que la viga patrón + 0.5% de fibra posee el mejor resultado a este tipo de ensayo.

4.7. Análisis de Resultados de Módulo de Elasticidad.

Este análisis tiene el propósito de determinar un parámetro que generalmente nos sirven para el dimensionamiento de estructuras de índole que conciernen a estructuras de concreto armado (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 269).

Asimismo, estos resultados se pueden predecir con los resultados de resistencia a compresión y resistencia a flexotracción, tal como el manual de carreteras lo indica. Para lo cual en este ítem se detallará los resultados concernientes a los resultados de módulo de elasticidad del concreto.

4.7.1. Resultados de Módulo de Elasticidad de la Muestra Patrón a las Edades de 3, 7, 14 y 28 Días.

El análisis del módulo de elasticidad tiene como base los resultados de la resistencia a compresión del concreto, las cuales han sido un parámetro importante para su empleo en el cálculo de la tabla 72.

Tabla 72: *Módulo de Elasticidad de Concreto Muestra Patrón.*

Módulo de Elasticidad del Concreto			
Estructura de Procedencia: Probetas de Concreto Cilíndricas			
Muestra	Edad (día)	Resistencia de Espécimen Promedio (kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad del Concreto (kg/cm ²)
Z1, Z2, Z3	3	246.67 kg/cm ²	235585.97 kg/cm ²
Z4, Z5, Z6	7	329.07 kg/cm ²	272104.3 kg/cm ²
Z7, Z8, Z9	14	406.67 kg/cm ²	302490.91 kg/cm ²
Z10, Z11, Z12	28	463.87 kg/cm ²	323064.62 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante la tabla 72, podemos apreciar que para un $f'c=246.67\text{kg/cm}^2$ se obtiene un Módulo de elasticidad equivalente a 235585.97kg/cm^2 , esto adquirido a los 3 días de ensayo, seguido por un $f'c=329.07\text{kg/cm}^2$ que

se obtiene un módulo de elasticidad de 272104.30kg/cm², esto a los 7 días de ensayo, en tercer lugar, para un $f'c=406.67$ kg/cm² se tiene como módulo de elasticidad 302490.91kg/cm², esto alcanzado a los 14 días de ensayo y finalmente para un $f'c=463.87$ kg/cm², se obtiene como resultado un módulo de elasticidad de 323064.62kg/cm².

4.7.2. Resultados de Módulo de Elasticidad de la Muestra Patrón + 0.5% de Fibra de Guadua Angustifolia a las Edades de 3, 7, 14 y 28 Días.

El análisis del módulo de elasticidad tiene como base los resultados de la resistencia a compresión del concreto, las cuales han sido un parámetro importante para su empleo en el cálculo de la tabla 73.

Tabla 73: Módulo de Elasticidad de Concreto Muestra Patrón + 0.5% Fibra.

Módulo de Elasticidad del Concreto			
Estructura de Procedencia: Probetas de Concreto Cilíndricas con Adición del 0.5% de Fibra de Guadua Angustifolia			
Muestra	Edad (día)	Resistencia de Espécimen Promedio (kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad del Concreto (kg/cm ²)
G1, G2, G3	3	162.10 kg/cm ²	190977.75 kg/cm ²
G4, G5, G6	7	282.93 kg/cm ²	252307.85 kg/cm ²
G7, G8, G9	14	380.00 kg/cm ²	292403.83 kg/cm ²
G10, G11, G12	28	369.67 kg/cm ²	288402.06 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante la tabla 73, podemos apreciar que para un $f'c=162.10$ kg/cm² se obtiene un Módulo de elasticidad equivalente a 190977.75kg/cm², esto adquirido a los 3 días de ensayo, seguido por un $f'c=282.93$ kg/cm² que se obtiene un módulo de elasticidad de 252307.85kg/cm², esto a los 7 días de ensayo, en tercer lugar, para un $f'c=380.00$ kg/cm² se tiene como módulo de elasticidad 292403.83kg/cm², esto alcanzado a los 14 días de

ensayo y finalmente para un $f'c=369.67\text{kg/cm}^2$, se obtiene como resultado un módulo de elasticidad de 288402.06kg/cm^2 .

4.7.3. Resultados de Módulo de Elasticidad de la Muestra Patrón + 1.0% de Fibra de Guadua Angustifolia a las Edades de 3, 7, 14 y 28 Días.

El análisis del módulo de elasticidad tiene como base los resultados de la resistencia a compresión del concreto, las cuales han sido un parámetro importante para su empleo en el cálculo de la tabla 74.

Tabla 74: Módulo de Elasticidad de Concreto Muestra Patrón + 1.0% Fibra.

Módulo de Elasticidad del Concreto			
Estructura de Procedencia: Probetas de Concreto Cilíndricas con Adición del 1.0% de Fibra de Guadua Angustifolia			
Muestra	Edad (día)	Resistencia de Espécimen Promedio (kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad del Concreto (kg/cm ²)
Z1, Z2, Z3	3	143.40 kg/cm ²	179624.61 kg/cm ²
Z4, Z5, Z6	7	252.47 kg/cm ²	238339.57 kg/cm ²
Z7, Z8, Z9	14	317.33 kg/cm ²	267206.38 kg/cm ²
Z10, Z11, Z12	28	324.17 kg/cm ²	270070.82 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante la tabla 74, podemos apreciar que para un $f'c=143.40\text{kg/cm}^2$ se obtiene un Módulo de elasticidad equivalente a 179624.61kg/cm^2 , esto adquirido a los 3 días de ensayo, seguido por un $f'c=252.47\text{kg/cm}^2$ que se obtiene un módulo de elasticidad de 238339.57kg/cm^2 , esto a los 7 días de ensayo, en tercer lugar, para un $f'c=317.33\text{kg/cm}^2$ se tiene como módulo de elasticidad 267206.38kg/cm^2 , esto alcanzado a los 14 días de ensayo y finalmente para un $f'c=324.17\text{kg/cm}^2$, se obtiene como resultado un módulo de elasticidad de 270070.82kg/cm^2 .

4.7.4. Resultados de Módulo de Elasticidad de la Muestra Patrón + 1.5% de Fibra de Guadua Angustifolia a las Edades de 3, 7, 14 y 28 Días.

El análisis del módulo de elasticidad tiene como base los resultados de la resistencia a compresión del concreto, las cuales han sido un parámetro importante para su empleo en el cálculo de la tabla 75.

Tabla 75: Módulo de Elasticidad de Concreto Muestra Patrón + 1.5% Fibra.

20			
Módulo de Elasticidad del Concreto 5			
Estructura de Procedencia: Probetas de Concreto Cilíndricas con Adición del 1.5% de Fibra de Guadua Angustifolia			
Muestra	Edad (día)	Resistencia de Espécimen Promedio (kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad del Concreto (kg/cm ²)
PP1, PP2, PP3	3	149.30 kg/cm ²	183282.57 kg/cm ²
PP4, PP5, PP6	7	236.67 kg/cm ²	230761.24 kg/cm ²
PP7, PP8, PP9	14	253.53 kg/cm ²	238839.38 25 cm ²
PP10, PP11, PP12	28	310.27 kg/cm ²	264217.24 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante la tabla 75, podemos apreciar que para un $f'c=149.30\text{kg/cm}^2$ se obtiene un Módulo de elasticidad equivalente a 183282.57kg/cm^2 , esto adquirido a los 3 días de ensayo, seguido por un $f'c=236.67\text{kg/cm}^2$ que se obtiene un módulo de elasticidad de 230761.24kg/cm^2 , esto a los 7 días de ensayo, en tercer lugar, para un $f'c=253.53\text{kg/cm}^2$ se tiene como módulo de elasticidad 238839.38kg/cm^2 , esto alcanzado a los 14 días de ensayo y finalmente para un $f'c=310.27\text{kg/cm}^2$, se obtiene como resultado un módulo de elasticidad de 264217.24kg/cm^2 .

4.7.5. Resumen Comparativo de Módulo de Elasticidad de la Muestra Patrón vs Muestra Patrón + 0%, 0.5%, 1.0% y 1.5% de Fibra de Guadua Angustifolia a las Edades de 3, 7, 14 y 28 Días.

En este ítem se detallarán el resumen general de los diferentes resultados obtenidos respecto al módulo de elasticidad, las cuales han sido tomadas como base fundamental la resistencia a compresión para su cálculo.

Además, cabe mencionar que estos datos estarán detallados en función a los 3, 7, 14 y 28 días de ensayo de los especímenes de concreto.

Por otro lado, los análisis de estos resultados nos ayudarán a tener una mejor perspectiva sobre el comportamiento del módulo de elasticidad del concreto, así como con la adición en diferentes porcentajes de fibras, que anteriormente en esta investigación ya han sido mencionados, para lo cual estas serán detalladas en la tabla 76 y en la figura 50.

Tabla 76: Resumen de Datos de ²⁰ Módulo de Elasticidad del Concreto.

Resumen de Módulo de Elasticidad de Especímenes de Concreto				
Muestra	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)			
	Edad			
	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
Patrón	235585.97 kg/cm ²	272104.30 kg/cm ²	302490.91 kg/cm ²	323064.62 kg/cm ²
Patrón + 0.5% Fibra	190977.75 kg/cm ²	252307.85 kg/cm ²	292403.83 kg/cm ²	288402.06 kg/cm ²
Patrón + 1.0% Fibra	179624.61 kg/cm ²	238339.57 kg/cm ²	267206.38 kg/cm ²	270070.82 kg/cm ²
Patrón + 1.5% Fibra	183282.57 kg/cm ²	230761.24 kg/cm ²	238839.38 kg/cm ²	264217.24 kg/cm ²

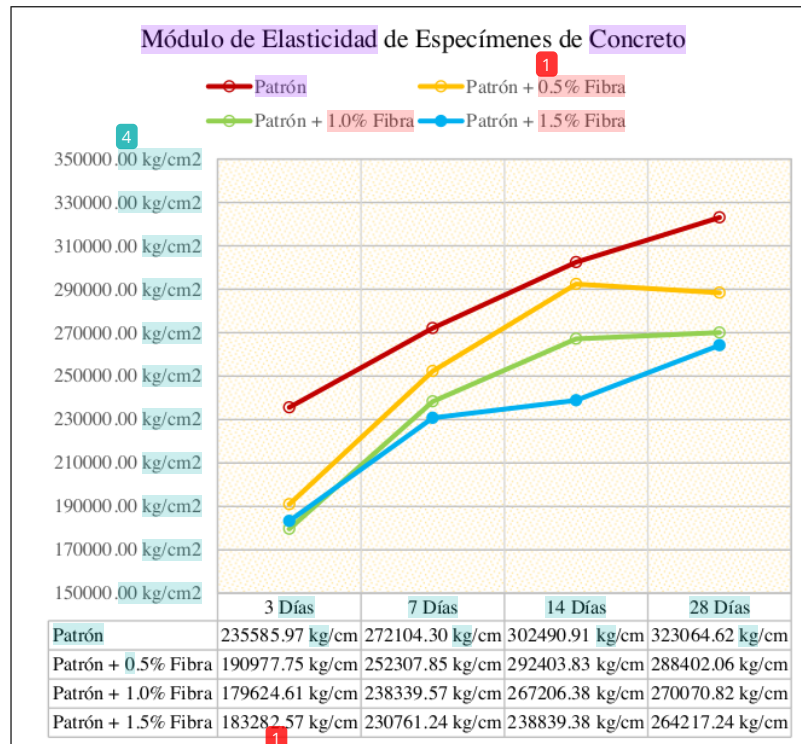
Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 76, se puede definir que el mayor valor alcanzado correspondiente al módulo de elasticidad es a los 28 días, la cual es ocupada por la muestra patrón logrando un módulo de elasticidad de 323064.62kg/cm², mientras que el menor valor alcanzado fue por la muestra patrón + 1.5% de fibra de guadua angustifolia, logrando obtenerse un módulo de elasticidad equivalente a 264217.24kg/cm², la cual es inferior a los demás especímenes de concreto.

De la misma forma que la tabla 76, ahora se planteará en un gráfico el comportamiento lineal de cada espécimen de concreto debido al paso del

tiempo, esto con respecto a la resistencia a compresión, la cual fue la clave fundamental para el cálculo del módulo de elasticidad del concreto.

Figura 50: Comparativo de Módulo de Elasticidad del concreto.



Fuente: Elaboración Propia.

Mediante la figura 50, podemos ver la jerarquía de la línea de cada espécimen de concreto, lográndose apreciar que el que posee el mejor valor de módulo de elasticidad es la viga patrón, mientras la que no tiene mucha ascendencia es la muestra patrón + 1.5% de fibra, las cuales están sujetas a ser directamente proporcional a la resistencia a compresión del concreto, es decir si la resistencia a compresión sea mayor, entonces el módulo de elasticidad aumentará su valor y/o viceversa.

4.8. Contrastación de Hipótesis.

Hipótesis Específica 01:

H1: Al aplicar las fibras de guadua angustifolia se incrementa la resistencia a compresión del concreto.

H0: Al aplicar las fibras de guadua angustifolia no se incrementa la resistencia a compresión del concreto.

Prueba de normalidad:

Pruebas de normalidad^a

	Adición de Guadua	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Compresión a los 28 días	ADICION DE GUA DUA	,299	3	.	,914	3	,431

a. Compresión a los 28 días es constante cuando Adición de Guadua = MUESTRA PATRON. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

P valor = 0,431 > $\alpha = 0,05$ =====> La distribución es normal.

Prueba T Student:

Estadísticas de grupo

	Adición de Guadua	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Compresión a los 28 días	MUESTRA PATRON	1	463,8700	.	.
	ADICION DE GUA DUA	3	394,7033	31,05933	17,93789

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				Pruebas para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Compresión a los 28 días	Se asumen varianzas iguales	.	.	3,600	2	,069	129,16507	35,87577	26,19433	293,62706
	No se asumen varianzas iguales	.	.	.	.	.	129,16507	.	.	.

0,069 > 0,05 =====> Si la probabilidad obtenida P valor > α , se acepta H0.

Hipótesis Específica 02:

H1: Aplicando las fibras de guadua angustifolia se incrementa la resistencia a flexotracción del concreto.

H0: Aplicando las fibras de guadua angustifolia no se incrementa la resistencia a flexotracción del concreto.

Prueba de normalidad:

Pruebas de normalidad^a

		Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Modulo de rotura a los 28 días	ADICION DE GUA DUA	,222	3	.	,985	3	,768

a. Modulo de rotura a los 28 días es constante cuando Adición de Guadua = MUESTRA PATRON. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

P valor = 0,768 > $\alpha = 0,05$ =====> La distribución es normal.

Prueba T Student:

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Modulo de rotura a los 28 días	Se asumen varianzas iguales	.	.	,041	2	,498	5,33333	8,33985	-21,94398	32,81083
	No se asumen varianzas iguales	.	.	.	.	.	5,33333	.	.	.

0,489 > 0,05 =====> ² Si la probabilidad obtenida P valor > α , se acepta H0.

Hipótesis Específica 03:

H1: La utilización de fibras de guadua angustifolia mejora ² el módulo de elasticidad del concreto.

H0: La utilización de fibras de guadua angustifolia no mejora ² el módulo de elasticidad del concreto.

Prueba de normalidad:

Pruebas de normalidad^a

		Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Modulo de elasticidad a los 28 días	ADICION DE GUA DUA	,296	3	.	,919	3	,447

a. Modulo de elasticidad a los 28 días es constante cuando Adición de Guadua = MUESTRA PATRON. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

P valor = 0,447 > $\alpha = 0,05$ =====> La distribución es normal

Prueba T Student:

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias			95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl.	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Módulo de elasticidad a los 28 días	Si se asumen varianzas iguales	.	.	3,352	2	,079	48834,58000	14069,40669	13852,51833	111521,6793
	Yo se asumen varianzas iguales	.	.	.	.	.	48834,58000	.	.	.

0,079 > 0,05 \implies ² Si la probabilidad obtenida P valor > α , se acepta H₀.

² CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Hipótesis General: La aplicación de fibras de guadua angustifolia mejora ¹ las propiedades mecánicas del concreto para el diseño de pavimentos rígidos.

Según los resultados, se ha demostrado que la aplicación de fibras de guadua angustifolia reduce ¹ las propiedades mecánicas del concreto para el diseño de pavimentos rígidos, esto debido a que la ⁴ resistencia a compresión y el módulo de elasticidad del concreto obtenida por la muestra patrón ha sido mayor que la muestra patrón con adición del 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra de guadua angustifolia.

Hipótesis específica: Al aplicar las fibras de guadua angustifolia se incrementa ¹ la resistencia a compresión del concreto.

Mediante los resultados obtenidos, se ha logrado observar que al aplicar las fibras de guadua angustifolia se reduce ² la resistencia a compresión del concreto, por lo que la hipótesis descrita en esta investigación queda demostrada debido a la contrastación de hipótesis, puesto a que la resistencia a compresión del concreto alcanzada por la muestra patrón posee un mejor comportamiento ¹ frente a la muestra patrón con adición de la fibra de guadua angustifolia, pero si la aplicación de esta fibra en un 0.5% mejora la resistencia a la que ha sido diseñada, logrando obtenerse un valor a $f'c=369.7\text{kg/cm}^2$.

Por ejemplo, ⁶ en cuanto a la resistencia a compresión del concreto, las cuales han sido ensayadas a los 28 días, se ha logrado obtener un $f'c=463.9\text{kg/cm}^2$, esto correspondiente a la muestra patrón, la cual representa el 100% de la resistencia final, seguido por un $f'c=369.7\text{kg/cm}^2$, representada por la muestra patrón + 0.5% de fibra de guadua angustifolia, la que representa el 79.69% de la resistencia final, en tercer lugar, se ha obtenido un $f'c=324.2\text{kg/cm}^2$, representada por la muestra patrón + 1.0% de fibra de guadua angustifolia, la que representa el 69.88% de la resistencia final y finalmente se obtuvo un $f'c=310.3\text{kg/cm}^2$, correspondiente a la muestra patrón + 1.5% de fibra de guadua angustifolia, la que representa el 66.89% de la resistencia final. Así lográndose apreciar la descendencia de ² la resistencia a compresión del concreto.

⁵ Hipótesis específica: Aplicando las fibras de guadua angustifolia se incrementa la resistencia a flexotracción del concreto.

Según la hipótesis planteada, aplicando las fibras de guadua angustifolia se incrementa ¹⁴ la resistencia a flexotracción del concreto, queda demostrado, debido a que la resistencia a flexotracción (Módulo de rotura) posee un mejor resultado respecto a la viga patrón. Por ejemplo, la resistencia a flexotracción del concreto descritas en este párrafo son los resultados obtenidos, esto ensayadas a la edad de 28 días, la cual fue en el siguiente orden, se logró obtener ¹ un módulo de rotura de 38.70kg/cm^2 , identificado por la viga patrón + 0.5% de fibra de guadua angustifolia, la que representa el 100%, seguido por ¹ un módulo de rotura de 38.20kg/cm^2 , correspondiente a la viga patrón, la que representa el 98.71%, en tercer lugar se obtuvo ¹ un módulo de rotura de 32.10kg/cm^2 , representada por la viga patrón + 1.0% de fibra de guadua angustifolia, que representa el 82.95% y finalmente se tuvo ¹ un módulo de rotura de 27.80kg/cm^2 , representada por la viga patrón + 1.5% de fibra de guadua angustifolia, que posee el 71.83% de la resistencia final.

Hipótesis específica: La utilización de fibras de guadua angustifolia mejora el módulo de elasticidad del concreto.

Según la hipótesis planteada, la utilización de fibras de guadua angustifolia no mejora el módulo de elasticidad del concreto, es demostrable por la contrastación de hipótesis, debido a que este parámetro es directamente proporcional a la resistencia a compresión del concreto, lográndose los siguientes resultados, esto a su vez evaluada los 28 días, por lo que la muestra patrón alcanzó un módulo de elasticidad de 323064.62kg/cm², seguido por la muestra patrón + 0.5% de fibra de guadua angustifolia que obtuvo un módulo de elasticidad de 288402.06kg/cm², en tercer lugar por la muestra patrón + 1.0% de fibra de guadua angustifolia logrando un módulo de elasticidad equivalente a 270070.82kg/cm², y finalmente por la muestra patrón + 1.5% de fibra de guadua angustifolia, que tuvo como módulo de elasticidad de 264217.24kg/cm², quedando demostrado la hipótesis según los resultados formulados en este párrafo.

De acuerdo a Daniel Fernando Vigoya (2019), en el estudio de su investigación “Estudio de la Resistencia mecánica del concreto reforzado con fibras de Guadua Angustifolia Kunt”, indica que la guadua angustifolia kunt, mejoró la resistencia a compresión del concreto a los 28 días en comparación con el concreto estándar en un 113.4%, sin embargo, en la presente investigación se ha logrado un decremento del 20.31% con respecto a la resistencia final, adoptada por la muestra patrón con adición del 0.5% de fibra de guadua angustifolia, seguido por un decremento de 30.12% respecto a la resistencia final, adoptada por la muestra patrón con adición del 1.0% de fibra de guadua angustifolia, y finalmente lográndose un decremento del 33.11% respecto a la resistencia final, adoptada por la muestra patrón + 1.5% de fibra de guadua angustifolia,

esto probablemente a que en esta investigación se haya usado fibras de menor tamaño, en comparación con lo de Fernando vigoya que se ha usado tablillas acanaladas.

De acuerdo a ⁵ Camilo Ernesto Conde Sepúlveda y Nilson Ricardo Bonilla Vargas (2019), en el estudio de su investigación “Evaluación del comportamiento fisico-mecánico de un concreto hidráulico con adición de fibras de guadua angustifolia kunt”, indica que la adición en ⁵ diferentes cantidades de fibras de guadua angustifolia kunt refleja la notoria reducción de resistencia a la flexión en los especímenes ensayados, sin embargo en la presente investigación se ha logrado incrementar la resistencia a flexión en 1.29%, esto adoptada por la viga patrón ⁵ con adición del 0.5% de fibra de guadua angustifolia, respecto a la viga patrón ambas ensayadas a la edad de 28 días, esto debido a que se han usado fibras de las siguientes dimensiones 2mm x 2mm x 5cm.

CONCLUSIONES

1. Al analizarse, se concluyó que la aplicación de las fibras de guadua angustifolia reduce las propiedades mecánicas del concreto, tal como es la resistencia a compresión y el módulo de elasticidad, debido a que son directamente proporcionales, mientras que si se mejoró la resistencia a flexotracción.
2. Luego del análisis, se determinó que el resultado de la aplicación de fibras de guadua angustifolia en 0.5%, 1.0% y 1.5%, en ² el concreto patrón no incrementa la resistencia a compresión.
3. Respecto a la evaluación de resultados, se concluyó que la aplicación del 0.5% de fibras de guadua angustifolia mejoró la resistencia a flexotracción, logrando un ascenso del 1.29% de resistencia respecto al concreto estándar. Así como también logrando superar la resistencia estipulada en la tabla 30 de la norma de pavimentos urbanos, obteniendo un valor de 38.70kg/cm².
4. Por otra parte, se analizó ²⁰ los resultados obtenidos respecto al módulo de elasticidad del concreto, puesto que el mayor valor del módulo de elasticidad alcanzado fue por la muestra patrón mostrando un valor de 323064.62kg/cm², mientras que el menor valor obtenido fue por la muestra patrón con adición del 1.5% de fibra de guadua angustifolia, adquiriendo un valor de 264217.24kg/cm².

RECOMENDACIONES

1. En primera instancia no se recomienda usar porcentajes superiores al 0.5% de fibra de guadua angustifolia en el concreto, debido a que no ayuda a mejorar las propiedades físico mecánicas.
2. En segundo lugar, se recomienda la aplicación de fibras de guadua angustifolia en porcentajes iguales a 0.5%, para el diseño de pavimentos rígidos, puesto que mejora la resistencia a un $f'c=210\text{kg/cm}^2$.
3. En tercer lugar, es recomendable aplicar las fibras de guadua angustifolia en 0.5% en el concreto, para mejorar la resistencia a flexotracción para vías urbanas.
4. Por otra parte, no se recomienda la utilización de las fibras de guadua angustifolia, para mejorar el módulo de elasticidad del concreto, ya que esta es directamente proporcional a la resistencia a compresión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALIAGA Sánchez, Elmer. Comportamiento estructural de una viga de concreto en flexión, sometida a una carga puntual en el centro de luz incorporando como refuerzo principal al Bambú y de una viga de concreto reforzada con acero, mediante ensayo experimental en laboratorio. Tesis (Ingeniero Civil). Lima – Perú: Universidad Nacional Federico Villareal, Facultad de Ingeniería Civil, 2021. 94 pp.
2. ARBELÁEZ, Anacilia. Morteros reforzados con fibras de bambú. Vol. 50. Medellín: [s.n.],1997.
3. BEJARANO Vigoya, Daniel. Estudio de la resistencia mecánica del concreto reforzado con fibras de guadua angustifolia kunt. Trabajo de grado (Ingeniero civil). Bogotá: Universidad católica de Colombia, Facultad de ingeniería, 2019. 79 pp.
4. CONDE Sepúlveda, Camilo y BONILLA Vargas Nilson. Evaluación del comportamiento físico - mecánico de un concreto hidráulico con adición de fibras de guadua angustifolia kunth. Monografía (Ingeniería Civil). Girardot – Cundinamarca: Universidad Piloto de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2019. 63 pp.
5. FLORES Zuta, Palmira y ROJAS Torres, Jhordan. Evaluación del concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con fibras de guadua angustifolia kunt, para mejorar su resistencia a la compresión. Moyobamba 2020-2021. Tesis (Ingeniero Civil). Moyobamba – Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 86 pp.

6. GOMEZ, Sergio. Metodología de la investigación. México: Red tercer milenio, 2012. 88 pp.
ISBN: 9786077331490
7. HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 4ª ed. México: Mc Graw Hill, 2006. 850 pp.
ISBN: 9701057538
8. HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: Mc Graw Hill, 2014. 600 pp.
ISBN: 9781456223960
9. INSTITUTO de la construcción y gerencia. Manual de la construcción. Agenda técnica ICG. Décima tercera edición, (13): 66-73, 2014.
10. MARTINEZ Morales, John y POVEDA Jaramillo, Jessica. Evaluación de la utilización de las fibras de guadua como refuerzo del concreto para minimizar el proceso de fisuración. Trabajo de Grado (Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas). Bogotá – Colombia: Universidad la Gran Colombia, Facultad de Arquitectura, 2018. 119 pp.
11. METODOLOGÍA de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de la tesis por Humberto Ñaupas [et al.]. 5ª. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. 559 pp.
ISBN: 9789587628760
12. MINISTERIO de transportes y comunicaciones. Dirección general de caminos y ferrocarriles. Manual de carreteras. Rd. 10. Lima, 2014. 301 pp.

13. MINISTERIO de transportes y comunicaciones. Dirección general de caminos y ferrocarriles. Manual de ensayo de materiales. Rd. 018. Lima, 2016. 1268 pp.
14. MINISTERIO de vivienda, construcción y saneamiento. Dirección nacional de construcción. Norma técnica E.100 Bambú. Ds. 011. Lima, 2012. 58 pp.
15. MONTALVO Guevara, Marco. Pavimentos Rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería, 2015. 106 pp.
16. MUÑOZ, Carlos. Metodología de la investigación. México: Progreso S.A, 2015. [307] pp.
17. REFERENCIAS estilo 690 y 690-2. Lima: Universidad César Vallejo, 2017. 34 pp.
18. SALVATIERRA Vega, Bandy. Aplicación del bambú en el reforzamiento del concreto para medir el comportamiento estructural de una vivienda de 2 pisos en Cañete – 2019. Tesis (Ingeniero Civil). Lima – Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019. 137 pp.
19. VARGAS Vásquez, Wilder. Vigas de concreto reforzadas con bambú (*Guadua Angustifolia*) para construcciones rurales. Tesis (Ingeniero Agrícola). Lima – Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Ingeniería Agrícola, 2016. 220 pp.

APLICACIÓN DE FIBRAS DE GUADUA ANGUSTIFOLIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
4	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repository.unipiloto.edu.co Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
8	repository.ucatolica.edu.co Fuente de Internet	1%

9	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	1 %
10	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	1library.co Fuente de Internet	<1 %
14	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
16	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
19	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

20	inba.info Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
25	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
28	JUAN CARLOS OCHOA BOTERO. "Uso del licor de plantas agaváceas como aditivo en morteros y hormigones.", Universitat Politecnica de Valencia, 2009 Publicación	<1 %
29	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	www3.vivienda.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

31	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
32	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	www.repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	Jorge Enrique Lozano Peña. "Determinación de los esfuerzos últimos de la Guadua Angustifolia en la región andina de Colombia correlacionada con variables de clima", Universitat Politecnica de Valencia, 2021 Publicación	<1 %
39	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
40	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

41	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
43	ruidera.uclm.es Fuente de Internet	<1 %
44	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
45	repositorioslatinoamericanos.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
46	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
47	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	www.mototrial.it Fuente de Internet	<1 %
49	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
50	www4.ujaen.es Fuente de Internet	<1 %

