

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO

DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“ANÁLISIS EN UNA LOSA PARA PAVIMENTO RÍGIDO CON
ADICIÓN DE FIBRAS DE ESTOPA DE COCO”**

Por:

ROCIO GUADALUPE QUIROGA CAYO

Proyecto presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

Semestre I – 2024

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO
DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

**“ANÁLISIS EN UNA LOSA PARA PAVIMENTO RÍGIDO CON
ADICIÓN DE FIBRAS DE ESTOPA DE COCO”**

Por:

ROCIO GUADALUPE QUIROGA CAYO

Semestre I – 2024

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

Este trabajo lo dedico a mis queridos padres, Gumersindo Quiroga Quiroga y Vita Cayo Jurado, por inculcarme valores, por su apoyo, esfuerzo y sacrificio, a mi hermana Abigail por el apoyo incondicional que me brinda en cada una de mis metas, a mis amigos que los llevo siempre en el corazón, y en especial a ti Dios por guiarme en el camino de la vida y por darme la fuerza, voluntad y capacidad para culminar esta etapa académica.

ÍNDICE GENERAL
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

	Página
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	3
1.3. Situación Problemática	4
1.3.1. Problema.....	5
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
1.5. Hipótesis.....	6
1.6. Identificación de variables	6
1.6.1. Variable Independiente	6
1.6.2. Variables Dependientes.....	6
1.7. Unidades de Estudio y Decisión Muestral	6
1.7.1. Unidad de Estudio	6
1.7.2. Población.....	6
1.7.3. Muestra	6
1.7.4. Muestreo	7
1.8. Métodos y Técnicas empleadas.....	7
1.8.1. Métodos Utilizados	7
1.8.2. Técnicas Utilizadas	8
1.9. Procesamiento para el análisis y la interpretación de la información	9
1.10. Alcances de la Investigación.....	10

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEORICOS DEL HORMIGÓN EN MASA

	Página
2.1. El pavimento rígido.....	12
2.2. Hormigón	14
2.2.1. Composición	14
2.2.2. Propiedades mecánicas del hormigón	14
2.2.3. Propiedades del hormigón fresco	15
2.2.4. Manejabilidad	15
2.2.5. Consistencia.....	15
2.2.5.1. Cono de Abrams.....	16
2.2.6. Propiedades del hormigón en pavimentos rígidos	16
2.2.7. Resistencia a la compresión del hormigón.....	18
2.2.7.1. Medida de la resistencia a la compresión.....	19
2.2.7.2. Ensayo de cilindros.....	19
2.2.8. Fraguado del cemento.....	20
2.2.9. Componentes del hormigón.....	20
2.2.9.1. Cemento.....	20
2.2.9.2. Suministro y almacenamiento	20
2.2.9.3. Clasificación del cemento Pórtland	21
2.2.9.4. Áridos	24
2.2.9.5. Agua.....	28
2.3. Aditivos.....	30
2.3.1. Aditivo Tipo A: Plastificante.....	30

2.3.2. Aditivo Tipo B: Retardante.....	31
2.3.3. Aditivo Tipo C: Acelerante.....	31
2.3.4. Aditivo Tipo C: Plastificante	32
2.3.5. Tipo D: Superplastificante.	32
2.3.6. Aditivo Tipo AA: Inclusor de aire	32
2.4. Adiciones	33
2.4.1. Adición de polvo de microsílica densificada.....	33
2.4.2. Adición de fibras de polipropileno y acero.....	33
2.4.3. Adición de fibras naturales de coco	34
2.4.4. Hormigones reforzados con fibras (HRF).....	34
2.4.5. Fibras estructurales	35
2.4.6. Características de las fibras de estopa de coco	35
2.4.7. Extracción de la fibra de Coco	36
2.4.8. Propiedades y características físicas de la fibra de Coco.....	37
2.4.9. Ensayos que se realizan a las fibras de Coco.....	38
2.5. Fisuración del concreto.....	38
2.5.1. Fisuras estabilizadas o por Retracción	39
2.5.2. Fisuras en movimiento.....	39
2.5.3. Fisuras en estado plástico.....	40
2.5.3.1.Fisuración por retracción plástica	40
2.5.3.2.Fisuración por precipitaciones de los agregados.....	40
2.5.4. Fisuras de retracción hidráulica.....	41
2.5.5. Fisuras de origen térmico	41
2.5.6. Fisuras de origen químico.	41
2.5.7. Fisuras debidas a acciones mecánicas.	41

2.6.	Marco normativo	42
2.6.1.	Método A.C.I. (American Concrete Institute)	42
2.6.1.1.	Tablas corregidas método ACI – 211	42
2.7.	Ensayos a realizar.....	46
2.8.	Marco referencial	46

CAPÍTULO III

DOSIFICACIÓN DE ESTOPA DE COCO EN UNA MUESTRA DE HORMIGÓN

	Página	
3.1.	Localización de los materiales	48
3.1.1.	Localización del agregado grueso.....	48
3.2.	Control y validación interna.....	48
3.2.1.	Identificación de los elementos.....	48
3.2.2.	Descripción de las acciones	49
3.2.3.	Descripción de los equipos y herramientas.....	49
3.3.	Caracterización de materiales	54
3.3.1.	Criterios de extracción	54
3.3.1.1.	Determinación precisa del lugar	54
3.4.	Determinación de los Materiales para 1m ³ de Hormigón	55
3.5.	Determinación de la resistencia a compresión y flexión (Fmc).....	55
3.5.1.	Relación agua/cemento (a/c).....	55
3.5.2.	Requerimiento de agua (A).....	56
3.5.3.	Cálculo del peso del agregado grueso (Gr).....	56
3.5.4.	Cálculo de la cantidad de cemento (Cc).....	56
3.5.5.	Cálculo del peso del agregado fino (Ar)	56
3.5.6.	Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados	58

3.5.7. Corrección de agua de mezclado	58
3.5.8. Presentación del diseño en estado húmedo	59
3.5.9. Corrección de agua por material incorporado.....	59
3.5.9.1. Agua corregida para fibra de estopa coco para 0,25%	59
3.5.9.2. Agua corregida para fibra de estopa coco para 0,5%	59
3.5.9.3. Agua corregida para fibra de estopa coco para 0,75%	60
3.5.9.4. Agua corregida para fibra de estopa coco para 1,0%	60
3.6. Análisis de dosificación para 1 m ³ de hormigón tomando en cuenta el agregado fino referente a la adición de fibras de coco	61

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS DE UNA MUESTRA PATRÓN DE HORMIGÓN CON UNA CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO PARA LOSAS DE PAVIMENTO

	Página
4.1. Análisis de las propiedades del hormigón patrón H-35	64
4.2. Análisis de vigas ensayadas a flexotracción	70
4.3. Análisis individual de los resultados.....	75
4.4. Análisis de la influencia del material en referencia a la relación agua cemento.....	77
4.5. Influencia de las propiedades mecánicas de un hormigón con adición de fibras de estopa de coco para el cálculo del espesor de una losa según Norma ASTHO 93.	79
4.6. Análisis del error considerando la calibración de los equipos	82
4.7. Estadística descriptiva.....	90
4.7.1. Cálculo de curva de frecuencia relativa hormigón patrón	90
4.7.2. Cálculo de curva de frecuencia acumulada hormigón patrón	90
4.7.3. Determinación del Histograma	91

4.7.4. Cálculos de medidas de tendencia central.....	92
4.7.5. Cálculo de medidas de dispersión	93
4.8. Estadística inferencial y Nivel de confiabilidad	93
4.8.1. Rango de confiabilidad T-Student	93
4.8.2. Rango de confiabilidad T-Student para el hormigón optimo.....	94
4.9. Interpretación de resultados	96
4.10. Análisis Técnico – Económico, comparativo de un hormigón con aditivo superplastificante y la muestra de hormigón con adición del 0,75% de fibra de coco.....	100
4.11. Verificación de la hipótesis.....	102

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
5.1. Conclusiones	103
5.2. Recomendaciones.....	105

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO A	CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS
ANEXO B	PLANILLAS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO
ANEXO C	CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LABORATORIO
ANEXO D	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ANEXO E	REPORTES FOTOGRÁFICOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1. Consistencia del hormigón.....	16
Tabla 2.2. Resistencia a la flexión	18
Tabla 2.3. Clasificación y composición del cemento según la NB-011	22
Tabla 2.4. Tipos de cemento elaborados por las productoras según la NB-011	23
Tabla 2.5. Tamices UNE y ASTM, más empleados en los áridos para hormigones	27
Tabla 2.6. Propiedades y características físicas de la fibra de coco.....	37
Tabla 2.7. Procedimiento de diseño	42
Tabla 2.8. Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción	43
Tabla 2.9. Tamaños máximos de agregados según el tipo de construcción.....	43
Tabla 2.10. Cantidad aproximada de aire esperado en concreto sin aire incluido	44
Tabla 2.11. Requerimiento aproximado de agua para diferentes asentamientos.	44
Tabla 2.12. Requerimiento aproximado de agua de mezclado para diferentes.....	45
Tabla 2.13. Resistencia de diseño.	45
Tabla 2.14. Correspondencia entre la resistencia a la compresión y la relación A/C.	45
Tabla 2.15. Volumen de agregado grueso.....	46
Tabla 2.16. Caracterización de los materiales.....	46
Tabla 3.1. Serie de tamices escogidos.....	49
Tabla 3.2. Resultados de los ensayos de laboratorio.....	55
Tabla 3.3. Cantidades para 1 m ³ de hormigón, para el diseño de mezclas patrón.	57
Tabla 3.4. Proporciones de mezcla seca	58
Tabla 3.5. Proporciones de mezcla húmeda.....	59
Tabla 3.6. Proporción para hormigón patrón	61

Tabla 3.7. Proporción para hormigón con 0,25%	61
Tabla 3.8. Proporción para hormigón con 0,5%	62
Tabla 3.9. Proporción para hormigón con 0,75%	62
Tabla 3.10. Proporción para hormigón con 1,00%	63
Tabla 4.1. Resultados de los ensayos a compresión del hormigón patrón.....	65
Tabla 4.2. Rotura de probetas cilíndricas con adición de fibras de coco 0,25%.....	66
Tabla 4.3. Rotura de probetas cilíndricas con adición de fibras de coco 0,5%.....	66
Tabla 4.4. Rotura de probetas cilíndricas con adición de fibras de coco 0,75%.....	67
Tabla 4.5. Rotura de probetas cilíndricas con adición de fibras de coco 1,0%.....	67
Tabla 4.6. Cuadro comparativo de la resistencia a compresión del hormigón patrón vs hormigón con porcentajes de adición de fibras de coco.....	68
Tabla 4.7. Resultados de los ensayos a flexotracción del hormigón patrón	70
Tabla 4.8. Rotura de vigas con adición de fibras de coco de 0,25%.....	70
Tabla 4.9. Rotura de vigas con adición de fibras de coco de 0,5%.....	71
Tabla 4.10. Rotura de vigas con adición de fibras de coco de 0.75%.....	71
Tabla 4.11. Rotura de vigas con adición de fibras de coco de 1,0%.....	72
Tabla 4.12. Cuadro comparativo de la resistencia a flexotracción del hormigón patrón vs hormigón con porcentajes de adición de fibras de coco.....	70
Tabla 4.13. Datos de entrada para el diseño de un pavimento rígido con el módulo de rotura del hormigón patrón.....	79
Tabla 4.14. Cálculo de frecuencia relativa con los datos patrón.....	90
Tabla 4.15. Cálculo de frecuencia relativa con los datos H° optimo	90
Tabla 4.16. Cálculo de frecuencia acumulada con los datos patrón	90
Tabla 4.17. Cálculo de frecuencia acumulada con datos H° óptimo.....	91
Tabla 4.18. Resultados de las medidas de tendencia central H° patrón	92
Tabla 4.19. Resultados de las medidas de tendencia central H° optimo	92

Tabla 4.20. Resultados de las medidas de dispersión H° patrón	93
Tabla 4.21. Resultados de las medidas de dispersión H° óptimo.....	93
Tabla 4.22. Parámetros estadístico H° patrón	93
Tabla 4.23. Datos que se encuentran el límite superior e inferior H° patrón	93
Tabla 4.24. Parámetros estadístico H° optimo	94
Tabla 4.25. Datos que se encuentran el límite superior e inferior H° óptimo	95
Tabla 4.26. Interpretación de resultados de diseño del espesor de una losa de pavimento	96
Tabla 4.27. Resultados para la resistencia a la flexión del concreto.....	97
Tabla 4.28. Resumen de resultados para la resistencia a flexión en porcentajes	99
Tabla 4.29. Rendimiento de materiales.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1. Cono de Abrams	16
Figura 2.2. Prueba para la obtención del módulo de ruptura	17
Figura 2.3. Resistencia a la compresión.....	18
Figura 2.4. Probetas cilíndricas.....	19
Figura 2.5. Agregados gruesos.....	25
Figura 2.6. Agregados finos.....	26
Figura 2.7. Fibra de coco y componentes básicos de sus fibras.....	34
Figura 2.8. Fibras de coco en estado natural.....	36
Figura 2.9. Extracción de la fibra de Coco	37
Figura 2.10. Fisuración por retracción plástica.....	39
Figura 3.1. Planta chancadora CONCASBAL.....	48
Figura 3.2. Tamices.....	50
Figura 3.3. Varilla pisón	50
Figura 3.4. Canastillo porta muestra	51
Figura 3.6. Matraz.....	51
Figura 3.6. Máquina del desgaste de los ángeles	52
Figura 3.7. Mezcladora	52
Figura 3.8. Moldes cilíndricos y vigas.....	53
Figura 3.9. Cono de Abrams	53
Figura 3.10. Varilla pisón	54
Figura 4.1. Diagrama comparativo de las resistencias a compresión de un hormigón patrón y diferentes porcentajes de fibras de estopa de coco.....	69

Figura 4.2. Diagrama comparativo de las resistencias a flexotracción del hormigón patrón y diferentes porcentajes de fibra de estopa de coco.....	73
Figura 4.3. Curva comparativa de resistencia a flexión.....	74
Figura 4.4. Adición de 0.25% de fibras de coco en el hormigón.....	75
Figura 4.5. Adición de 0,5% de fibras de coco en el hormigón.....	75
Figura 4.6. Adición de 0,75% de fibras de coco en el hormigón.....	76
Figura 4.7. Adición de 1,0% de fibras de coco en el hormigón.....	76
Figura 4.8. Grafica comparativa de las resistencias con la influencia de la absorción de agua por el material.....	77
Figura 4.9. Volumen de agua requerido por diferentes porcentajes de material agregado.....	78
Figura 4.10. Diseño del espesor de un pavimento de alto volumen de tráfico con el módulo de rotura de un hormigón patrón	80
Figura 4.11. Diseño del espesor de un pavimento de alto volumen de tráfico con el módulo de rotura de un hormigón con adición de 5,25 Kg/m ³ al 0,75% de fibras de estopa de coco.....	81
Figura 4.12. Análisis de error para un ensayo a compresión de un Hormigón Patrón	82
Figura 4.13. Análisis de error para un ensayo a compresión con un porcentaje de 0,25% de fibras de coco, correspondiente a una cantidad de 1,75 Kg/m ³	83
Figura 4.14. Análisis de error para un ensayo a compresión con un porcentaje de 0,5% de fibras de coco, correspondiente a una cantidad de 3,5 Kg/m ³	83
Figura 4.15. Análisis de error para un ensayo a compresión con un porcentaje de 0,75% de fibras de coco, correspondiente a una cantidad de 5,25 Kg/m ³	84
Figura 4.16. Análisis de error para un ensayo a compresión con un porcentaje de 1% de fibras de coco, correspondiente a una cantidad de 7,00 Kg/m ³	85
Figura 4.17. Análisis de error para un ensayo a flexotracción de un Hormigón Patrón	86

Figura 4.18. Análisis de error para un ensayo a flexotracción con un porcentaje de 0,25% de fibras de coco, correspondiente a una cantidad de 1,75 Kg/m ³	86
Figura 4.19. Análisis de error para un ensayo a flexotracción con un porcentaje de 0,50% de fibras de coco, correspondiente a una cantidad de 3,5 Kg/m ³	87
Figura 4.20. Análisis de error para un ensayo a flexotracción con un porcentaje de 0,75% de fibras de coco, correspondiente a una cantidad de 5,25 Kg/m ³	88
Figura 4.21. Análisis de error para un ensayo a flexotracción con un porcentaje de 1,00% de fibras de coco, correspondiente a una cantidad de 7,00 Kg/m ³	89
Figura 4.22. Determinación del histograma con datos patrón	91
Figura 4.23. Determinación del histograma con datos hormigón óptimo.....	92
Figura 4.24. Campana de Gauss.....	94
Figura 4.25. Campana de Gauss.....	95
Figura 4.26. Gráfica de la resistencia promedio a la flexión del concreto endurecido patron con 1,0%, 1,25% y 1,50%.....	98
Figura 4.27. Grafica comparativa de la resistencia promedio a flexotracción de un hormigón con adición de 00,75% de fibras de coco comparado con un hormigón con aditivo superplastificante a 1,5%.....	100
Figura 4.28. Costo de pavimento rígido con adición de fibras de coco y superplastificante.....	101