

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**



**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA TASA DE  
DEFORESTACIÓN Y PÉRDIDA DE COBERTURA BOSCOA  
MEDIANTE S.I.G. EN EL MUNICIPIO DE ENTRE RÍOS  
PROVINCIA O’CONNOR DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA**

**Por:**

**NOELIA VEDIA FERNANDEZ**

Modalidad de graduación: Tesis, presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

**Tarija – Bolivia**

**2021**

V° B°

.....  
M.S.c. Ing. Herlan Baldiviezo Baldiviezo  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
M.S.c. Ing. Henry Hesnor Valdez Huanca  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....  
M.S.c. Ing. Juan Oscar Hiza Zúñiga  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
M.S.c. Ing. Juan Jacobo Leño Sanabria  
**TRIBUNAL**

.....  
Ph.D. Ing. Marco Antonio Guerrero Hiza  
**TRIBUNAL**

.....  
Ing. Gonzalo Condori Vásquez  
**TRIBUNAL**

El Tribunal Calificador de la presente tesis de grado; no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad de la Autora.

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada:

A Dios: por permitirme tener las fuerzas y fe para terminar mi carrera, por haberme dado salud para lograr mis objetivos, además por su infinita bondad y amor.

A mis padres Patricio y Flora: porque creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzado mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera y por el orgullo que sienten por mí, fue lo que me dio fuerzas e ir hasta el final; va para ustedes, por lo que valen, por que admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mis Hermanos Yenny, Yonny y Rolando: por sus buenos consejos, paciencia, apoyo incondicional y por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfar en la vida.

A mis Sobrinitos: Pascual y Briana: quienes son mi mayor motivación, inspiración y felicidad.

*Vedia Fernandez Noelia*

## **AGRADECIMIENTO**

Mis Agradecimiento se debe a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios; tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez, eres quien guía el destino de mi vida.

Te lo Agradezco, Padre Celestial.

A mi Docente Guía M.S.c. Ing. Herlan Baldviezo B. Por estar siempre apoyándome y dándome buenos consejos para lograr mi objetivo que será la mayor felicidad de mi Familia.

## **PENSAMIENTO**

" Nunca consideres el estudio como un deber,  
sino como una oportunidad para aprender en el  
maravilloso mundo del saber" – *Albert Einstein*

## ÍNDICE

ADVERTENCIA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

PRESENAMIENTO

	Página
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
2.1. Planteamiento del Problema.....	3
2.2. Formulación del Problema .....	3
2.3. Delimitación.....	3
3. OBJETIVOS .....	4
3.1. Objetivo General .....	4
3.2. Objetivos Específicos.....	4
4. JUSTIFICACIÓN .....	4
CAPÍTULO I	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
1.1. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1.2. Nacional: Bolivia .....	6
1.1.2. Departamental: Tarija.....	11
1.1.3. Municipal: Entre Ríos .....	12
1.1.4. Cobertura de la tierra y uso del suelo.....	13
1.1.5. Pérdida de la cobertura Vegetal .....	13
1.1.6. Teorías identificación y evaluación de impactos ambientales .....	14

1.1.7. Teledetección o percepción remota.....	14
1.1.8. Componentes de un Sistema de Teledetección .....	14
1.1.9. Fundamento físico de la teledetección .....	16
1.1.10. El espectro Electromagnético.....	17
1.1.10.1. Regiones espectrales utilizadas para la observación remota de la tierra.....	17
1.1.11. Tipos de sensores .....	20
1.1.11.1. Sensores pasivos .....	20
1.1.11.2. Sensores activos .....	21
1.1.12. Resolución de los sensores remotos.....	21
1.1.12.1. Resolución espacial.....	21
1.1.12.2. Resolución espectral .....	23
1.1.13. Resolución radiométrica .....	23
1.1.14. Resolución temporal .....	24
1.1.15. Tipo de imágenes de teledetección .....	25
1.1.15.1. Imagen multiespectral (MS).....	25
1.1.15.2. Imagen pancromática (PAN).....	25
1.1.15.3. Imagen fusionada (PS).....	26
1.1.15.4. Imagen estéreo .....	27
1.1.16. Satélites .....	27
1.1.16.4. Imagen operacional de la Tierra (OLI) y el sensor térmico infrarrojo (TIRS) – LandSat 8.....	31
1.1.17. Procesamiento de Imágenes Satelitales.....	33
1.1.18. Técnicas de clasificación de imágenes.....	33
1.1.18.1. Clasificaciones Supervisadas: .....	33



1.1.18.2. Clasificaciones no Supervisadas .....	33
1.1.19. Tratamiento digital de imágenes satelitales .....	34
1.1.20. Análisis visual de imágenes de satélite .....	34
1.1.21. Sistema de Información Geográfica.....	34
1.1.23. Formato vectorial .....	37
1.1.24. Impactos sobre factores ambientales.....	37
2.1.25 Carácter de los impactos ambientales .....	38
2.1.26 Valoración de los impactos .....	38
2.1.27 Determinación de la Magnitud del impacto ambiental (Ma) .....	38
1.2. MARCO CONCEPTUAL.....	38
1.2.1. Análisis Multitemporal. ....	38
1.2.2. Actividad Antrópica. ....	39
1.2.3. Bosque.....	39
1.2.4. Cobertura Boscosa. ....	39
1.2.5. Deforestación .....	39
1.2.7. Imágenes Satelitales .....	40
1.2.8. Impacto Ambiental.....	40
1.2.10. Landsat .....	40
1.2.11. Landsat 5 .....	40
1.2.12. Landsat 8 .....	41
1.2.13. Recursos Forestales.....	41
1.2.14. Sistema De Información Geográfica (SIG).....	41
1.2.15. Teledetección. ....	42
1.3. MARCO LEGAL.....	43

1.3.1. Constitución Política Del Estado Plurinacional .....	43
1.3.2. Ley 1333 Ley Del Medio Ambiente .....	44
1.3.3. Ley Forestal Ley N.º 700 De 12 De Julio De 1996 .....	45
1.3.4. Reglamento General De La Ley Forestal.....	46
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODO</b>	
2.1 METODOLOGÍA .....	52
2.1.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	52
2.1.1.1. Ubicación Geográfica.....	52
2.2. MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARE.....	73
2.2.1. Cartográficos .....	73
2.2.2. Equipos.....	73
2.2.3. Software .....	73
2.3. DISEÑO METODOLOGICO .....	73
2.3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	74
2.3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	75
2.3.4.1. Técnica Documental.....	75
2.3.4.2. Técnica de Observación Remota.....	75
2.3.4.3. Técnica de Campo.....	75
Fase de Post – Campo .....	76
2.3.6. PROCESO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	76

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE LOS CAMBIOS DE USO EN LA COBERTURA BOSCOsa MEDIANTE S.I.G. .... 99

3.2. Cálculo de la Tasa De Deforestación y Pérdida de Cobertura Boscosa Para el Periodo 2010 - 2020 ..... 120

3.3. Identificación de los Impactos Ambientales más relevantes de la deforestación y Pérdida de Cobertura Boscosa. .... 123

3.4. Estrategias de Restitución de Bosques o Manejo Sostenible de Bosques ..... 129

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES ..... 135

4.2. RECOMENDACIONES ..... 137

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
CUADRO 1: Tasa de deforestación desde el año 1993 a 2007.....	6
CUADRO 2: Proyección de la Superficie y la Tasa de Deforestación.....	7
CUADRO 3: Cobertura de Bosque por Provincia y tasa de Deforestación.....	10
CUADRO 4: Características de la región espectral.....	19
CUADRO 5: Escala del mapa mediante la resolución espacial (m). ....	22
CUADRO 6: Característica imagen LandSat 4 y 5 .....	30
CUADRO 7: Característica imagen LandSat 8.....	32
CUADRO 8: División Político Administrativa del Municipio de Entre Ríos.....	54
CUADRO 9: Coordenadas de verificación en Campo del Área de Estudio .....	90
CUADRO 10: Componentes Ambientales en el área de influencia .....	94
CUADRO 11: Naturaleza del impacto .....	97
CUADRO 12: Información de las imágenes Satelitales del periodo 2010.....	99
CUADRO 13: Información de las imágenes Satelitales del periodo 2013.....	100
CUADRO 14: Información de las imágenes Satelitales del periodo 2015.....	100
CUADRO 15: Información de las imágenes Satelitales del periodo 2018.....	101
CUADRO 16: Información de las imágenes Satelitales del periodo 2020.....	101
CUADRO 17: Clase de Vegetación y superficie periodo 2010.....	103
CUADRO 18: Clase de Vegetación y superficie periodo 2013.....	106
CUADRO 19: Clase de Vegetación y superficie periodo 2015.....	109
CUADRO 20: Clase de Vegetación y superficie periodo 2018.....	112
CUADRO 21: Clase de Vegetación y superficie periodo 2020.....	115

CUADRO 22: Superficie Deforestada y Pérdida de Cobertura Boscosa por año .....	117
CUADRO 23: Tasa de deforestación y pérdida de cobertura boscosa por periodo...	122
CUADRO 24: Identificación de los impactos más relevantes de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa .....	124
CUADRO 25: Estrategias de restitución de bosques o manejo sostenible de bosque.....	129

## ÍNDICE DE MAPAS

	<b>Página</b>
MAPA N° 1 Ubicación geográfica y límites políticos administrativos.....	53
MAPA N° 2 Vegetación.....	62
MAPA N° 3 Suelos.....	71
MAPA N° 4 Pendiente.....	72
MAPA N° 5 Imagen satelital landsat 5 2010 del municipio de entre ríos de la provincia O'Connor.....	82
MAPA N° 6 Imagen satelital landsat 8 2013 del municipio de entre ríos de la provincia O'Connor.....	83
MAPA N° 7 Imagen satelital landsat 8 2015 del municipio de entre ríos de la provincia O'Connor.....	84
MAPA N° 8 Imagen satelital landsat 8 2018 del municipio de entre ríos de la provincia O'Connor.....	85
MAPA N° 9 Imagen satelital landsat 8 2020 del municipio de entre ríos de la provincia O'Connor.....	86
MAPA N° 10 Estimación de la Deforestación y pérdida de cobertura boscosa para el Periodo 2010.....	102
MAPA N° 11 Estimación de la Deforestación y pérdida de cobertura boscosa para el Periodo 2013.....	105
MAPA N° 12 Estimación de la Deforestación y pérdida de cobertura boscosa para el Periodo 2018.....	108
MAPA N° 13 Estimación de la Deforestación y pérdida de cobertura boscosa para el Periodo 2015.....	111
MAPA N° 14 Estimación de la Deforestación y pérdida de cobertura boscosa para el Periodo 2020.....	114

MAPA N° 15. Mapa de puntos de control y vista de Campo.....119

## ÍNDICE DE IMÁGENES

	<b>Página</b>
IMAGEN 1: Componentes de un Sistema de Teledetección.....	16
IMAGEN 2: Espectro Electromagnético.....	18
IMAGEN 3: Sensor pasivo de un satélite.....	20
IMAGEN 4: Sensor activo de un satélite.....	21
IMAGEN 5: Resolución espacial – Comparación de tamaño de pixel de una imagen..	22
IMAGEN 6: Comparación de bandas ASTER y LANDSAT ETM+.....	23
IMAGEN 7: Comparación de bandas SENTINEL 2, LANDSAT 7 y 8.....	23
IMAGEN 8: Resolución radiométrica: comparación en los niveles de grises o niveles digital (ND) de una imagen (UNESCO RAPCA) .....	24
IMAGEN 9: Estructura de las imágenes multiespectrales.....	25
IMAGEN 10: Ejemplo de Imagen pancromática (PAN).....	26
IMAGEN 11: Ejemplo de Imagen fusionada (PS).....	26
IMAGEN 12: Ejemplo de Imagen estéreo.....	27
IMAGEN 13: Componentes de una imagen digital.....	28
IMAGEN 14: Misión cronológica Landsat.....	29
IMAGEN 15: Formatos de almacenamiento de datos espaciales.....	35
IMAGEN 16: Ejemplo de Formato Ráster.....	36
IMAGEN 17: Ejemplo de Tamaño de pixel.....	36
IMAGEN 18: Ubicación del área en el portal web USGS (united states geological survey) .....	77
IMAGEN 19: Ubicación del área de interés en una imagen landsat 8.....	78
IMAGEN 20: creación del shp con el nombre de puntos .....	87



IMAGEN 21: Clasificación Supervisada.....88

IMAGEN 22: Puntos de control.....89

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO –1** MAPA DE IMÁGENES SATELITALES POR AÑO

**ANEXO – 2** FOTOGRAFÍAS