



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**DEGRADACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LAS ÁREAS
NATURALES PROTEGIDAS DE LA REGIÓN PUNO DURANTE
EL PERIODO 2000 – 2022**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. OCTAVIO ALANOCA DAMASCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO - PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

DEGRADACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE LA REGIÓN PUNO DURANTE EL PERIODO 2000 – 2022

AUTOR

OCTAVIO ALANOCA DAMASCO

RECuento DE PALABRAS

21972 Words

RECuento DE CARACTERES

118989 Characters

RECuento DE PÁGINAS

146 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

20.0MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 26, 2024 9:37 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 26, 2024 9:40 PM GMT-5

● 17% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


Dr. German Belizario Quispe
DOCENTE - UNA - PUNO




Dr. EDILBERTO VELARDE COAQUIRA
Director Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería Agrícola - UNA - Puno

[Resumen](#)



DEDICATORIA

Al padre celestial a darme la vida, por ser mi mentor y la oportunidad de adquirir cognición y sapiencia.

A mi padre Rufino y mi madre Bernardina por sus apoyos en mi decisión y hacer de mí la persona de lo que soy, por estar siempre en todo instante a mi lado.

A mis familiares en general, por estar pendiente siempre de mí buscando la manera de exhortar para la culminación de mis proyectos de tesis.

A mis hermanos Reymundo, Roberto, Gumerciendo y Julia por sus apoyos que continuamente me han brindado.

Octavio Alanoca Damasco



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a padre celestial por ser quien mentor en mi camino y es la fortaleza en mi interior que me impulsa día a día a doblregar y sobresalir de las trabas que se presentaron en la vida cotidiana.

A nuestro Universidad Nacional Altiplano Puno y plana de educadores de la carrera Ingeniería Agrícola, a lo largo de nuestro aprendizaje académico nos brindó conocimientos y sabidurías para ser profesionales con valores integro y Principios.

Al Dr. Belizario Quispe, Germán por su hermandad y fe para la ejecución del presente trabajo de investigación que es tesis.

A mis padres por orientarme, apoyarme y depositarme su absoluta confianza en la realización de esta tesis, brindándome vigor para su culminación.

A mis hermanos Reymundo, Roberto, Gumerciendo y Julia, porque siempre estuvieron ahí en todo momento animarme.

A todas las personas que estaban presente conmigo en los peores momentos y siempre me apoyaron.

Octavio Alanoca Damasco



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	17
ABSTRACT.....	18
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA	23
1.2.1. Problema general	23
1.2.2. Problemas específicos.....	23
1.3. HIPÓTESIS	23
1.3.1. Hipótesis general.....	23
1.3.2. Hipótesis específicas.....	23
1.4. JUSTIFICACIÓN	24
1.5. OBJETIVOS.....	24
1.5.1. Objetivo general	24
1.5.2. Objetivos específicos	25



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACION	26
2.1.1.	Internacionales	26
2.1.2.	Nacionales	28
2.1.3.	Regionales	31
2.2.	MARCO TEÓRICO	34
2.2.1.	Cobertura vegetal.....	34
2.2.2.	Sistemas de información geográfica (SIG) y la cobertura vegetal	35
2.2.2.1.	Análisis multitemporal de la cobertura vegetal.....	36
2.2.2.2.	Factores que afectan el comportamiento espectral de la vegetación	37
2.2.2.3.	Índice de vegetación normalizada	37
2.2.2.4.	Proyección de pérdidas de la cobertura vegetal	39
2.2.3.	Áreas naturales protegidas (ANP)	40
2.2.3.1.	ANP de administración Nacional.....	42
2.2.3.2.	Áreas de Conservación Regional (ACR)	42
2.2.3.3.	Áreas de Conservación Privada (ACP).....	44
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	45
2.3.1.	Cobertura vegetal.....	45
2.3.2.	Índice de vegetación normalizada (NDVI).....	45
2.3.3.	Imágenes satelitales	45
2.3.4.	Áreas Naturales Protegidas (ANP)	45
2.3.5.	Sistemas de información geográfica (SIG).....	46



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO.....	47
3.1.1. Límites.....	48
3.1.2. Vías de comunicación y accesibilidad.....	48
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	49
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	50
3.4.1. Población	50
3.4.2. Muestra	50
3.5. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	50
3.5.1. Determinación de los cambios de la degradación de la cobertura vegetal en las ANP de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022.	50
3.5.2. Proyección de los cambios de la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022.....	56

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CAMBIOS DE LA DEGRADACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	57
4.2.1. Degradación de la cobertura vegetal en el ANP Bahuaja Sonene	85
4.2.2. Degradación de la cobertura vegetal en el ANP Bahuaja Sonene (Periodo Avenidas)	91
4.2.3. Degradación de la cobertura vegetal en el ANP del lago Titicaca (Periodo de Estiaje).....	96



4.2.4. Degradación de la cobertura vegetal en el ANP del lago Titicaca (periodo de Avenida)	101
4.2.5. Degradación de la CV en el Área Conservación Regional Cerro Khapia (Periodo de Estiaje)	105
4.2.6. Degradación de la CV en el área de conservación regional en Cerro Khapia (Periodos de Avenidas)	110
4.3. PROYECCIÓN DE UN ESCENARIO FUTURO AL AÑO 2030 DE LOS CAMBIOS DE LA DEGRADACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE LA REGIÓN PUNO. ...	115
4.3.1. Degradación de la cobertura vegetal en el ANP Bahuaja Sonene al año 2030	115
4.3.2. Degradación de la cobertura vegetal en el ANP del lago Titicaca al año 2030.....	118
4.3.3. Degradación de la cobertura vegetal en el ACR Cerro Khapia al año 2030.	121
V. CONCLUSIONES	126
VI. RECOMENDACIONES.....	127
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128
ANEXOS.....	133

Área: Ingeniería y tecnología

Línea: Medio ambiente

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 04 de julio de 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Valores estandarizados de NDVI por tipo de cobertura vegetal.....	39
Tabla 2 Categorías territoriales según el PNCBMCC.	41
Tabla 3 Vías de comunicación y accesibilidad a las áreas naturales protegidas por el estado	48
Tabla 4 Áreas naturales protegidas por el estado en la región de Puno.....	51
Tabla 5 Cobertura vegetal en el ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2000 – 2022)- Periodo de Estiaje.....	86
Tabla 6 Cobertura vegetal en el ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2001 – 2020) – Periodo Avenida.	91
Tabla 7 Cobertura vegetal en el ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022) – Periodo de Estiaje	97
Tabla 8 Cobertura vegetal en el ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022) – Periodo Avenidas.....	102
Tabla 9 Cobertura vegetal en el ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022) – Periodo de Estiaje	106
Tabla 10 Cobertura vegetal en el ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022) – Periodo de Avenida.	111



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Características de las ACR.....	43
Figura 2 Características de las ACP	44
Figura 3 Mapa de ubicación de la región de Puno	47
Figura 4 Áreas naturales protegidas	52
Figura 5 Imagen satelital Landsat	53
Figura 6 Corrección atmosférica	54
Figura 7 La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2000.....	58
Figura 8 La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2002.....	59
Figura 9 La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2003.....	60
Figura 10 La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2004.....	61
Figura 11 La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2005.....	62
Figura 12 La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2006.....	63
Figura 13 La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2007.....	64
Figura 14 La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2008.....	65



Figura 15	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2009.....	66
Figura 16	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2010.....	67
Figura 17	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2011.....	68
Figura 18	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2012.....	69
Figura 19	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2013.....	70
Figura 20	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2014.....	71
Figura 21	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2015.....	72
Figura 22	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2016.....	73
Figura 23	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2017.....	74
Figura 24	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2018.....	75
Figura 25	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2019.....	76
Figura 26	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2020.....	77



Figura 27	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2021	78
Figura 28	La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2022.....	79
Figura 29	Cobertura vegetal en las ANP de la región Puno – año 2001 Periodo de Avenida.....	80
Figura 30	Cobertura vegetal en las ANP de la región Puno – año 2005 Periodo de Avenida.....	81
Figura 31	Cobertura vegetal en las ANP de la región Puno – año 2010 Periodo de Avenida.....	82
Figura 32	Cobertura vegetal en las ANP de la región Puno – año 2015 Periodo de Avenida.....	83
Figura 33	Cobertura vegetal en las ANP de la región Puno – año 2020 Periodo de Avenida.....	84
Figura 34	Superficie sin vegetación del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2000 – 2022).	87
Figura 35	Superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2000 – 2022).	87
Figura 36	Superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2000 – 2022).	88
Figura 37	Superficie con vegetación densa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2000 – 2022).....	88
Figura 38	Superficie sin vegetación del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2001 – 2020) - Periodo de Avenida	92



Figura 39 Superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2001– 2020) - Periodo de Avenida	93
Figura 40 Superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2001 – 2020) - Periodo de Avenida	94
Figura 41 Superficie con vegetación densa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2001 – 2020) - Periodo de Avenida.....	95
Figura 42 Superficie sin vegetación del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022) – Periodo de Estiaje.....	98
Figura 43 Superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022) – Periodo de Estiaje.....	98
Figura 44 Superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022) – Periodo de Estiaje.....	99
Figura 45 Superficie sin vegetación del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022).....	102
Figura 46 Superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022).	103
Figura 47 Superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022).	104
Figura 48 Superficie sin vegetación del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022).	107
Figura 49 Superficie con vegetación dispersa del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022).	107
Figura 50 Superficie con vegetación semidensa del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022).	108



Figura 51 Cobertura vegetal en el ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022).	111
Figura 52 Superficie con vegetación dispersa del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022).	112
Figura 53 Superficie con vegetación semidensa del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022).	113
Figura 54 Superficie sin vegetación del ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene al año 2030.....	116
Figura 55 Superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene al año 2030	116
Figura 56 Superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene al año 2030	117
Figura 57 Superficie con vegetación densa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene al año 2030.....	117
Figura 58 Superficie sin vegetación del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca al año 2030.....	119
Figura 59 Superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca al año 2030	119
Figura 60 Superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca al año 2030	120
Figura 61 Superficie sin vegetación del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia al año 2030.....	122
Figura 62 Superficie con vegetación dispersa del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia al año 2030	122



Figura 63 Superficie con vegetación semidensa del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia al año 2030	123
Figura 64 Distrito de Huata de ANP. Reserva nacional de lago Titicaca	134
Figura 65 Distrito de Huata de ANP. Reserva nacional de lago Titicaca	134
Figura 66 Distrito de Huata a 200 Metros hacia oeste de la ciudad.....	135
Figura 67 Distrito de Huata a 1000 Metros hacia sur de la ciudad	135
Figura 68 Distrito de Coata de ANP. De la reserva nacional de Lago Titicaca.....	136
Figura 69 Distrito de Coata a 1000 metros hacia sur de la ciudad.....	136
Figura 70 Distrito de Coata a 500 metros hacia norte de la ciudad.....	137
Figura 71 Distrito de Coata a 500 metros hacia norte de esta ciudad	137
Figura 72 En Distrito Platería a 3500 m. hacia norte de la ciudad.....	138
Figura 73 Distrito de Platería a 1000 metros hacia noroete de esta ciudad.....	138
Figura 74 En Distrito Plateria a 3000 m. hacia norte de la ciudad.....	139
Figura 75 Distrito de Platería a 2000 metros hacia este de la ciudad.....	139
Figura 76 Lugar céntrico de Cerro Khapia laguna warawarani	140
Figura 77 Cerro Khapia laguna warawarani hacia 500 metros del sur del centro.....	140
Figura 78 Cerro Khapia laguna warawarani hacia 500 metros del sur del centro.....	141
Figura 79 Cerro Khapia laguna warawarani hacia 1000 metros del norte del centro	141
Figura 80 Comparación de los periodos tanto Estiaje y Avenida ANP de Bahuaja Sonene.....	142
Figura 81 Comparación de los periodos de Estiaje y Avenida en las ANP de Lago Titicaca.....	143
Figura 82 Comparación de los periodos de Estiaje y Avenidas en ACP de Cerro Khapia.	144



ACRÓNIMOS

- ANP:** Área Natural Protegida.
- ACR:** Áreas de Conservación Regional.
- PNBS:** Parque Nacional Bahuaja Sonene.
- RNLT:** Reserva Nacional del Lago Titicaca.
- RPCK:** Reserva Paisajística Cerro Khapia.
- L8:** Imagen Satelital landsat 8.
- SIG:** Sistema de Información Geográfica.
- NDVI:** Normalized Difference Vegetation Index (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada).
- SHP:** Shapefile.
- PNCBMCC:** Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático.
- MINAM:** Ministerio del Ambiente.
- SERFOR:** Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- SERNANP:** Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.
- SENACE:** Servicio Nacional de Certificación Ambiental.



RESUMEN

El presente estudio se realizó a razón de que en la región de Puno cuenta con un problema grave de degradación de la cobertura vegetal; en las áreas naturales protegidas por el Estado, amenazando dichos ecosistemas; en este contexto el objetivo general fue evaluar la variación de la degradación de la cobertura vegetal en las Áreas Naturales Protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022. Representando las áreas naturales protegidas para determinar los cambios de la degradación de su cobertura vegetal; todo ello realizado con imágenes satelitales Landsat 8; para posteriormente realizar su proyección al año 2030. Siendo resultante que existen dos áreas naturales protegidas: 1) ANP distribuida en el parque nacional Bahuaja-Sonene - PNBS (797709.52ha); además el ANP – Reserva Nacional del Lago Titicaca - RNLT (67897.34ha) y 2) ACR denominada Reserva Paisajística Cerro Khapia - RPCK (18313.79ha); presentando una degradación de cobertura vegetal durante el periodo 2000 al 2022, en el ANP – PNBS de 266.99ha; en el ANP- RNLT de 15356.64ha y en el ACR – RPCK de 9420.56ha; y al año 2030 cada una de ellas presentaran una degradación de la cobertura vegetal de: 468.53ha; 14317.70ha; 9556.34ha, respectivamente para cada área natural protegida. Concluyendo que existe una tendencia creciente de la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas por el estado en la región de Puno.

Palabras clave: Degradación de la cobertura vegetal, áreas naturales protegidas, imágenes satelitales Landsat, escenario futuro.



ABSTRACT

This study was conducted because the Puno region has a serious problem of degradation of vegetation cover in natural areas protected by the State, threatening these ecosystems; in this context the overall objective was to assess the variation of degradation of vegetation cover in the Natural Protected Areas of the Puno region during the period 2000 - 2022. Representing the natural protected areas to determine the changes in the degradation of their vegetation cover; all this was done with Landsat 8 satellite images; to later make a projection to the year 2030. As a result, there are two natural protected areas: 1) ANP distributed in the Bahuaja-Sonene National Park - PNBS (797709.52ha); in addition to the ANP - Lake Titicaca National Reserve - RNLT (67897.34ha) and 2) ACR called Cerro Khapia Landscape Reserve - RPCK (18313.79ha); presenting a degradation of vegetative cover during the period 2000 to 2022, in the ANP - PNBS of 266.99ha; in the ANP- RNLT of 15356.64ha and in the ACR - RPCK of 9420.56ha; and by 2030 each of them will present a degradation of vegetative cover of: 468.53ha; 14317.70ha; 9556.34ha, respectively for each natural protected area. In conclusion, there is a growing trend of degradation of vegetation cover in the natural areas protected by the state in the region of Puno.

Keywords: Land cover degradation, natural protected areas, Landsat satellite images, future scenario.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La conservación de áreas naturales, en los actuales momentos pasa de ser una preocupación a una acción de interés común para todo ser viviente en nuestro planeta Tierra (Navarrete & Mejia, 2018), además de ello la deforestación, que puede ser causada por cambios en el uso del suelo, degradación, explotación de madera o simplemente la apropiación y adjudicación de propiedades, es un fenómeno social en lugar de ambiental. Esta afirmación puede ser beneficiosa pero también contradictoria, dependiendo de la formación y perspectiva de quien cree tener la razón (Caballero & Espinal, 2021).

Además, es importante destacar que la cobertura vegetal es uno de los principales componentes de los ecosistemas terrestres y es un valioso indicador para evaluar una variedad de procesos biofísicos, como la pérdida de biodiversidad, la desertificación, la erosión del suelo y la interacción vegetación-clima (Cruz, Curbelo, Ferrer, & Ávila, 2020).

Se han creado herramientas para evaluar la cobertura vegetal, como el análisis espectral de las cubiertas vegetales. Este análisis sirve como base para obtener una serie de índices que se basan en el contraste entre las bandas del espectro (Chariarse & Chariarse, 2021); y que los índices espectrales de vegetación, que se calculan mediante la combinación matemática de dos o más bandas de una imagen satelital multiespectral, presentan las características de la vegetación de manera más nítida y facilitan su aislamiento de otras cubiertas y la evaluación de su estado. Los índices y productos de la vegetación creados a partir de estas técnicas de percepción remota han sido una de las formas más efectivas de evaluar el estado de la vegetación (Zhiminaicela, Quevedo, & Morocho, 2020).



En este escenario, el Índice de Vegetación Normalizada (NDVI) es el índice más utilizado para describir la salud vegetal y otros parámetros (Caballero & Espinal, 2021). Su fórmula lo hace aplicable en una amplia gama de condiciones porque normaliza la diferencia entre la reflectancia en el rojo (centrada en 670 nm) y el infrarrojo cercano (centrada en 860 nm), que son las regiones de mayor reflectancia y absorción de clorofila (Giraldo & Vasquez, 2020). Sus valores van de cero a uno, con valores negativos para el agua y valores cercanos a cero para el suelo desnudo, las nubes, la nieve o el concreto (Flores, 2019). El rango común para la vegetación se encuentra entre 0.2 a 0.8 (por encima del cual se tiende a saturar en bosques tropicales). Al representar la fotosintética, este índice está relacionado con la biomasa, la productividad primaria neta, el secuestro de carbono, el estrés hídrico de la vegetación y la biodiversidad de los ecosistemas (Lange, 2018).

Además de ello para Dichos estudios se realizan mediante el uso de las Tecnologías de Información Geográfica (TIGs) y ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que son "herramientas", "tecnologías" o "sistemas" que ayudan en la toma de decisiones en varios escenarios. de la sociedad y permiten estructurar y visualizar la información espacial dentro de un espacio geográfico, como características topográficas, uso del suelo, redes (Carrillo & Choquehuanca, 2019).

Pocas investigaciones han utilizado las ventajas de las técnicas de percepción remota y los índices de vegetación en la región de Puno para describir la dinámica de las formaciones vegetales, los cambios en la cobertura de vegetación, entre otros aspectos.

En consecuencia, el objetivo principal de esta investigación es evaluar las variaciones en la degradación de la cobertura vegetal en las Áreas Naturales Protegidas de la región Puno entre 2000 y 2022. Para llevar a cabo este estudio, se recopiló



información de diversas fuentes, como artículos, libros, sitios web y la descarga de imágenes satelitales Landsat.

El trabajo de investigación está compuesto por cuatro capítulos, que se enumeran a continuación: El capítulo I ofrece una introducción, delimita el problema de estudio, formula el problema, las hipótesis, la justificación y especifica los objetivos alcanzados, lo que es un resumen de la importancia del estudio. El Capítulo II aborda temas relacionados con el tema de estudio, antecedentes y marco teórico, así como términos básicos. El Capítulo III analiza la metodología de la investigación, especificando el tipo y diseño de la investigación, técnicas e instrumentos, población y muestra, procedimientos y procesamiento de datos. Y el capítulo IV, que presenta los hallazgos y discusiones del trabajo de investigación actual.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la razón principal de la pérdida de cobertura vegetal a nivel mundial; es la actividad antrópica como la agricultura, minería, la tala ilegal, crecimiento de zonas urbanas, entre otros. (Ayca & Castro, 2021); dichos cambios están teniendo un impacto negativo en la vegetación natural y han llevado a la erosión, degradación y desertificación de los suelos, lo que ha llevado a que seis millones de hectáreas se convierten en desiertos anualmente en todo el mundo (Loza & Huamán, 2021). Esta situación está generando una variedad de efectos en los sistemas socioeconómicos y ambientales, con impactos significativos en la sustentabilidad, la seguridad alimentaria, la biodiversidad y la vulnerabilidad de los ecosistemas y las personas a los procesos de cambio ambiental global (Rosales, 2017).

En Perú también se presenta esta situación, según información, mapas satelitales y datos cuantitativos recopilados, se estima que la tasa de pérdida de cobertura vegetal es



de 113000 hectáreas anuales (SERFOR, 2015); debido a esto, la erosión, la contaminación del aire y del agua, la liberación de CO₂ a la atmósfera, la pérdida de flora y fauna y el aumento de la temperatura son los efectos de esta situación (Ayca & Castro, 2021); además de ello el país es susceptible al cambio climático; lo cual está agravando la situación en el desarrollo de la vegetación (De la cruz & Gamarra, 2021); a pesar de esto, el gobierno peruano administra 406 áreas naturales protegidas que representan el 17.26% del área total del país. Aunque estas áreas naturales son efectivas para detener la pérdida de cobertura vegetal, también hay pérdidas de cobertura vegetal, aunque estas son mínimas en comparación con las afueras de cada área natural protegida (Tafur, Variación de la cobertura vegetal boscosa del santuario histórico bosque de Pomac - Shbp, del año 2008 al año 2015, 2017).

La provincia de Puno también sufre de la degradación o pérdida de vegetación, lo que se refleja en una superficie degradada de 59.579 has en 1995 (0.9%), 132.397 has en 2005 (2%) y 244.934 has en 2015. Este problema está poniendo en peligro los ecosistemas y provocando el deterioro del mismo (Gore Puno, 2015). En 2015, se mencionaron áreas de recuperación en la zona debido a la presencia de ecosistemas degradados debido a los RRSS, pasivos ambientales, aguas residuales, zonas quemadas, deforestación y problemas relacionados con la Capacidad de Uso Mayor y Uso Actual de Tierras. Estas áreas representan un 6.7% de la superficie del departamento de Puno (Romo, 2018).

El objetivo del presente estudio es evaluar la disminución de la cobertura vegetal causada por la degradación y servir como base para una gestión sustentable de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad y la reducción de los efectos en los ecosistemas y el cambio climático.



1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la variación de la degradación de la cobertura vegetal en las Áreas Naturales Protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles son los cambios de la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022?

¿Cómo proyectar un escenario futuro al año 2030 de los cambios de la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas de la región Puno?

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis general

Existe una variación de disminución significativa de la cobertura vegetal de las Áreas Naturales Protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022.

1.3.2. Hipótesis específicas

Los cambios de la degradación de la cobertura vegetal van en decrecimiento en las áreas naturales protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022.



La proyección de un escenario futuro al año 2030 de los cambios de la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas de la región Puno; estará en base a la tendencia.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Actualmente en Puno, aún no se han llevado a cabo investigaciones sobre los cambios en la cobertura vegetal causados por la degradación de las áreas naturales protegidas por el estado. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo esta investigación para evaluar, verificar y determinar los cambios en la vegetación a través de técnicas de sensores remotos, utilizando imágenes satelitales Landsat para determinar los cambios la degradación que se han producido en el transcurso del tiempo, aplicando técnicas de Teledetección con el software QGIS; además, al realizar la proyección al año 2030.

Además, esta información generará preocupación en futuros investigadores y entidades competentes para que se tomen medidas para proteger los derechos de la naturaleza al conservar, restaurar, proteger y hacer uso sostenible de los recursos naturales para las generaciones actuales y futuras. La conservación de los ecosistemas es importante, y esta investigación busca ayudar a conservar estos ecosistemas de manera sostenible.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la variación de la degradación de la cobertura vegetal en las Áreas Naturales Protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022.



1.5.2. Objetivos específicos

Determinar los cambios de la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022.

Proyectar un escenario futuro al año 2030 de los cambios de la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas de la región Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACION

2.1.1. Internacionales

Zhiminaicela, Quevedo, & Morocho (2020), con el objetivo de medir la deforestación y los cambios en la cobertura vegetal en el archipiélago de Jambelí utilizando imágenes satelitales Landsat-8. Se utilizó el paquete RStoolbox del software RStudio y las imágenes satelitales Landsat 8 para analizar los cambios en la cobertura vegetal del Archipiélago de Jambelí al año 2019, debido a su importancia ambiental, económica y social. También se analiza la literatura para describir las causas de la degradación de la cobertura vegetal. Los índices SAVI, los valores NDVI menores a -0.1 y los NDWI mostraron mejores resultados visuales. La utilización de piscinas artificiales para la producción de camarón y la extracción de moluscos y crustáceos es la principal causa de la deforestación de los manglares. Además, las políticas y los conflictos socioeconómicos y ambientales entre los pobladores y la industria acuícola contribuyeron a la degradación del ecosistema natural.

Cruz, Curbelo, Ferrer, & Ávila (2020), en su investigación, con el propósito de explicar las variaciones del NDVI en Cuba tanto en área como en tiempo, según los tipos de vegetación o la cobertura del suelo. El análisis temporal se dividió en dos categorías: plurianual y anual. 10 000 puntos aleatorios se utilizaron para agrupar los valores del índice según el uso del suelo, la formación de plantas y la altitud. Se tomaron muestras de 23 áreas naturales protegidas con



la mayor representación de área terrestre. El índice tuvo un promedio global de $0,702 \pm 0,198$, con el 71% de los valores superiores a 0,60. Las áreas utilizadas por humanos tuvieron valores de índice diez por ciento más bajos que la vegetación natural. Solo los manglares tuvieron valores superiores a 0,8. No hubo una evaluación significativa entre la altitud y los valores NDVI. Las áreas protegidas exhibieron varios valores de índice según su gestión y categoría de extensión. Las coberturas utilizadas pueden servir como base para estudios adicionales sobre la distribución de la flora y fauna en Cuba.

Álvarez (2018), determino la variación de la cobertura vegetal del PNM durante 30 años, para lo cual se utilizaron tres imágenes satelitales Landsat, ortofotografías e índices de vegetación para medir las tasas de cambio para los períodos 1986-2000, 2000-2016 y 1986-2016. También se llevó a cabo la clasificación supervisada de imágenes en 2016 con el fin de establecer los límites de los índices, la cual consistió en identificar y verificar las coberturas en el campo sobre la distribución de la flora y fauna en Cuba. Los hallazgos sugieren que el PNM ha perdido 195.28 ha de vegetación natural a lo largo de los últimos 30 años, con la mayoría de los cambios ocurridos entre 1986 y 2000, con una pérdida anual de 181.20 ha/año, lo que lo convierte en el bosque seco más vulnerable a la pérdida de vegetación natural. El 73.82% de la pérdida de vegetación natural se concentra en zonas de muy alta y alta susceptibilidad, que se encuentran cerca de poblados y vías, como el Valle de Buena Vista de la Comuna de Agua Blanca. Este análisis geoespacial permitió crear una cartografía de susceptibilidad a variación de cobertura vegetal del PNM.

Rosales (2017), para estudiar las diferencias en el uso del suelo y la cobertura vegetal en la cuenca del río Tahuando. Se utilizaron métodos de



teledetección para detectar estas variaciones en las imágenes satelitales de 1991, 2001 y 2017. Además, se enumeran cinco categorías de razones principales que intervienen en el cambio de uso del suelo: agricultura, ganadería, zonas pobladas, cuerpos de agua y cobertura vegetal, que se calcularon para cada imagen satelital. Con el método de clasificación supervisada, se obtuvo en 2017 una imagen satelital OLI de 16.826 hectáreas de agricultura, 2.479 de ganadería y 3.719 de cuerpos de agua en zonas pobladas los cuerpos de agua ocuparon 232 hectáreas, y la cobertura vegetal 11.801 hectáreas. Además, Se estimó que la tasa de deforestación entre 1991 y 2017 fue del 0,12%, lo que significó una disminución de 15 hectáreas por año como resultado de cambios en el uso del suelo o la pérdida de cobertura vegetal. Para comprender los cambios que sufrirá la cuenca hidrográfica, se realizó una predicción desde 2017 hasta 2031. Esta predicción mostró que la cobertura vegetal de la cuenca experimentará cambios tanto positivos como negativos en los próximos 14 años. La pérdida anual de 17 hectáreas de agricultura y 18 hectáreas de cobertura vegetal refleja esto. De igual forma, habrá un aumento de 0,35 hectáreas anuales para áreas ganaderas y 32 hectáreas anuales para áreas urbanas.

2.1.2. Nacionales

Chariarse & Chariarse (2021), determino Los cambios en la cobertura vegetal se presentaron en la cuenca Chuyapi entre 1992 y 2015. Se descubrió que la mayor variación en la unidad de cobertura fue mosaico de tierras de cultivo (más de 50%), vegetación natural (más de 50%), tierras de cultivo (más de 50%), vegetación natural (más de 50%), tierras de cultivo (más de 50%), vegetación natural (más de 50%), y tierras de cultivo (más de 50%). tiene una variación de 0,45 km², lo que representa una tendencia positiva en porcentaje del 11,36%. En



cuanto al coeficiente de escorrentía de la cuenca para la unidad de cobertura vegetal, el mínimo fue 0,3469 en 2015 y el máximo fue 0,3560 en 1992.

Caballero & Espinal (2021), efectuó su estudio para estimar la variación de la cobertura vegetal por la actividad minera en Shiracmaca Village desde 2000 hasta 2021 utilizando imágenes satelitales, justificándose en la Ley General del Ambiente, que busca asegurar un ambiente saludable a través de políticas y gestión ambiental, La investigación se basó en un diseño metodológico no experimental de corte longitudinal, utilizando la fotointerpretación como técnica y una ficha de observación. Los datos se analizaron utilizando el método corine Land Cover y los NDVI en los softwares ENVI, ArcGIS y ArcGIS. Como resultados, se descubrió que la variación de la cobertura vegetal para el año 2021 fue causada principalmente por las áreas artificializadas, como la expansión minera y la expansión urbana, con un 42.06% del área total del pueblo de Shiracmaca, seguido por un 11.29%. de variación de los cultivos transitorios varió, un 24,18% de variación de los bosques y un 22,48% de variación de los pastos. La consistencia de mapas demostró resultados eficientes con un 92,24% de precisión y un valor del índice Kappa de 0,92.

De la Cruz & Gamarra (2021), efectuó su investigación tenía como objetivo determinar el impacto de la variabilidad atmosférica en la cobertura vegetal del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa entre 1990 y 2020, lo que requería el análisis de imágenes satelitales mediante el cálculo de NDVI, clasificación supervisada para ser correlacionada mediante Rho de Spearman con datos de condiciones atmosféricas en el área de estudio de los últimos 30 años. Se encontró un aumento de 0.05°C/año en la cobertura vegetal. La calificación Rho de Spearman mostró una valoración significativa entre la categoría vegetación



dispersa/CO₂ (0.607), vegetación dispersa/vapor de agua (0.593) y una valoración fuerte entre bosque subhúmedo de montaña/precipitación (0.786) y matorral arbustivo semiárido/vapor de agua (-0.778), entre otros, lo que indica que la variabilidad atmosférica tiene un impacto puntual y discriminado en la cobertura vegetal atmosféricas en el área de estudio de los últimos 30 años. Se encontró un aumento de 0.05°C/año en la cobertura vegetal.

Córdova & Sánchez (2020), analizo la investigación se llevó a cabo en la cuenca del río Neshuya, ubicada en la latitud 8°38'21"S y longitud 74°57'52"O, entre los distritos de Campo Verde, Neshuya, Curimana y Alexander Von Humboldt, con una superficie de 114611.20 ha, en las provincias de Coronel Portillo y Padre Abad en el departamento de Ucayali, y se dividió en dos periodos: 2010 al 2013 y 2015 al 2018. El estudio se llevó a Se utilizó la metodología CORINE Land Cover adaptada al Perú por el Ministerio del Ambiente para calcular las coberturas, procesando imágenes satelitales de los años 2010, 2013, 2015 y 2018 con instrumentos de la teledetección. Se identifican ocho coberturas: áreas urbanas, redes viales, palma aceitera, pastos, bosques, tierras vacías, áreas quemadas y superficies de agua. En el análisis se identificó como uno de los datos más significativos la disminución de la cobertura boscosa, que en 2010 incluía un área de 59 826 ha, pero se redujo a 19 993 ha en 2018, con una pérdida de 38 833 ha. Por otro lado, el crecimiento de la palma aceitera, que en 2010 alcanzó las 31 032 ha, pasó a 47 399 ha y alcanzó un área de 78 431 ha en 2018. Estos datos fueron validados por coeficiente de Kappa de 1.000 y una precisión general de 100% y la toma de muestra de 75 puntos aleatorios en campo con ayuda de equipo RPAS-Drone, para así obtener la más fina precesión de las coberturas en la cuenca.



Reátegui (2020), realizó una revisión del desempeño de las Categorías Territoriales en la región San Martín a través de un análisis de inhibición de la deforestación entre 2001 y 2017. Para lograr esto, analizó 171 Unidades de Gobierno distribuidas en grupos de 9 tipos pertenecientes a la Categoría Territorial; Además, utilizaron mapas basados en satélites de cobertura forestal para comparar la eficiencia de preservación de dichas Categorías con la distribución de la deforestación dentro y fuera de la muestra mientras se delimitaba un área de entorno (Buffer) de 3 km. Finalmente, agregó un indicador de eficacia para evaluar la eficacia de cada una de sus categorías territoriales. Los hallazgos muestran que las Áreas-Protegidas y las Concesiones-Conservación fueron más eficientes en promedio después de obtener tasas de deforestación de 9.46 a 6.99 veces mayores en el exterior que dentro de las reservas. Según los índices de eficiencia, las Áreas-Protegidas fueron "altamente efectivas", las Concesiones-Conservación y las Concesiones-Forestales fueron "débilmente efectivas", mientras que las Comunidades-Nativas y ZoCRES no fueron efectivas para prevenir diversas formas de disturbio forestal que se produjo en la región de San Martín entre 2001 y 2017. El contraste de variables reveló una significancia de ($p < 0,036$) para el efecto inhibitorio de la deforestación de las Categorías Territoriales analizadas a nivel mundial. Estos hallazgos confirman que el 75% de estos regímenes de gobernanza funcionan como herramientas efectivas de política privada-pública para evitar la deforestación.

2.1.3. Regionales

Santos (2022), estableció El objetivo es evaluar la eficiencia de conservación de las categorías territoriales (CT) en la región Puno a través de un análisis de inhibición de deforestación entre los años 2001 y 2020. Este análisis



utilizó mapas satelitales de cobertura forestal para comparar la distribución de la deforestación. tanto en el interior como en el exterior de las CT, por lo que se delimitó un área de entorno (Buffer) de 3 km para finalmente integrar un índice de efectividad para valorar la eficiencia de las CT. Los hallazgos indican que la región Puno cuenta con tres áreas naturales protegidas (ANP): el parque nacional Bahuaja Sonene y la reserva nacional del Lago Titicaca; el área de conservación regional ACR (Reserva Paisajística Cerro Khapia) y las áreas de conservación privada ACP (Taypipiña y Checca). Entre el 2001 y el 2020, la región Puno perdió 39 543.38 ha de bosque (3 348.20 ha en la CT-ANP y 36 195.18 ha fuera de la CTANP), con una tendencia de pérdida de bosque de 11.16% en la CT, producto de los drivers minería aurífera ilegal y cultivo ilegal de coca, evidenciando que la fracción deforestada en la CT, fue inferior con respecto a la deforestación afuera de la CT siendo 10.78 veces mayor. Concluyendo que la CT fue un instrumento efectivo para detener las diversas formas de perturbación forestal desenvuelta en la región Puno, y que su efecto inhibitor de la deforestación fue efectivo.

Loza & Huamán (2021), con el objetivo de caracterizar los cambios en el uso del suelo y la vegetación en el distrito altoandino de Cabana (Perú). Se calcula el tipo de vegetación según la especie predominante en la cobertura; Estas áreas, así como las formas de uso de suelo frecuentes, se cuantificaron mediante un análisis supervisado de imágenes Landsat con una resolución espectral de 30 m, obtenidas en los meses de marzo y abril de los años 2000, 2005, 2010 y 2016, y se utilizaron imágenes Landsat con una resolución espectral de 30 m. De las 12 500 iniciales, las áreas de seis asociaciones vegetales naturales han disminuido en 2000 ha. En 2000, la asociación *Muhlenbergetum fastigiatae* tenía la mayor cobertura (43,96%), pero en 2016, *Calamagrostio vicunaro - Festucetum*



dolichophyllae dominó (47,31%). Las áreas de cultivo aumentaron de 5133 ha (27%) a 7115 ha (37%) de la superficie distrital. Se extendieron suelos degradados de 35 a 120 ha, áreas con escasa vegetación de 17 a 30 ha y se redujeron los humedales de 179 a 29,7 ha. La cobertura de las ciudades aumenta a un 40,7% anual. El aprovechamiento del suelo sin un ordenamiento territorial comprometió el aprovechamiento sostenible de recursos naturales y dañó la vegetación.

Subía (2020), en su estudio para realizar un análisis multitemporal de los cambios en la cobertura vegetal y el uso de suelos en el PNBS y su ZA desde 1984 hasta 2018. En su creación se empleó la metodología modificada de MAPBiomias Perú, utilizando como herramienta la plataforma de Code Editor, que es parte de una plataforma geomática conocida como Google Earth Engine. Se considera un potente motor de procesamiento y análisis de imágenes satelitales, lo que facilita el procesamiento de datos debido a que procesa grandes cantidades de datos de información geoespacial. Para el análisis se utilizaron bandas multiespectrales de imágenes satelitales Landsat 4, 5, 7 y 8, así como índices de NDVI, NDWI, EVI2 y CAI. Utilizando el método de clasificación de Random forest. Según el Parque Nacional Bahuaja Sonene, entre 1984 y 2018, el 1,45% de su territorio total experimentó cambios por dinámicas de cobertura vegetal, mientras que el 0,32% experimentó cambios por sucesión vegetal. El suelo agrícola de la parte sur del PNBS crece a una tasa de 13 ha/año. En la zona de amortiguamiento, los resultados muestran un aumento significativo en los suelos agrícolas desde 2010. Se descubrió que entre 1984 y 2019, el 2,9 % de su territorio cambió su uso de suelos por la expansión de suelos agrícolas.



Giraldo & Vásquez (2020), En la cuenca alta del Ramis, Puno, Perú, se analizó la expansión territorial de la minería informal mediante imágenes satelitales. A pesar de que hay normas específicas para su formalización y regulación, sus efectos negativos han aumentado significativamente en los últimos doce años. Las tecnologías de teledetección son herramientas útiles y económicas para evaluar y analizar la problemática ambiental en un área tan extensa como el ámbito de interés (perteneciente a la hoya hidrográfica del lago Titicaca). De esta manera, se logró observar la evolución de la minería aurífera en esta zona mediante la cuantificación de la superficie que presentó cambios en el uso del suelo para la extracción de minerales.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cobertura vegetal

La capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, que incluye una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales, que van desde pastizales hasta áreas cubiertas por bosques naturales, se conoce como cobertura vegetal. Además, se incluyen coberturas vegetales inducidas por la acción humana, como áreas de cultivos (Subia, 2020).

Los factores climáticos y los suelos determinan cómo se distribuyen en la tierra. El clima y la vegetación están muy relacionados. Es tan crucial que se le asigne una denominación (nombre) a los climas en función del tipo de vegetación que crece en la región donde prevalecen. Por eso se habla de climas forestales, de sabana y de páramo, entre otros (Rosales, 2017).



Como se mencionó anteriormente, la cobertura vegetal es un manto verde formado por plantas que cubren áreas geográficas, que dependen de la interacción biótica y abiótica, experimentan un mayor o menor desarrollo de sus componentes. Estos componentes son muy frágiles y pueden desaparecer debido a la influencia de las actividades humanas, las cuales deben ser consideradas en los procesos de regulación de la cobertura vegetal (Navarrete & Mejia, 2018).

2.2.2. Sistemas de información geográfica (SIG) y la cobertura vegetal

Según Navarrete & Mejia (2018), "La unión de información en formato digital y herramientas informáticas (programas) para su análisis con unos objetivos concretos en el que la información aparece georreferenciada, es decir, incluye su posición en el espacio" es lo que define a los SIG.

Otra caracterización de SIG se encuentra en CIAT, IGAC, UE (2007), quienes expresan que son "un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente en la captura, almacenamiento, análisis, transformación y presentación de toda la información geográfica y sus atributos, con el fin de satisfacer múltiples propósitos" (De la Cruz & Gamarra, 2021).

Los SIG están compuestos por varios componentes, incluido el hardware y el software, que son el núcleo del proceso de análisis territorial en formato digital. El primero es una computadora con dispositivos de entrada y salida, mientras que el segundo es un conjunto de procesos realizados por una variedad de algoritmos y modelos que se ejecutan en programas y que utilizan la información para representarla en datos geográficos, como rastros que corresponden a imágenes satelitales.



2.2.2.1. Análisis multitemporal de la cobertura vegetal

El análisis multitemporal utiliza datos de sensores remotos, como imágenes satelitales o fotos aéreas que se registran en diferentes fechas para un mismo sitio (Rosales, 2017). Los elementos espaciales y de atributos trabajan juntos para analizar, comparar y mostrar los cambios durante un período de tiempo determinado. Estos cambios pueden provenir de los elementos espaciales o de las nuevas cualidades del tema en estudio; Se hace hincapié en la gran importancia de estos enfoques para el análisis espacial (Navarrete & Mejia, 2018).

Estos análisis generan representaciones cartográficas de los cambios en la cobertura vegetal que han ocurrido a lo largo del tiempo. Estos cambios muestran los efectos de las perturbaciones y/o conflictos de uso de suelo que se han producido en un área geográfica específica (Abreu, Cabrera, Fernández, & Icasitiniaga, 2017).

Los modelos espaciales multitemporales requieren dos componentes: el ráster y el vector. Las imágenes están representadas en píxeles o celdas, unidades mínimas que se denominan píxeles o celdas. Cada celda tiene una numeración asignada por un valor que permite identificar al objeto o variable. Las mallas interconectadas de píxeles están divididas en filas y columnas. El estudio de representación de superficies es lo que se usa más. haciendo posible el estudio de ciertas características, como la cobertura vegetal, ya que las áreas se distinguen entre sí cuando representan información temática similar (Torrachi, 2018). Por otro lado, El ráster puede mostrar datos temáticos o continuos, como uso del suelo o



continuos como elevaciones y temperaturas. Después, mediante el análisis de bandas espectrales de una imagen satelital, se puede analizar la cobertura vegetal y categorizar los diversos usos del suelo (ESRI, 2017); La información clasificada se puede usar en cualquier campo de estudio de la percepción remota porque se recibe de varios sensores a través de bandas espectrales de energía electromagnética (Abreu, Cabrera, Fernández, & Icasitiniaga, 2017); esta bandas pueden reflejar la sensibilidad de la clorofila, pues son útiles para identificar cambios en la vegetación (INEGI, 2017). Cada área u objeto de estudio refleja la energía electromagnética de manera diferente. La radiación que refleja o transmite tiene patrones únicos que ayudarán a identificar las variables de estudio (Caballero & Espinal, 2021).

2.2.2.2. Factores que afectan el comportamiento espectral de la vegetación

El comportamiento espectral de los suelos al descubierto se verá alterado por su contenido de humedad y coloración. En suelos secos, la reflectancia será mayor, mientras que en suelos con humedad será significativamente menor. La estructura de las hojas, tipos de pigmentos contenidos en humedad, también tiene su grado de alteración; su reflectancia es baja en el comportamiento espectral del agua (Chariarse & Chariarse, 2021).

2.2.2.3. Índice de vegetación normalizada

Rouse J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. i Deering, D.W. en el tercer simposio "Sistemas de monitorización de la vegetación en las Grandes

Llanuras con ERTS - NASA”, Washington, D.C.- 1973, Presentaron el Índice Normalizado Diferencial de la Vegetación (NDVI), que sostiene que la vegetación se comporta de manera diferente en cada longitud de onda de la banda espectral según su estado vegetativo, desarrollo alcanzado y ubicación al suelo (Tafur, 2017).

Además, la vegetación sana, de color verde oscuro, tiene bajos niveles de reflectividad del espectro de la banda roja y azul, alto en la banda verde y muy alto en el infrarrojo cercano, mientras que la vegetación enferma o estresada, de color verde amarillento, tiene bajos niveles de reflectividad del espectro de la banda roja y azul, alto en la banda verde y muy alto en el infrarrojo cercano (Tafur, 2017).

El NDVI, que se puede representar matemáticamente en la siguiente fórmula, se obtiene al combinar las bandas rojas e infrarrojas cercanas de la radiación reflejada sobre la radiación entrante. Este valor mide la densidad de cobertura vegetal:

$$NDVI (L8) = \frac{\rho_{b5} - \rho_{b4}}{\rho_{b5} + \rho_{b4}}$$

Donde:

NDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada

ρ_{b2} : Reflectancia en la banda 5 (infrarrojo).

ρ_{b5} : Reflectancia en la banda 4 (rojo).

Los valores del NDVI oscilan entre 0 y 1, con un cero (0) que indica una falta de vegetación (menor densidad) y un 1 que indica una alta

presencia de vegetación (mayor densidad). Las superficies sin vegetación son representadas por valores negativos.

Además, Campo & Marinas (2015), han establecido valores del NDVI para tipos de cobertura vegetal, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1

Valores estandarizados de NDVI por tipo de cobertura vegetal.

Valores de NDVI.	Descripción de coberturas vegetales
Menores de 0	Cuerpos No vegetales (Agua, minerales)
Entre 0 y 0.1	Áreas rocosas, arenosas, con mínima cobertura vegetal.
Entre 0.1 a 0.2	Áreas pobres con arbustos o pasturas naturales, cobertura rala.
Entre 0.2 a 0.3	Áreas con árboles y arbustos, cobertura Semi Denso.
Mayores 0.3	Áreas donde la vegetación se encuentra en un estado de gran vigor y densidad, cobertura Denso.

Fuente: (Campo & Marinas, 2015).

El valor del NDVI está relacionado con la actividad fotosintética: cuando hay fotosíntesis alta, la densidad de la cobertura vegetal aumenta y el valor del NDVI aumenta; cuando no hay fotosíntesis, el valor del NDVI disminuye, lo que indica una baja densidad de la cobertura vegetal o un estado de enfermedad o estrés en la planta (Campo & Marinas, 2015).

2.2.2.4. Proyección de pérdidas de la cobertura vegetal

El objetivo de la proyección es identificar las áreas con mayor probabilidad de ser afectadas por los procesos de conversión de los



ecosistemas naturales. Para lograr esto, se utiliza un modelo empírico que describa los procesos de conversión de la vegetación natural observados durante un período aproximado. También es importante destacar que la proyección tiene como objetivo proporcionar información sobre la tamaño, estructura, crecimiento y distribución de la población, así como sus características económicas, sociales y demográficas. Esta información se utilizará como base para crear planes de desarrollo generales y la creación de programas y proyectos por parte de organizaciones de los sectores público y privado (Rosales, 2017).

2.2.3. Áreas naturales protegidas (ANP)

Estas son áreas marinas o continentales del territorio nacional que hayan sido identificadas y reconocidas como tal, con sus zonificaciones y categorías, para la biodiversidad y otros valores culturales, científicos y paisajísticos, así como por su contribución al desarrollo sostenible. Se preservan in situ y forman parte del ordenamiento del territorio en conformidad con los objetivos de su creación (Ley N° 26834, 1997).

El Programa nacional de conservación de bosques (PNCBMCC) es una labor de monitoreo de bosques, une a las categorías territoriales de acuerdo a funciones y características, que se indican en la Tabla 2.



Tabla 2

Categorías territoriales según el PNCBMCC.

CATEGORÍAS TERRITORIALES	
ÁREAS PROTEGIDAS	NATURALES - Áreas Naturales Protegidas. - Áreas de Conservación regional. - Áreas de Conservación Privada.
COMUNIDADES Y CAMPESINAS	NATIVAS - Comunidades Nativas Tituladas. - Comunidades Campesinas Tituladas.
RESERVAS INDÍGENAS	
1.1 Concesiones con fines Maderables	
- Concesión Forestal – Maderable. - Concesión para reforestación.	
1.2 Concesiones con fines no Maderables	
BOSQUES PRODUCCIÓN PERMANENTE	DE - Concesión para Conservación. - Concesión para Ecoturismo. - Concesión de áreas de Manejo de Fauna Silvestre. - Concesión para otros productos del Bosque.
BOSQUES DE PRODUCCIÓN PERMANENTE EN RESERVA (futuras concesiones o bosques locales).	
PREDIOS RURALES	
ZONA ESPECIAL - Humedales de la Amazonía - Hidro mórficos	
NO CATEGORIZADO	

Fuente: (PNCBMCC, 2015)



2.2.3.1. ANP de administración Nacional

Son dirigidas por el gobierno central por medio de SERNANP (Reátegui, 2020). Las ANP de la Administración Nacional se dividen en dos categorías en la región Puno:

Parques nacionales- Son “áreas que constituyen muestras representativas de la diversidad natural del país y de sus grandes unidades ecológicas. En ellas, se protege con carácter intangible la integridad ecológica de uno o más ecosistemas, las asociaciones de flora y fauna silvestre y los procesos sucesionales y evolutivos, así 26 como otras características, paisajísticas y culturales, que resulten asociadas” (Reátegui, 2020).

Reservas nacionales- Refiere a áreas naturales protegidas que están en uso directo. Los planes de manejo permiten que las poblaciones locales utilicen los recursos naturales de manera tradicional y sostenible (SERNANP, 2019).

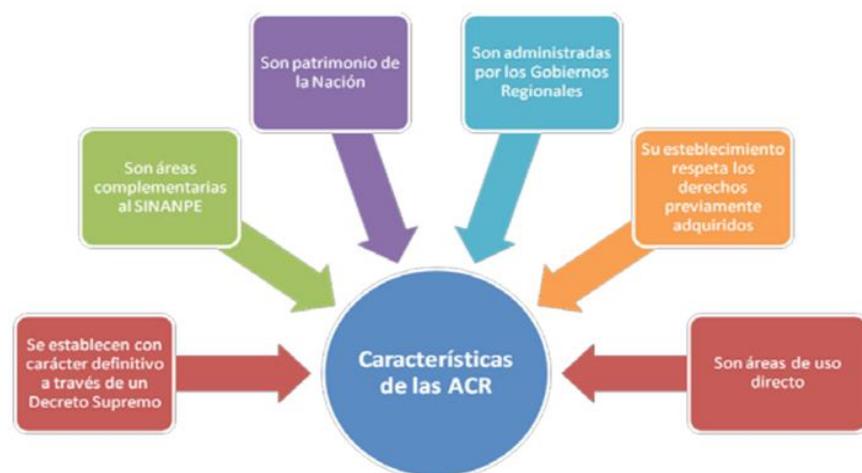
2.2.3.2. Áreas de Conservación Regional (ACR)

Las ACR son ANP de gestión regional y se encuentran en áreas que, aunque tienen una gran importancia ecológica, no cumplen con los criterios para ser designadas como ANP de administración nacional. Los gobiernos regionales tienen la capacidad de supervisar la creación de una ACR en su jurisdicción frente a SINANPE. En el marco de la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, se detalla lo que corresponde a estas instituciones gubernamentales «la función de regir las ANP en su

jurisdicción» (Ley N° 26834, 1997). Asimismo, estos espacios tienen la capacidad de preservar valores culturales, científicos y paisajísticos, ayudando a fortalecer la identidad cultural de los habitantes en su ámbito, preservando zonas de agrobiodiversidad y fomentando ocupaciones compatibles con las metas de preservación, como el turismo sostenible, la investigación aplicada y la educación ambiental, entre otras (SERNANP, 2013).

Figura 1

Características de las ACR



Fuente: (SERNANP, 2013)

Las ACR de administración regional están presentes en la región Puno en un tipo de categoría:

Zona reservada- Son áreas que, al reunir los requisitos para ser consideradas Áreas Naturales Protegidas, requieren estudios adicionales para determinar, entre otros, su categoría y expansión como tales, así como la viabilidad de su gestión (SERNANP, 2019).

2.2.3.3. Áreas de Conservación Privada (ACP)

La ACP es ANP compuesta por posesiones de propiedad privada constante y una vez que cumplan con los requisitos físicos y técnicos para su identificación (Ley N° 26834, 1997). Reside en hechos de gravamen voluntario sobre una propiedad específica que su propietario hace con el fin de colaborar con los objetivos de preservación ambiental del SINANPE. Se crea de manera temporal y es renovable durante al menos diez años. Contribuyen a la preservación de la biodiversidad y aumentan la oferta de educación e investigación científica, así como a la especialización del turismo. La designación de una ACP implica una serie de obligaciones para el dueño del terreno, incluidas las responsabilidades de conservación del terreno, y la falta de cumplimiento puede resultar en la pérdida del reconocimiento (MINAM, 2017).

Figura 2

Características de las ACP



Fuente: (SERNANP, 2014)



2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Cobertura vegetal

Las coberturas vegetales tienen como objetivo mejorar la capacidad productiva de los terrenos y reducir la erosión del suelo (Córdova & Sánchez, 2020).

2.3.2. Índice de vegetación normalizada (NDVI)

La relación entre la energía absorbida y emitida por los objetos terrestres se mide por el NDVI. El índice arroja valores de intensidad del verdor de la zona aplicando a las comunidades de plantas. También muestra la cantidad de vegetación presente en una superficie y su estado de salud o vigor vegetativo (Rosales, 2017).

2.3.3. Imágenes satelitales

Los satélites destinados a la observación de recursos naturales se mueven a una altitud de aproximadamente 700 km en dirección norte-sur y están equipados con varios sensores que captan la radiación solar que se refleja en diferentes áreas de la superficie terrestre y la dividen en diferentes bandas del espectro electromagnético. El satélite "observa" líneas de pequeños elementos a medida que avanza en su órbita, formando cuadros llamados imágenes satelitales (Córdova & Sánchez, 2020).

2.3.4. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Las ANP son áreas marinas y continentales del territorio nacional específicamente identificadas y declaradas como tal, con zonificaciones y



categorías, con el fin de preservar la biodiversidad y otros valores relevantes es cultural, científico y paisajístico, y para su contribución al desarrollo sostenible de la nación (Ley N° 26834, 1997).

2.3.5. Sistemas de información geográfica (SIG)

Utilizado por computadora, permite la adquisición, almacenamiento, manipulación y análisis de datos espaciales, así como su visualización y salida para su uso posterior según un requisito específico (Pozo, 2018).

CAPÍTULO III

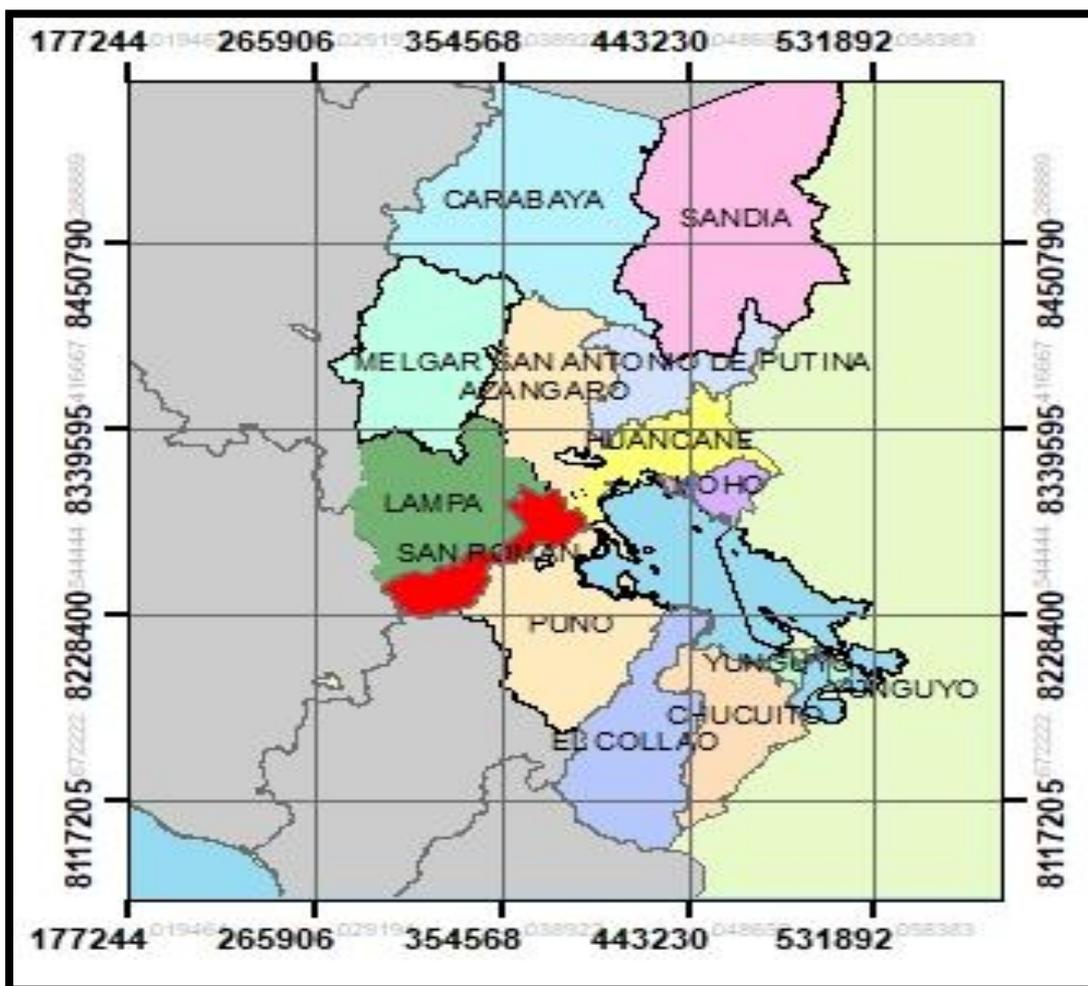
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona en estudio está ubicada en el departamento de Puno, en las Coordenadas Geográficas, Latitud: $15^{\circ}22'37.83''S$; Longitud: $69^{\circ}28'30.81''O$, a una altura promedio de 3837.00 – 4781.00m.s.n.m.

Figura 3

Mapa de ubicación de la región de Puno



3.1.1. Límites.

La región de Puno está rodeada de áreas naturales protegidas. La región de Madre de Dios limita al norte y la región de Tacna al sur. En dirección este se encuentra Bolivia, mientras que en dirección oeste se encuentran las zonas de Apurímac, Arequipa y Moquegua.

3.1.2. Vías de comunicación y accesibilidad

La siguiente tabla muestra las vías de comunicación y acceso al área en estudio (áreas naturales protegidas por el estado) desde la capital regional:

Tabla 3

Vías de comunicación y accesibilidad a las áreas naturales protegidas por el estado

PARTIDA	FIN	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VIA	MEDIO DE TRANSPORTE
Puno	Parque Nacional Bahuaje Sonene	223 km	4.00 h.	Carretera asfaltada	Bus/Automóvil
Puno	Reserva Nacional del Lago Titicaca	3 km	0.10 h	Carretera asfaltada	Bus/Automóvil
Puno	Reserva paisajística Cerro Khapia	132.00km	2.17 h.	Carretera asfaltada	Bus/Automóvil



3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicativo por que se buscará aplicar los conocimientos para proyectar la variación de cobertura vegetal para un escenario futuro; siendo en este caso para el año 2030.

Los estudios aplicativos se centran en aplicar los conocimientos de las teorías generales en la realidad, la cual ayuda a resolver las necesidades que aborda la sociedad (Baena, 2017).

Además, el diseño de la investigación no es experimental porque no se manipularon deliberadamente las variables para determinar su impacto en otras variables (Hernández & Mendoza, 2018).

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

a) Técnicas

En esta investigación, se utilizará principalmente la observación para obtener información, ya que se realizará una fotointerpretación de la degradación de la cobertura vegetal en la región de Puno a través de imágenes satelitales Landsat. Luego, se realizará una proyección para el año 2030. La revisión de tesis, artículos científicos, libros y páginas webs es otra técnica.

b) Instrumentos

- Software Microsoft Office.
- Software Microsoft Excel.
- Software QGIS.



3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

La degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas del estado en la región de Puno representa la población.

3.4.2. Muestra

En la región de Puno, se busca conocer la degradación de la cubierta vegetal en las áreas naturales protegidas por el Estado y hacer una proyección para el año 2030. Los resultados de esta investigación proporcionarán información relevante para futuras investigaciones con características similares. Para la toma de decisiones, se ha considerado que el tamaño de la muestra es el mismo que se especifica en la población.

3.5. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Para lograr los objetivos del estudio, se utiliza un procedimiento metodológico que recopila toda la información necesaria de diversas fuentes, como tesis, libros, artículos científicos y páginas web.

3.5.1. Determinación de los cambios de la degradación de la cobertura vegetal en las ANP de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022.

La metodología utilizada para alcanzar el objetivo actual se dividió en varias etapas, que se detallan a continuación:

a) Representación de las áreas naturales protegidas

Para lograr este objetivo, se descargarán los datos de las áreas naturales protegidas por el estado en la región de Puno a través del Geo portal Áreas



naturales protegidas por el Estado en formato Ráster, se importarán en QGIS y se representarán en formato Shapefile.

Tabla 4

Áreas naturales protegidas por el estado en la región de Puno

AREAS NATURALES PROTEGIDAS POR EL ESTADO	Áreas naturales protegidas Áreas de conservación regional Áreas de conservación Privada
---	---

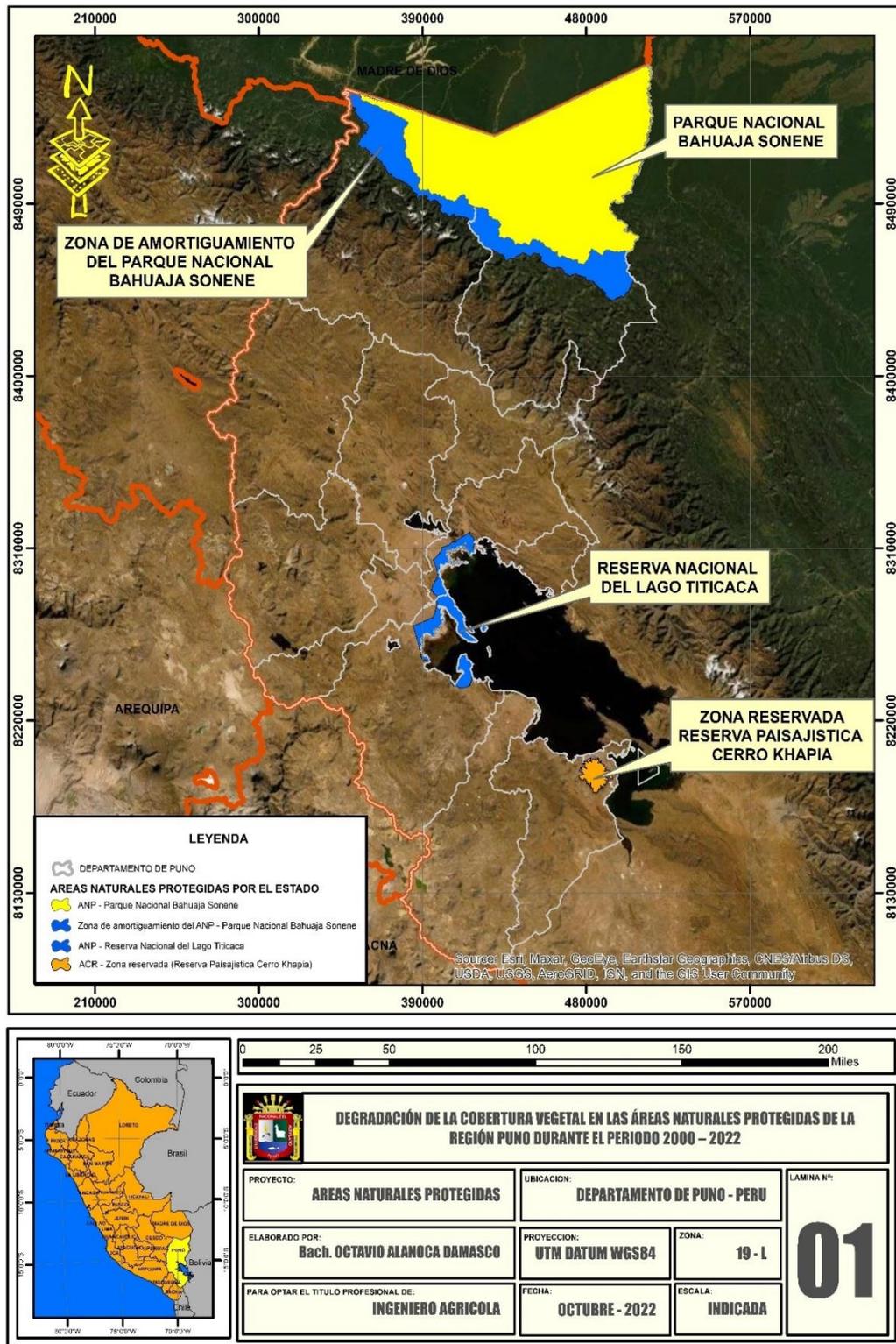
Fuente: (PNCBMCC, 2015).

Además, se indica que en las zonas naturales protegidas por el estado no debe haber una gran degradación de la cubierta vegetal debido a su protección. Sin embargo, se llevó a cabo este estudio para determinar si hay o no degradación de la cubierta vegetal en las ANP de la región de Puno, las cuales se encuentran en el área en estudio:

- Reserva Nacional Lago Titicaca.
- Parque Nacional Bahuaja – Sonene.
- Reserva paisajística Cerro Khapia.

Figura 4

Áreas naturales protegidas

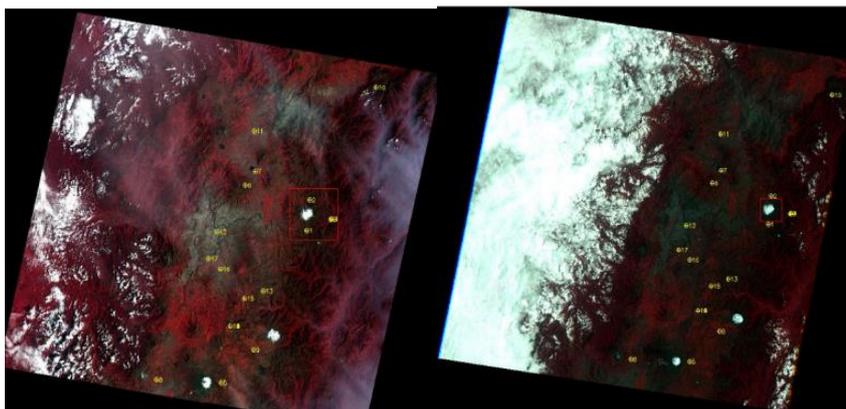


b) Adquisición de las imágenes satelitales

Se obtuvieron imágenes Landsat a través del sitio web EarthExplorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Se seleccionan imágenes satelitales que mostrarán condiciones adecuadas, como baja nubosidad y condiciones climáticas adecuadas durante la temporada de estiaje. Las descargas se realizaron durante la temporada de estiaje, entre otras; siendo las descargas durante los años; 2000, al 2022 (total 23 años) respectivamente para el área en estudio.

Figura 5

Imagen satelital Landsat



NOTA: a) Baja nubosidad

b) alta nubosidad

Fuente: (Cabrera & Vega, 2022)

Para eliminar las perturbaciones atmosféricas, se realizó la corrección de las imágenes satelitales obtenidas. También se puede decir que reduce la contribución de la atmósfera a los valores de cada píxel de la imagen del satélite. que reduce el impacto de los aerosoles (polvo, volcanes, etc.) y el vapor de agua (humedad). Para previsualizar con más detalle y nitidez la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas por el estado, utilice la caja de herramientas "ArcToolbox – Landsat 8 – Corrección atmosférica".

Figura 6

Corrección atmosférica



NOTA: a) Sin corrección atmosférica b) Con corrección atmosférica

Fuente: (Cabrera & Vega, 2022)

c) Cálculo del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)

Cuando se trata de estudios sobre el estado de la masa vegetal, este método es muy útil porque el NDVI permite una mejor discriminación de los píxeles de la capa vegetal en contraste con otras capas (Lange, 2018).

Para lograrlo, se implementó el proceso a las imágenes satelitales Landsat en la ventana de ArcMap de la interfaz ArcToolbox. Después, se utilizó la herramienta de análisis espacial, y se seleccionó la opción de cálculo de ráster utilizando la siguiente ecuación:

$$NDVI (L8) = \frac{\rho_{b5} - \rho_{b4}}{\rho_{b5} + \rho_{b4}}$$

Donde:

NDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada.

ρ_{b2} : Reflectancia en la banda 5 (infrarrojo).

ρ_{b5} : Reflectancia en la banda 4 (rojo).



Los resultados se obtuvieron al poner la ecuación. Generaron rangos de niveles que oscilaban entre -1 y +1, que luego fueron reclasificados en función de los respectivos umbrales de cada índice de vegetación. Para el NDVI, los valores umbrales de la vegetación según Álvarez (2018), Normalmente oscilan entre 0,2 y 1, con una cobertura vegetal densa y en buen estado por encima de 0,6. Los valores inferiores a 0 indican cuerpos de agua, mientras que los valores entre 0 y 0.09-0.1 indican píxeles de nubes y sombras.

Así mismo según Subía (2020), menciona la vegetación verde responde a la reflectancia de la luz roja e infrarroja cercana debido a una mayor cantidad de clorofila, lo que aumenta la absorción de la luz roja incidente y un mayor volumen de hoja, lo que aumenta la reflectancia de la luz infrarroja cercana. Con otras coberturas que pueden tener alta reflectancia en el infrarrojo u otras que pueden tener alta absorción en el rojo, usar solo una banda puede causar errores. Sin embargo, solo la vegetación viva produce ambas respuestas invariablemente.

d) Elaboración del mapa de la variación de la degradación de la cobertura vegetal en las ANP; en la región Puno entre los años 2000-2022.

Después de completar la etapa anterior, se elaborarán los mapas de la variación de la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales de la región Puno utilizando el software QGIS. Los mapas serán producidos desde el año 2000 hasta el 2022.



3.5.2. Proyección de los cambios de la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022.

Por último, se empleó la regresión lineal para estimar el valor de una variable en función de otra en la proyección futura del cambio de la cobertura vegetal en las zonas naturales de la región Puno para el año 2030 (Flores, 2019).

$$Y = bx + c$$

Donde:

Y: Variable dependiente que se pretende estimar.

b: Parámetro de regresión correspondiente al valor estimado.

x: Variable independiente.

c: Parámetro de regresión correspondiente al crecimiento o disminución.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CAMBIOS DE LA DEGRADACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Los cambios de la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022, para el cumplimiento de presente objetivo se empleó la técnica de Índice de vegetación de diferencia normalizada; el cual se caracteriza por emplear imágenes satelitales de las bandas 5 y 4; mediante la puesta en ecuación se obtuvo valores ponderativas entre -1 a +1; siendo el valor (-1 - 0.1) Superficie sin Vegetación “Cuerpos de agua y tierra desnuda”; también el valor (0.1 - 0.25); como superficie con vegetación dispersa “Cobertura Ralo”; de igual manera valores entre (0.25 - 0.5); se caracterizan como una superficie Semidensa “cobertura arbustiva y pastizal”; y valores entre (0.5 - 1) se consideran como superficies con vegetación densa “Cobertura Boscosa”.

Figura 7

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2000

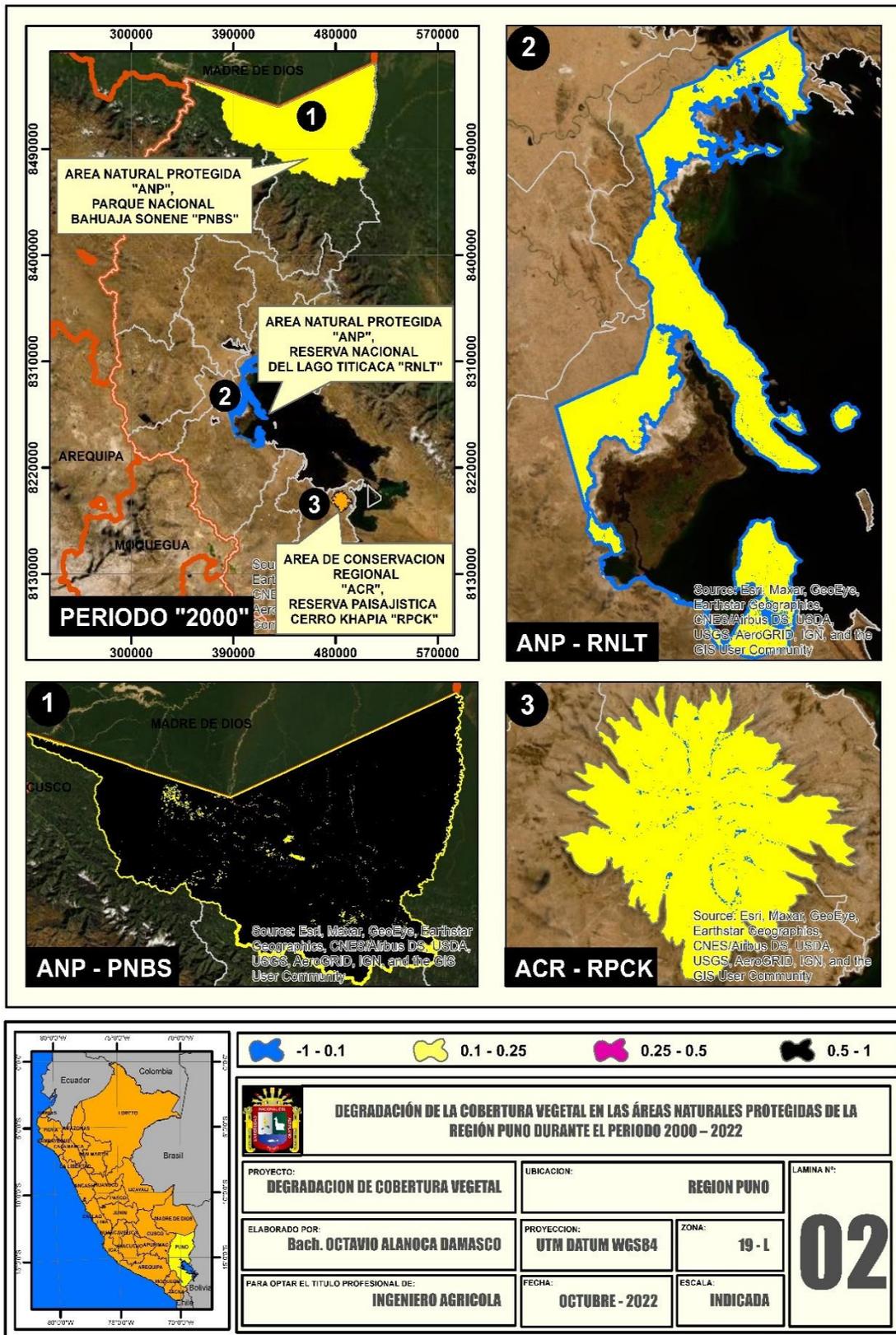


Figura 8

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año

2002

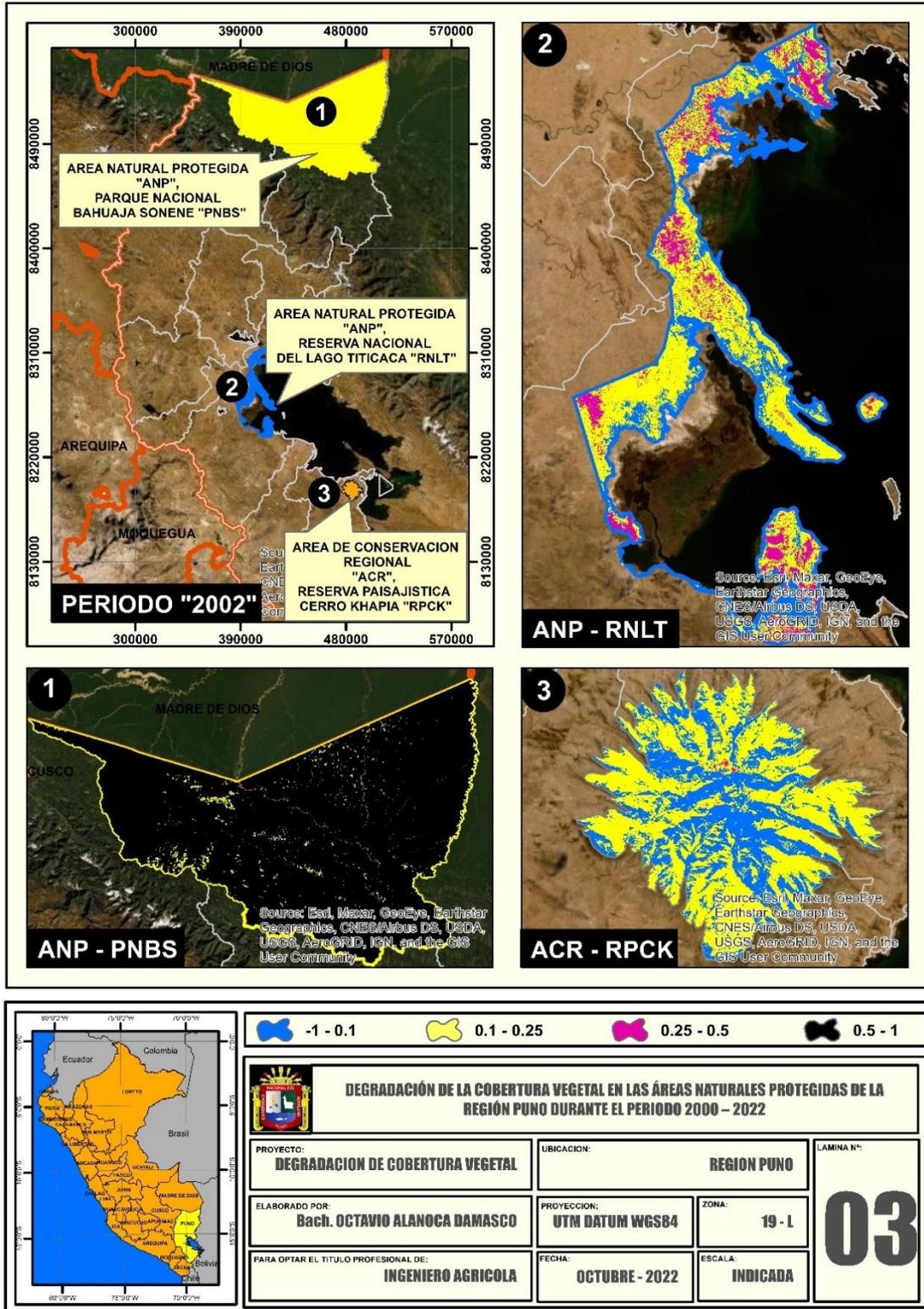


Figura 9

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2003

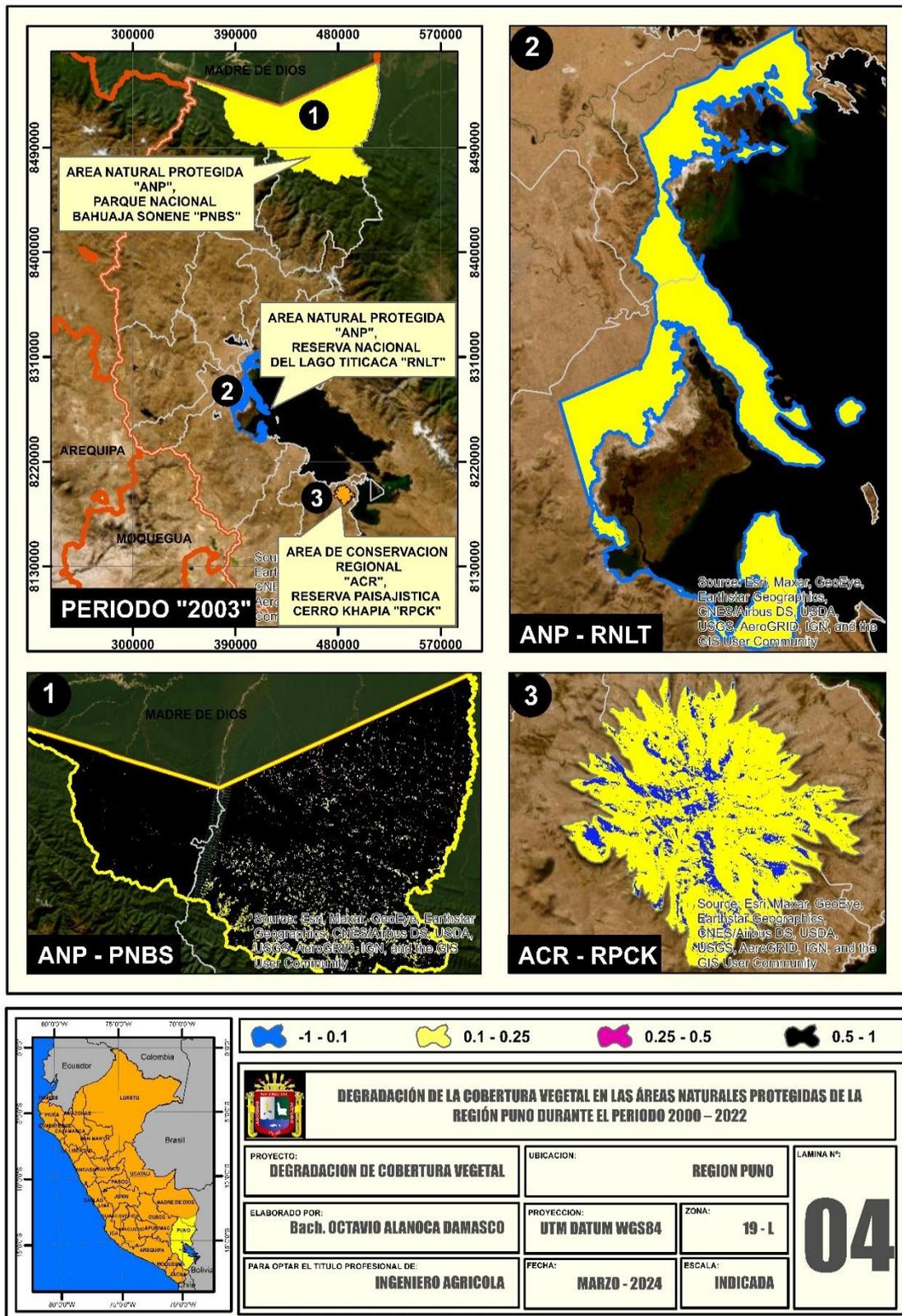


Figura 10

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2004

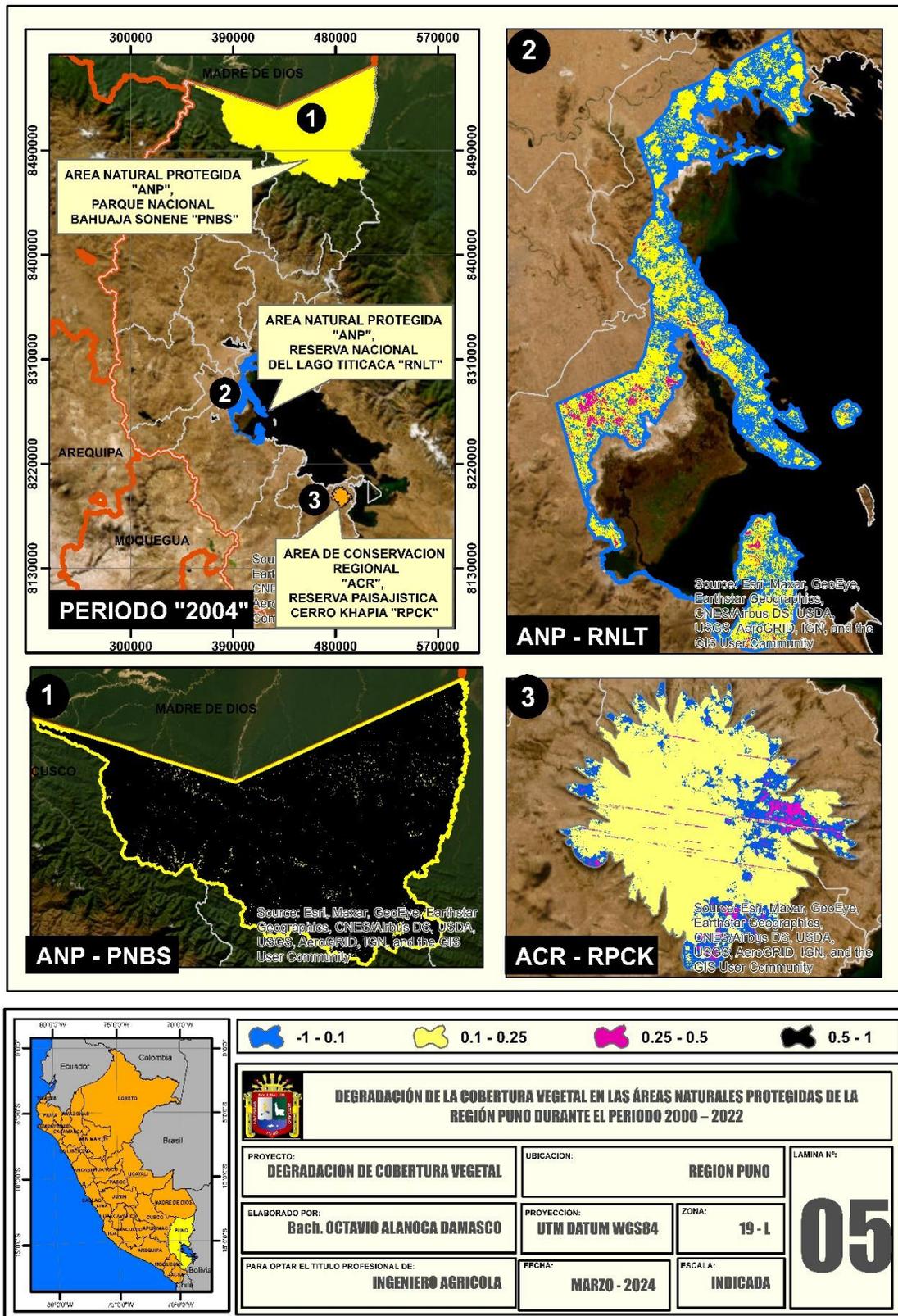


Figura 11

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2005

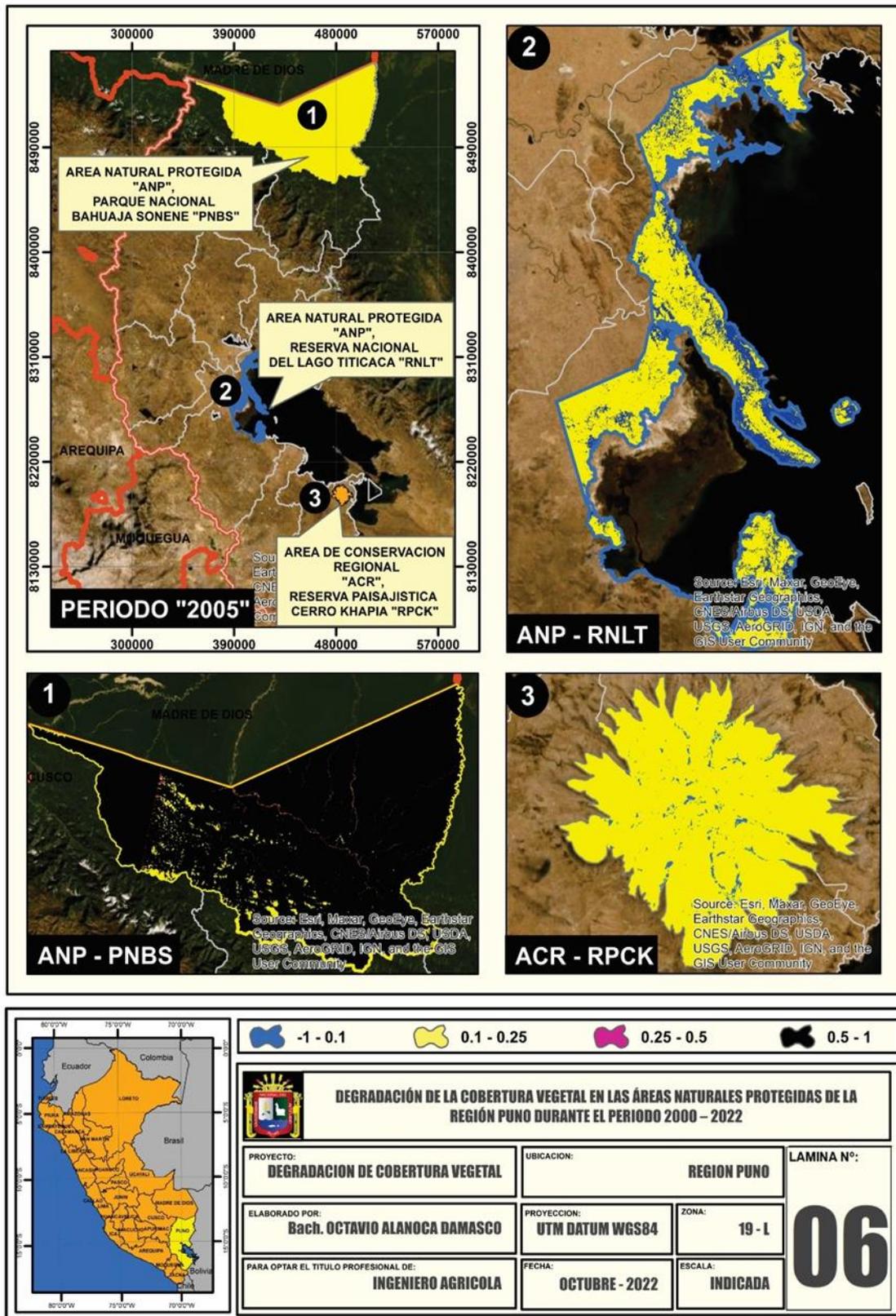


Figura 12

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2006

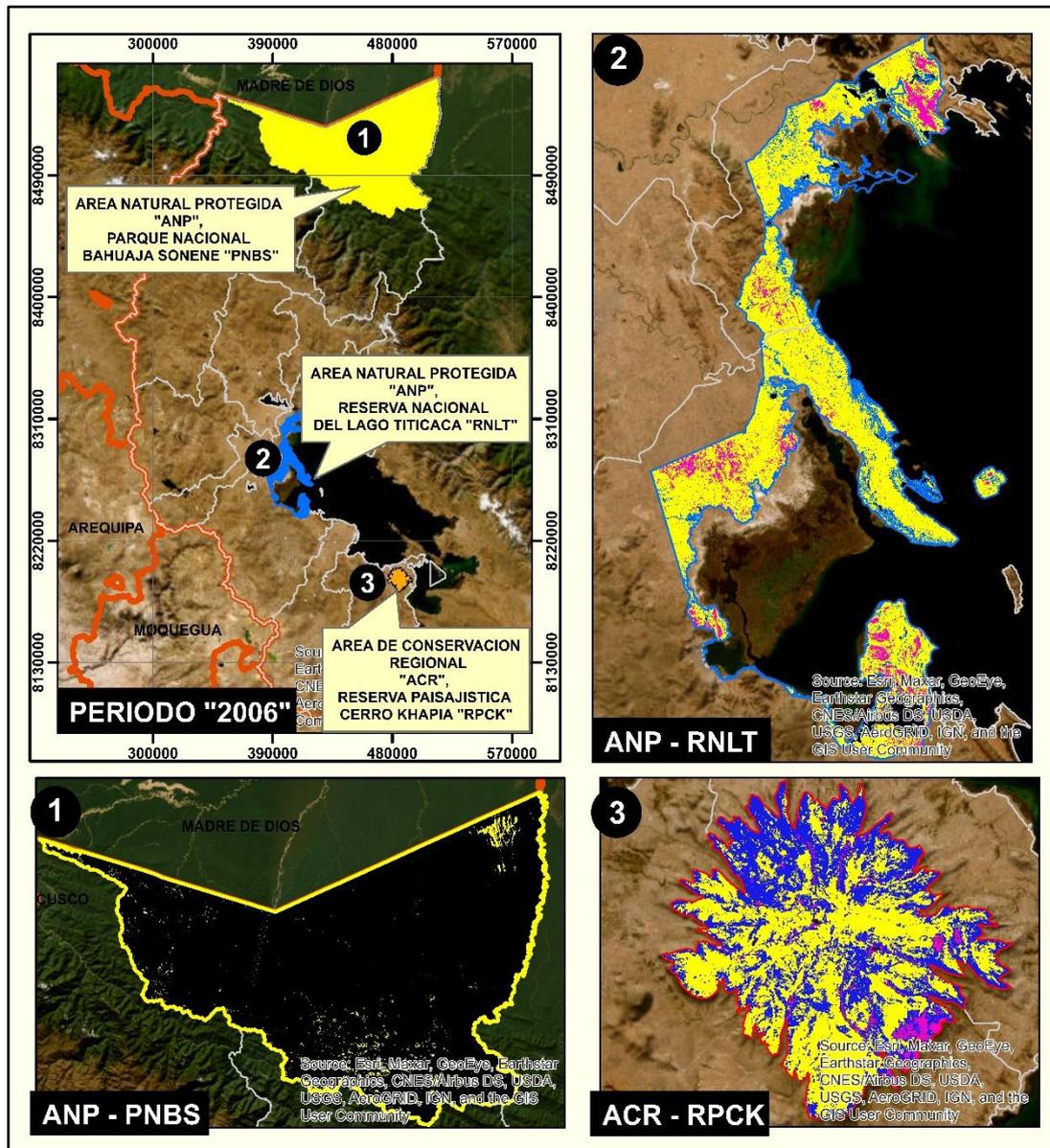


Figura 13

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2007

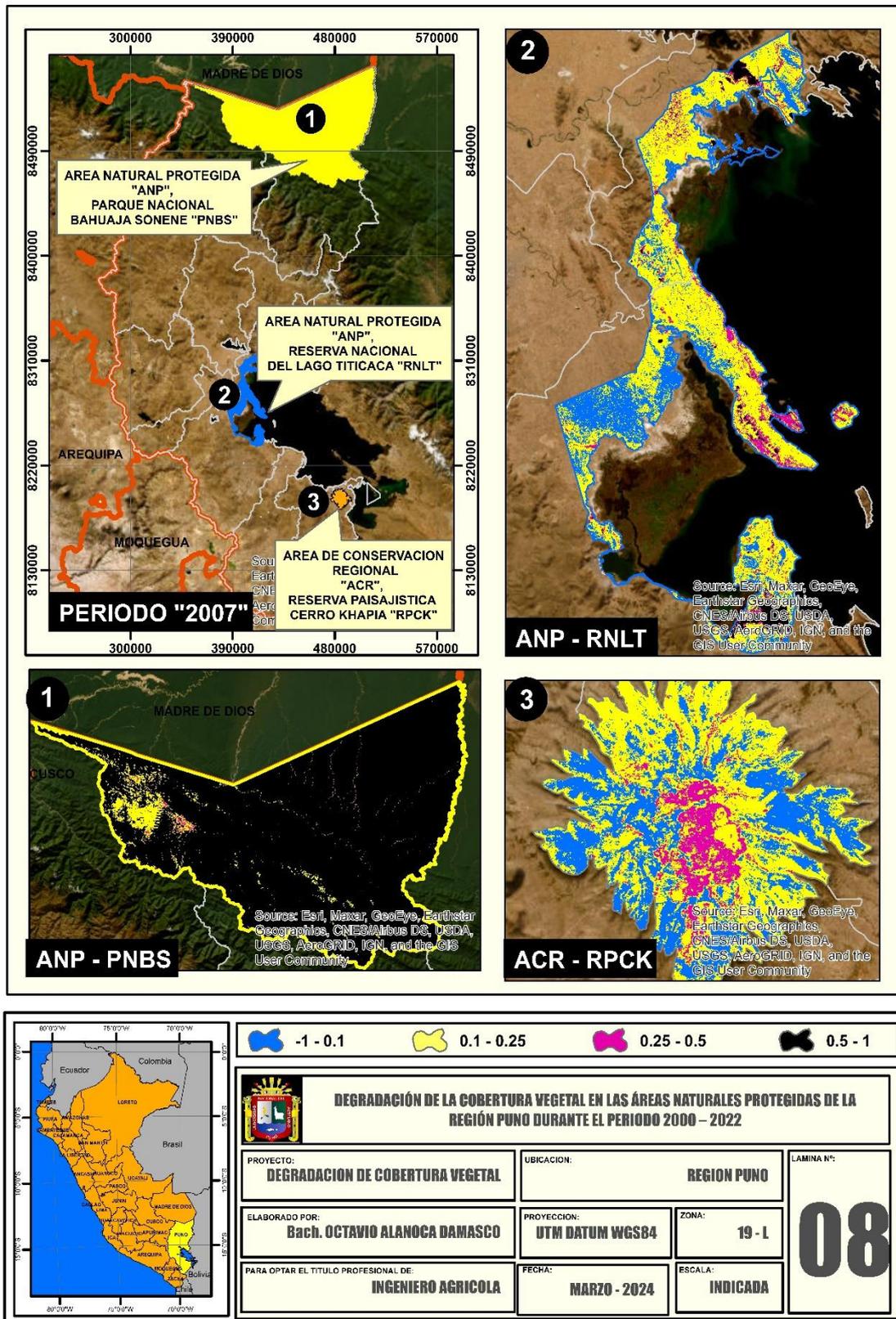


Figura 14

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2008

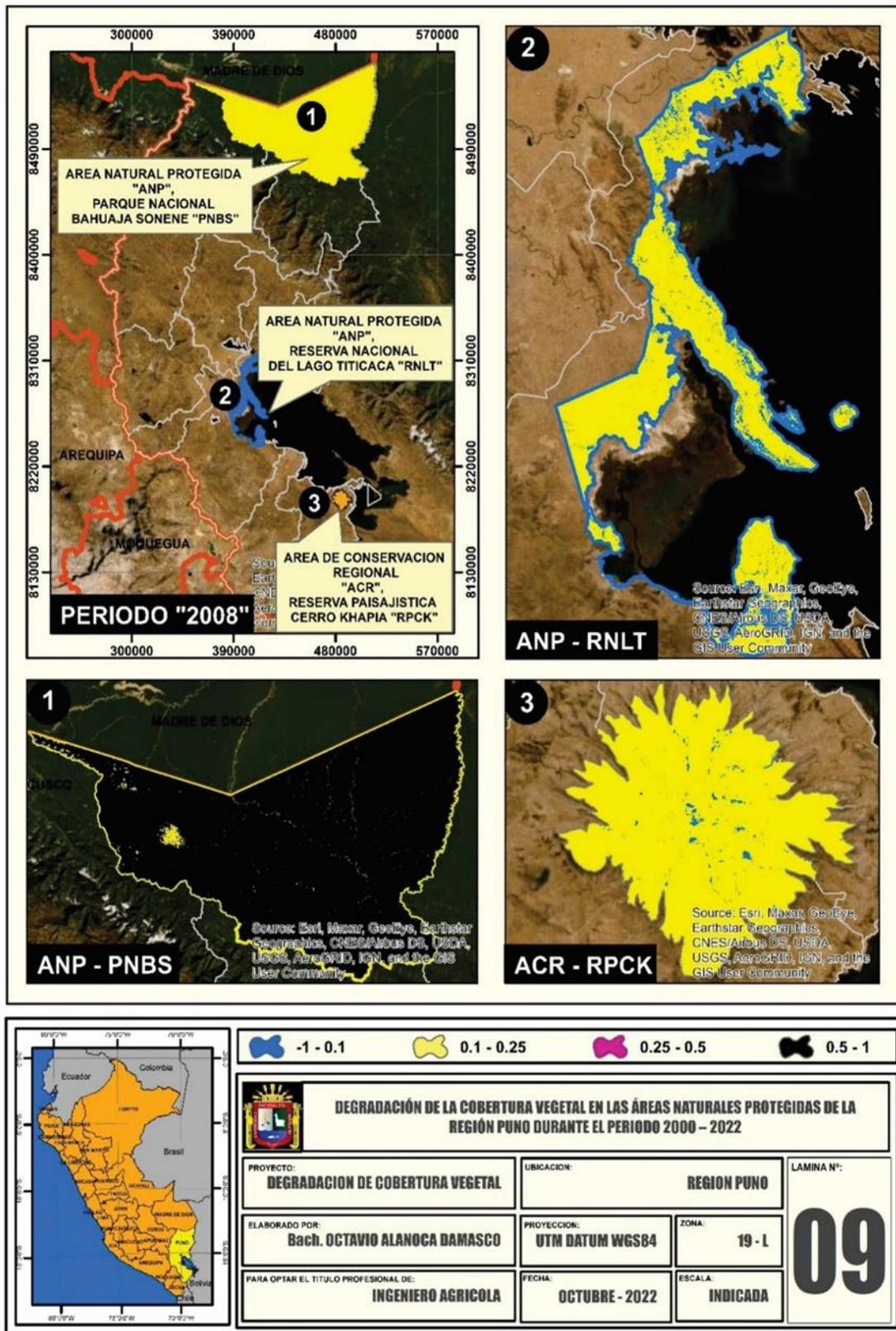


Figura 15

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2009.

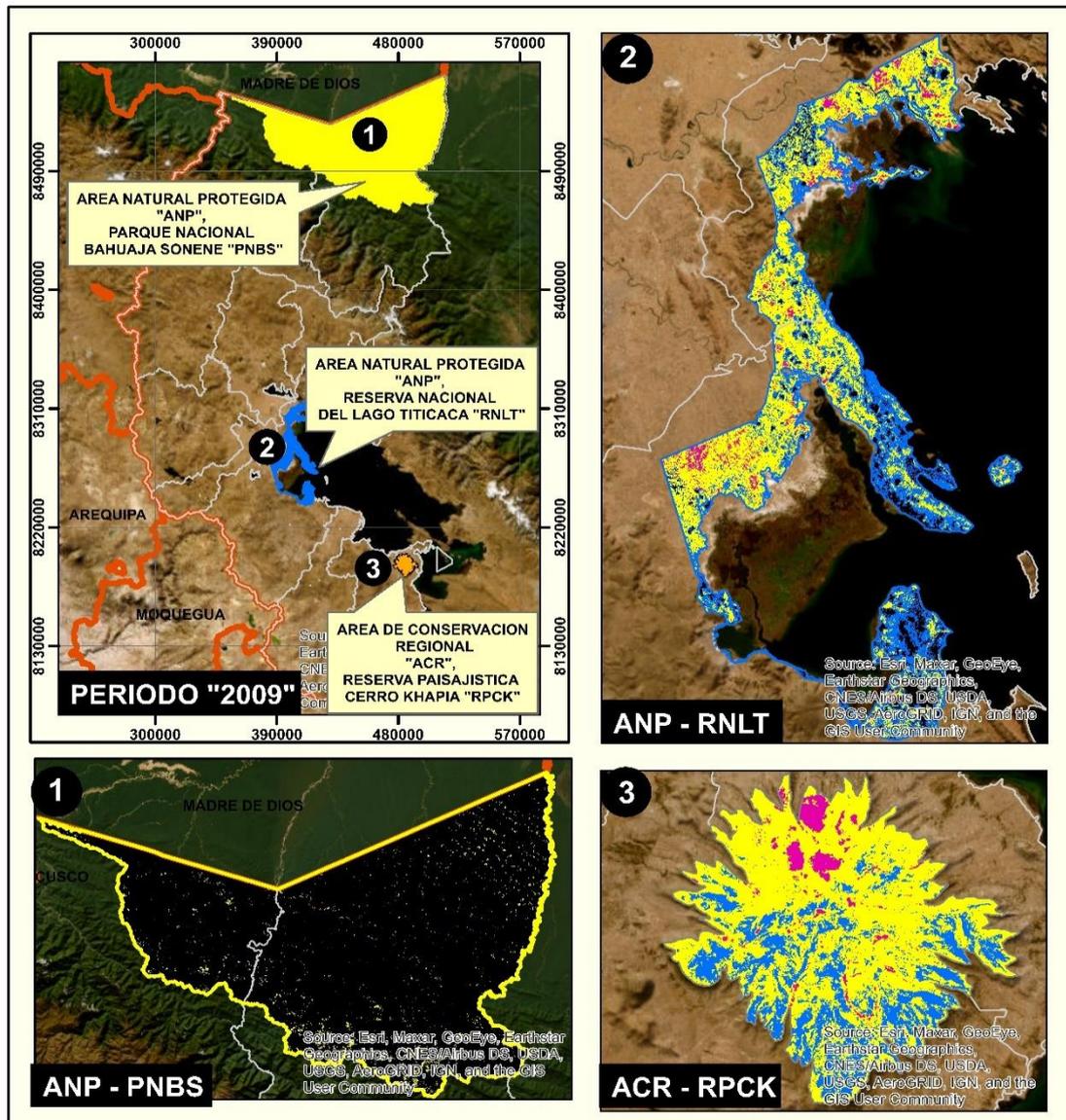


Figura 16

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2010

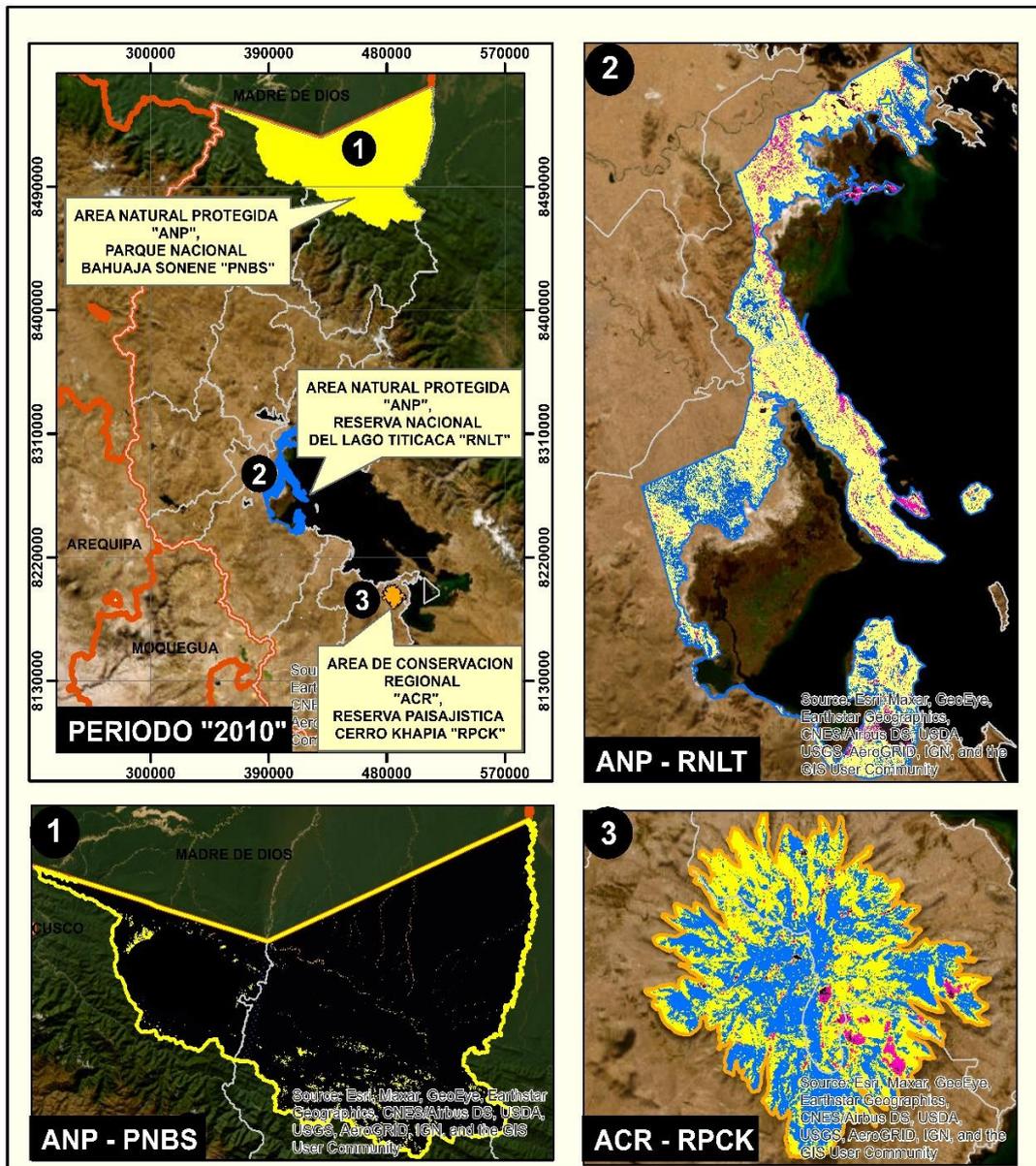


Figura 17

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2011

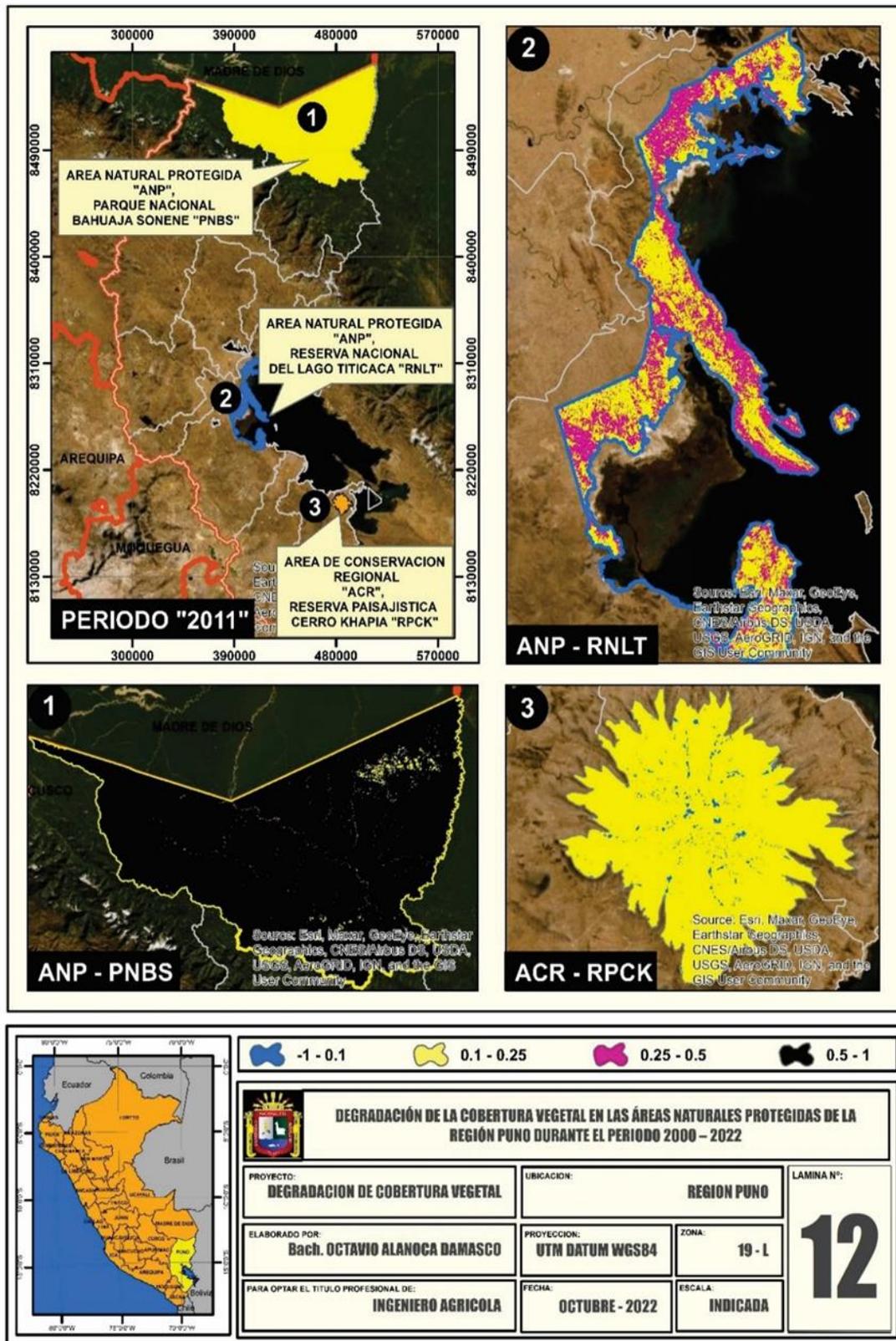


Figura 18

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2012

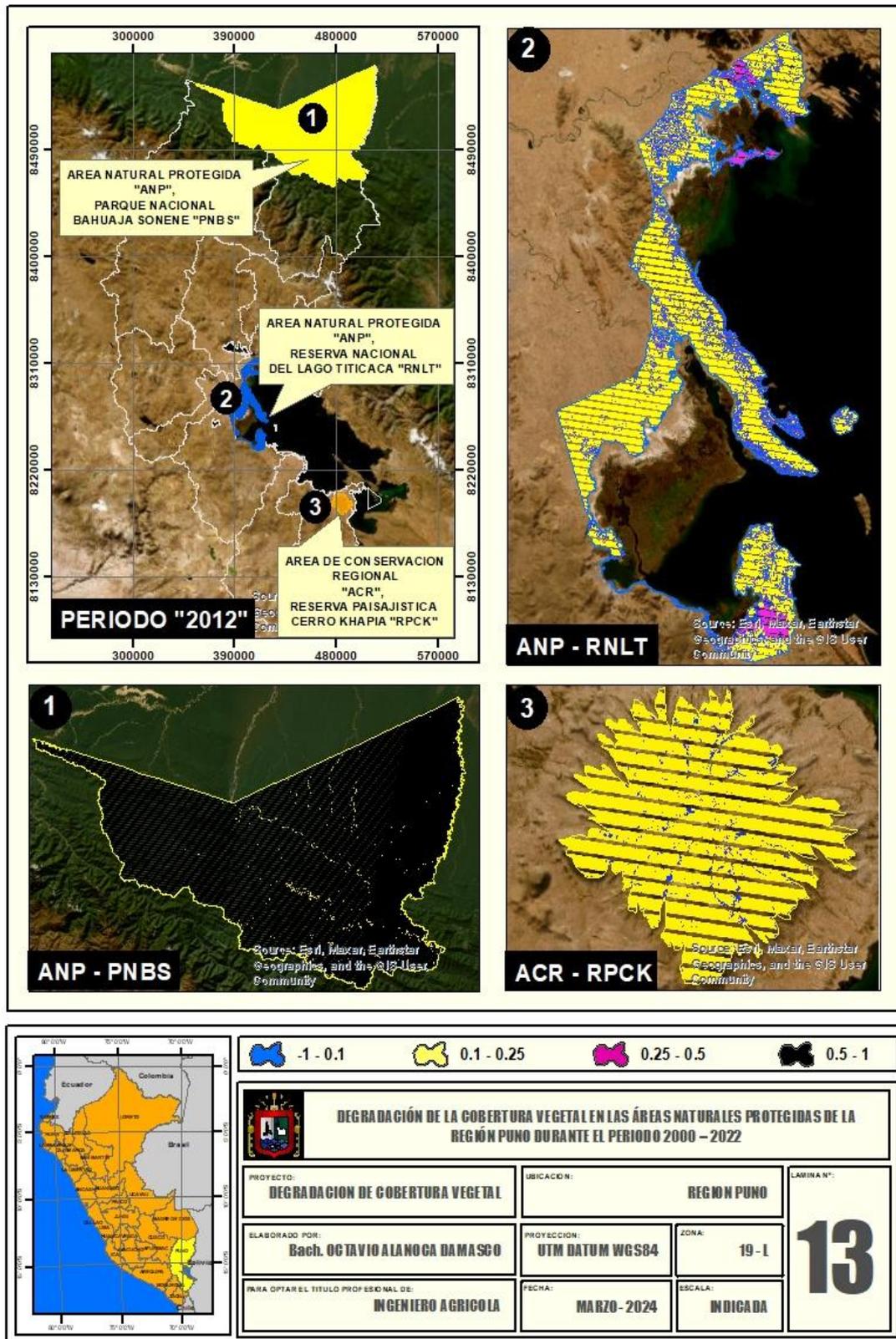


Figura 19

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2013

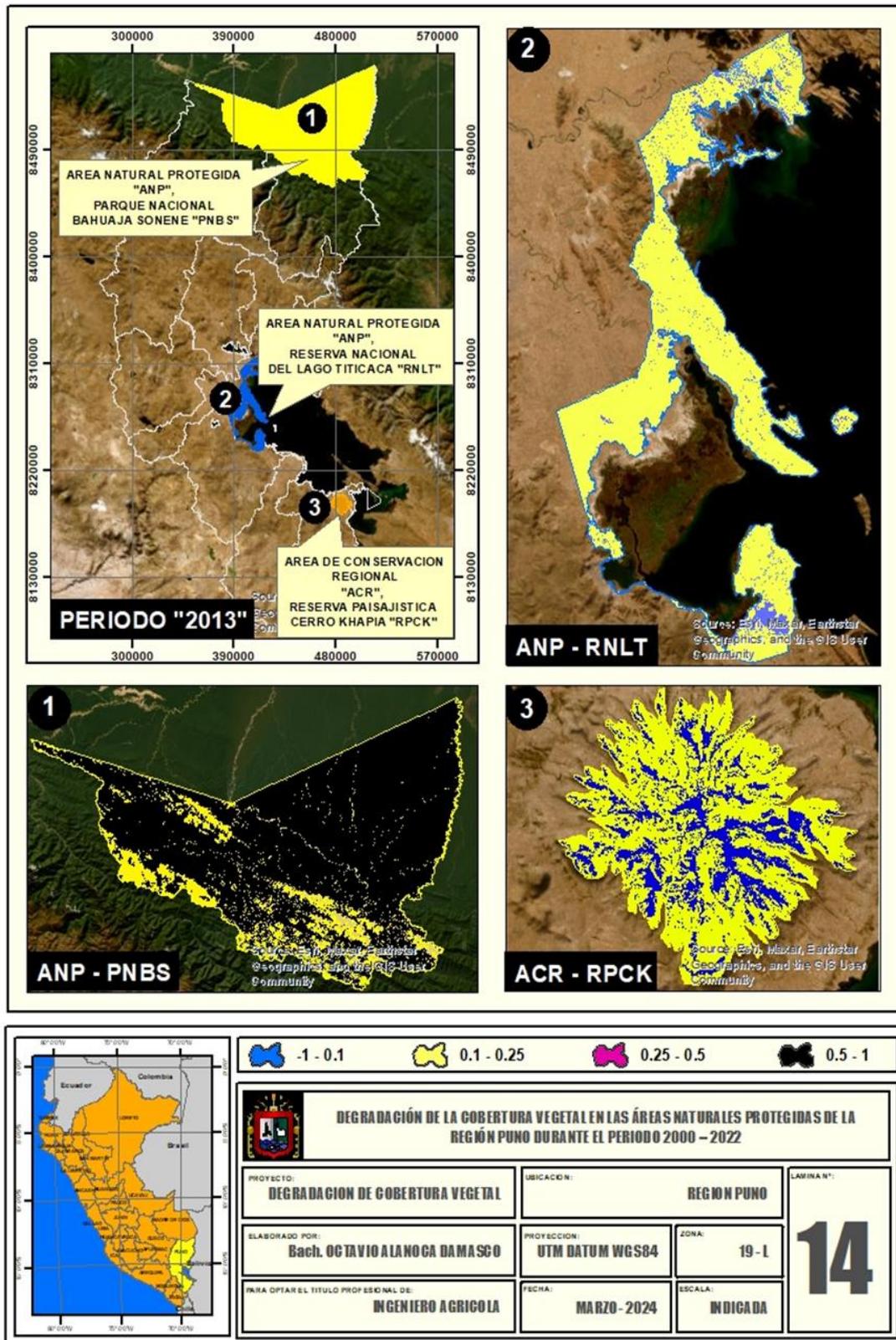


Figura 20

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2014

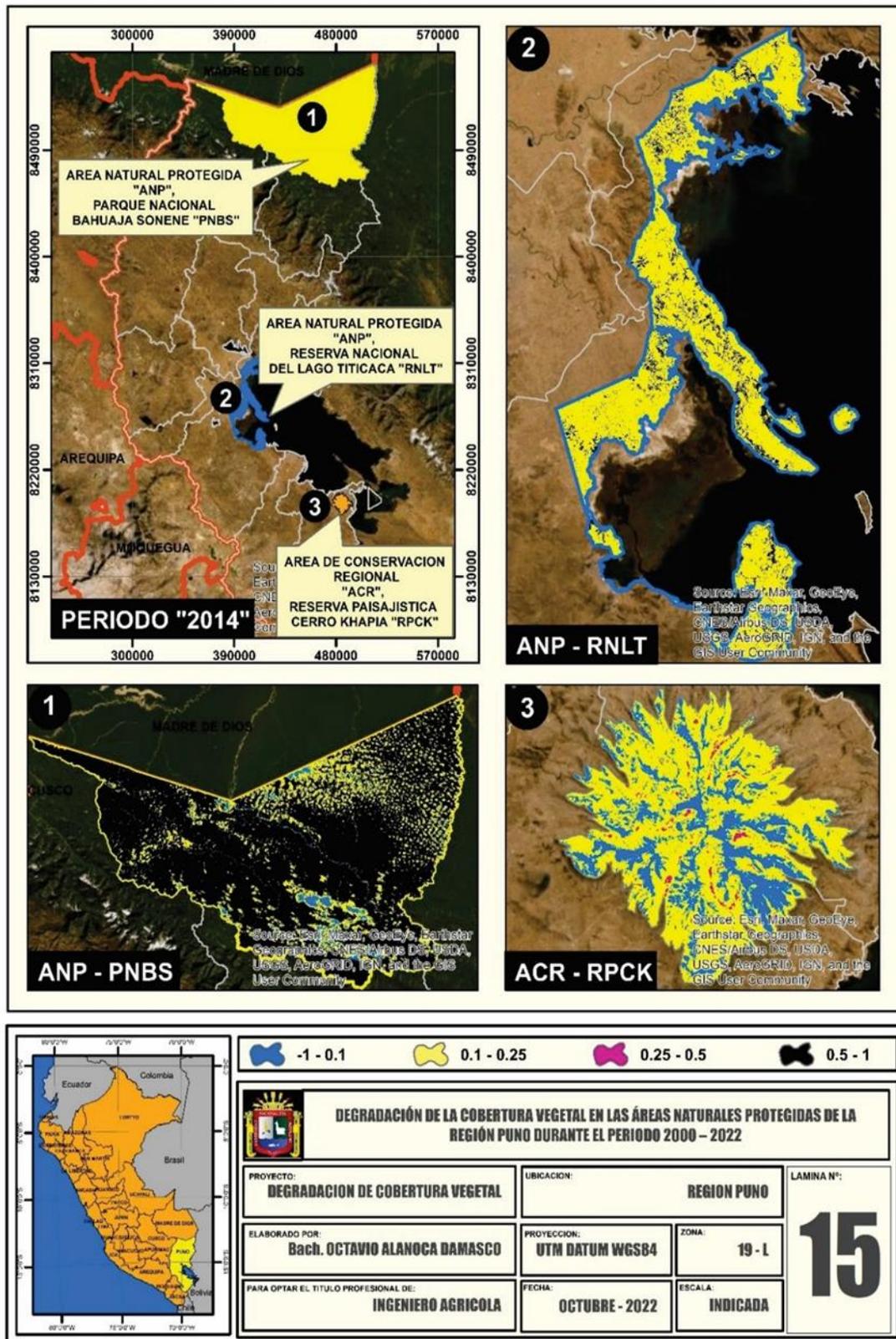


Figura 21

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2015

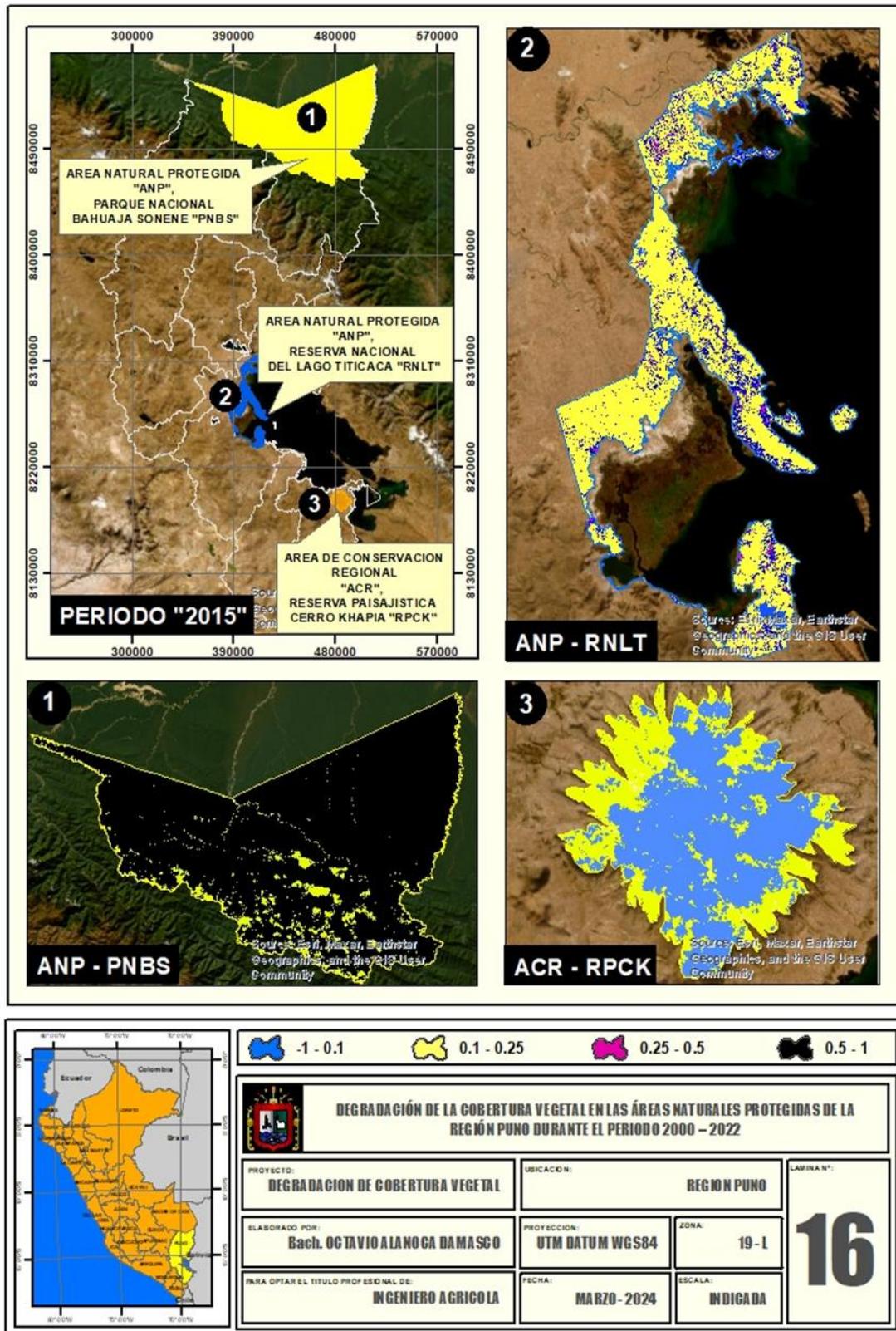


Figura 22

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2016

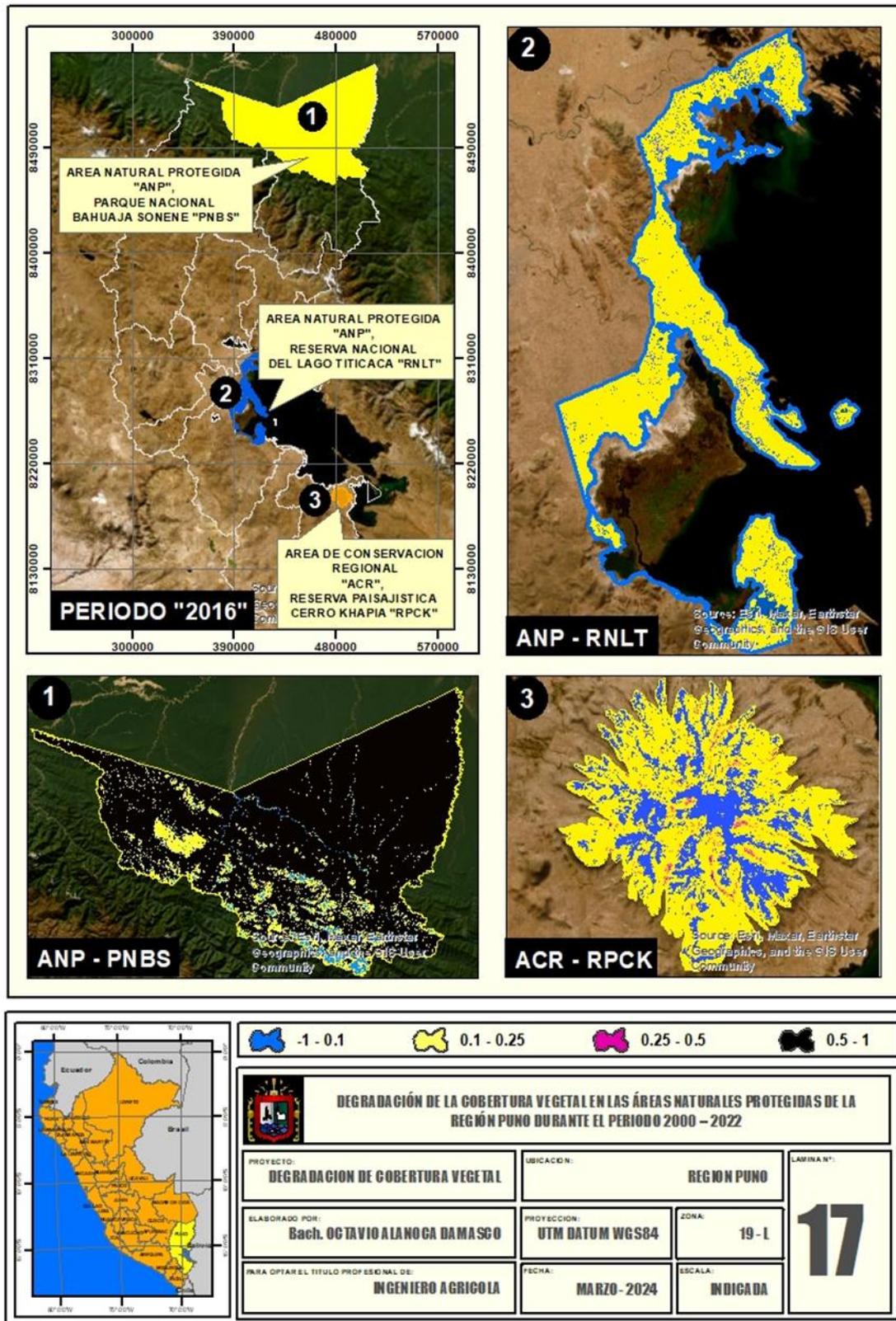


Figura 23

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2017

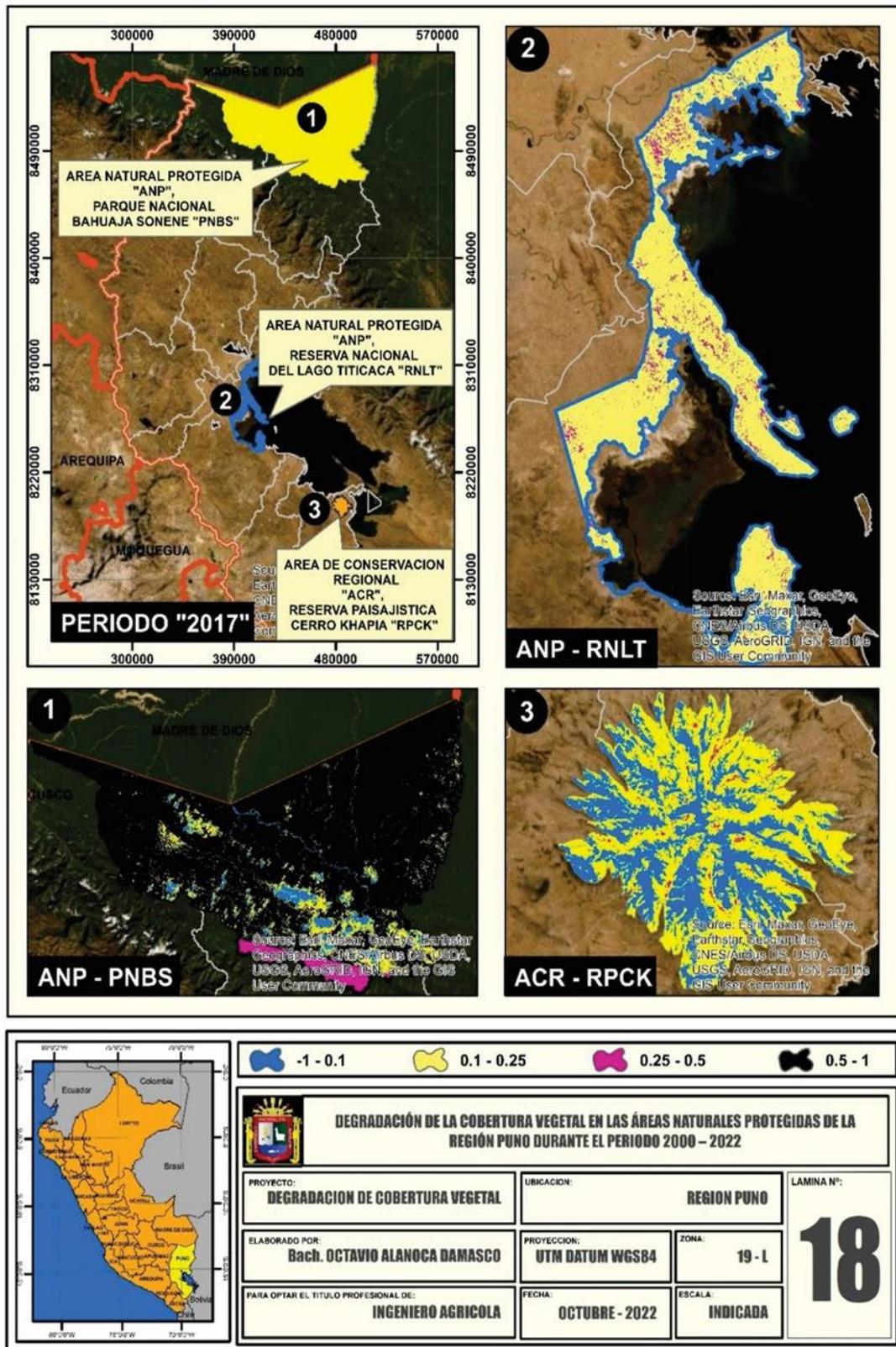


Figura 24

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2018

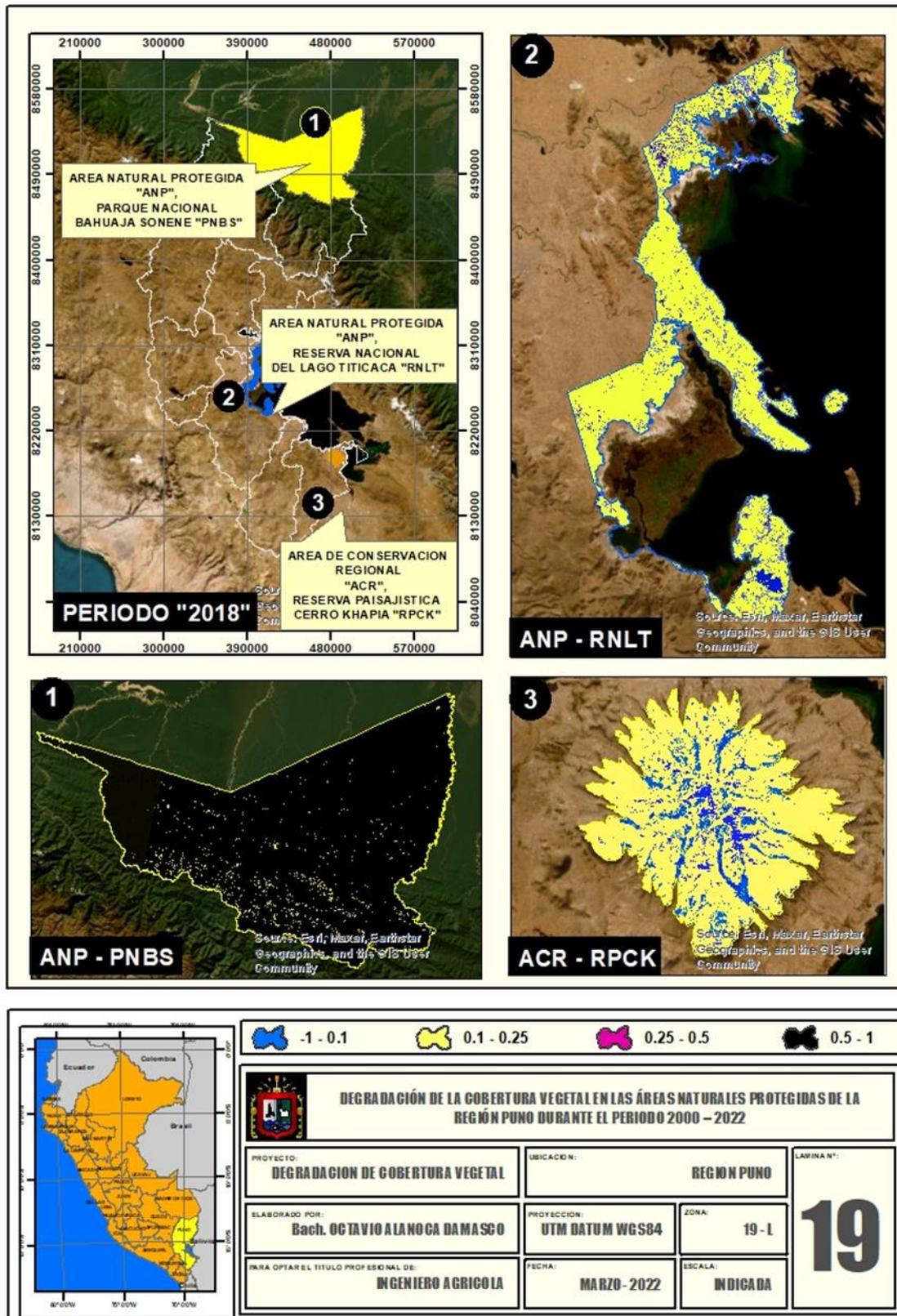


Figura 25

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2019

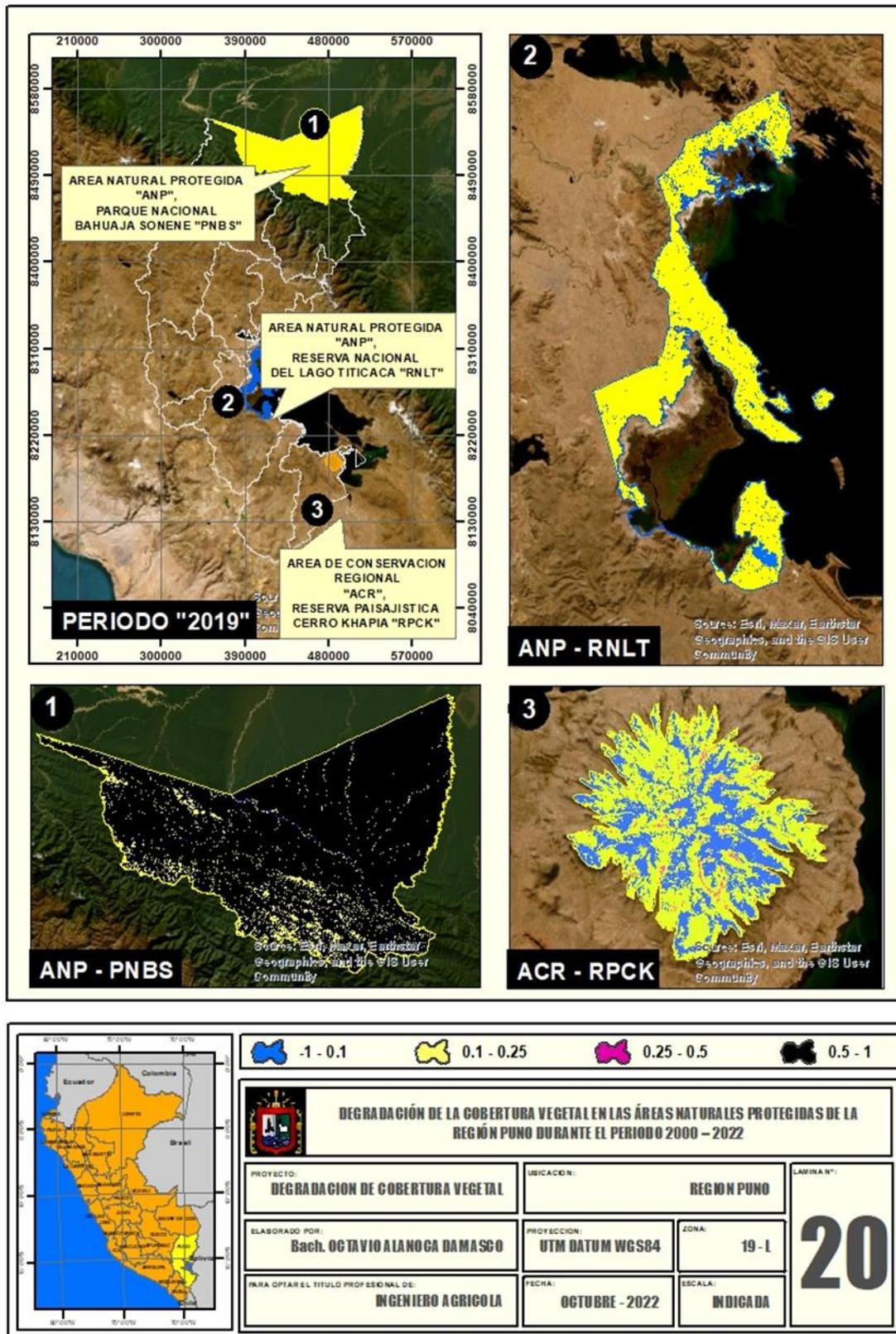


Figura 26

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2020

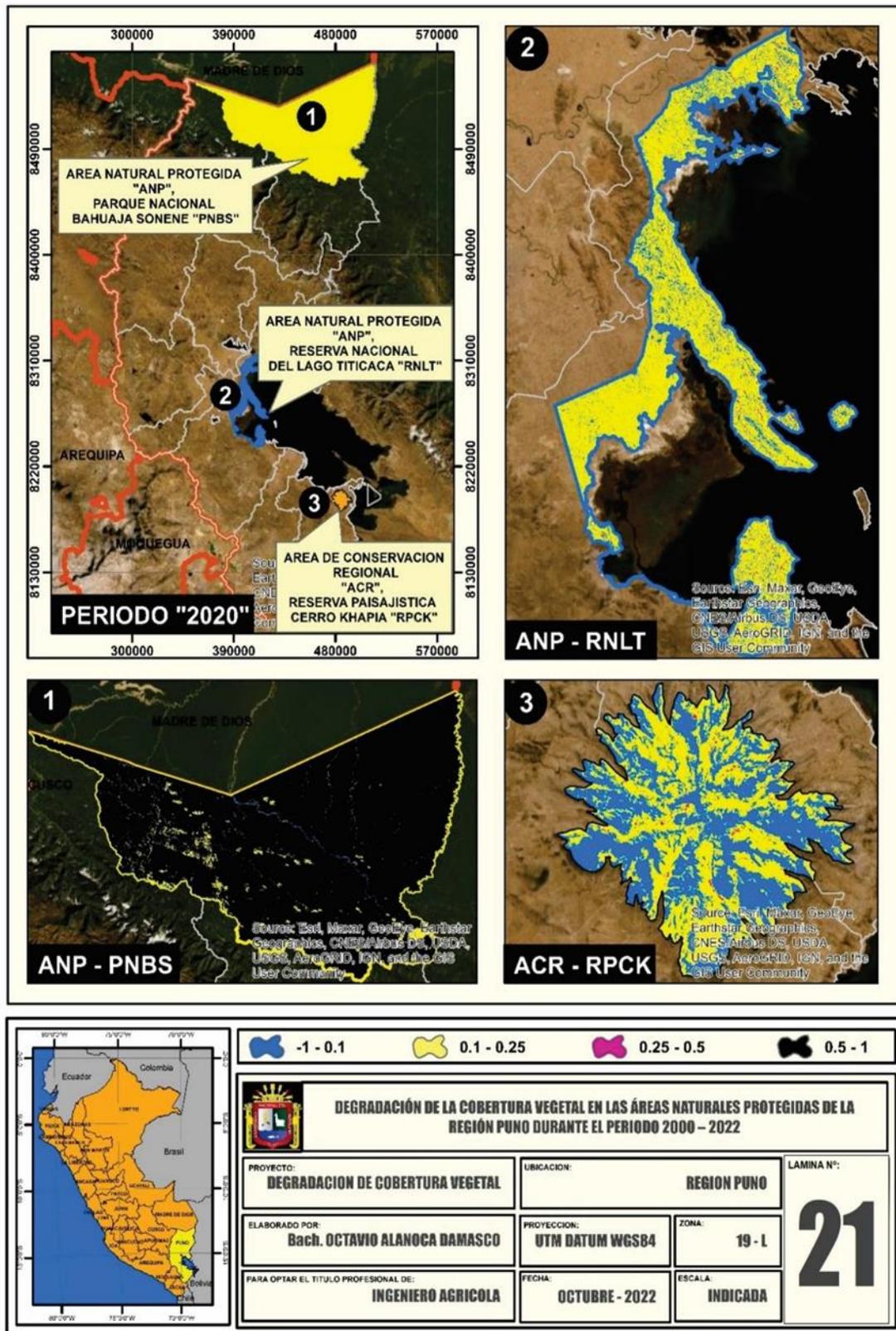


Figura 27

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2021

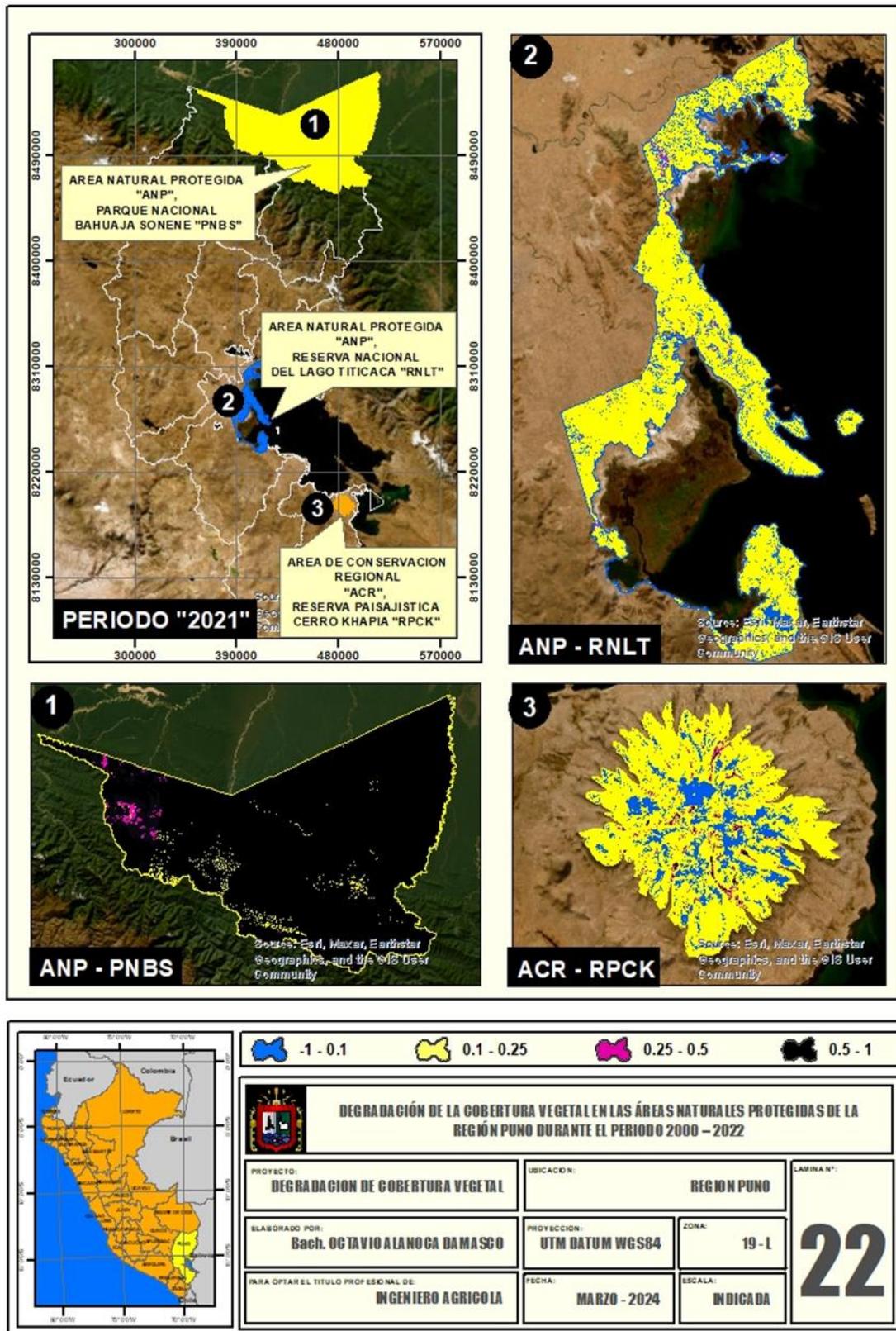


Figura 28

La cobertura vegetal en ANP de la región Puno durante el periodo estiaje del año 2022

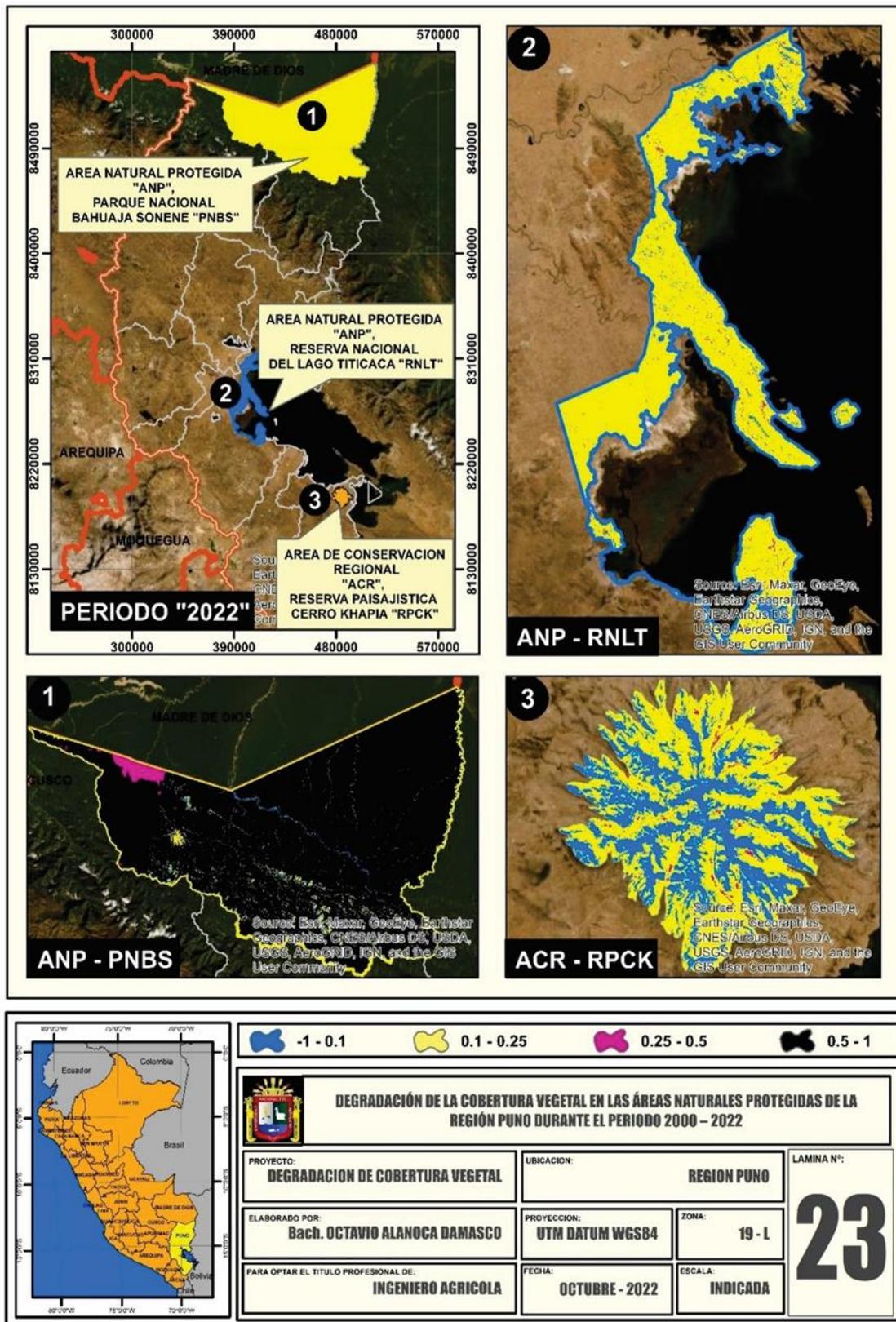


Figura 29

Cobertura vegetal en las ANP de la región Puno – año 2001 Período de Avenida

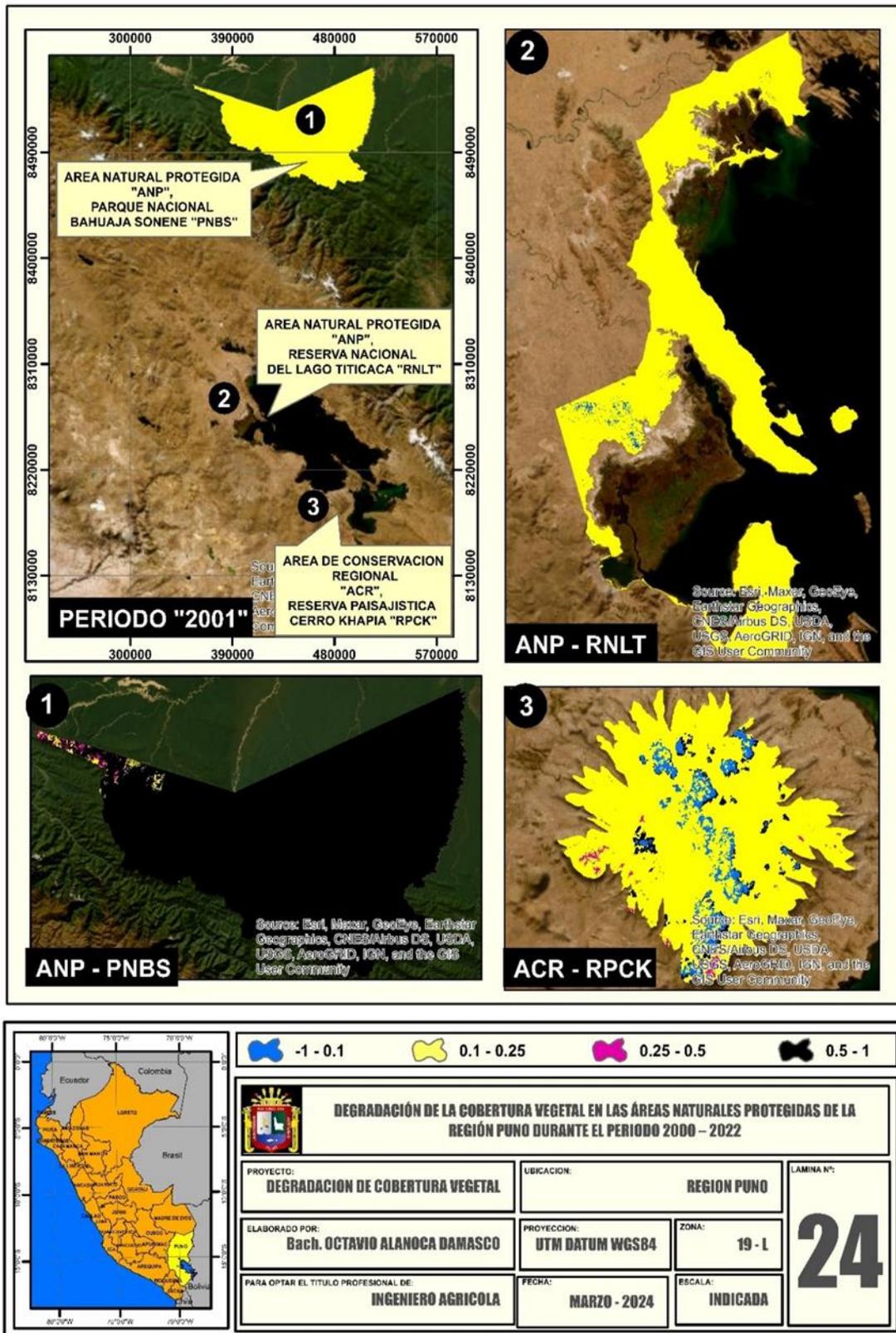


Figura 30

Cobertura vegetal en las ANP de la región Puno – año 2005 Período de Avenida

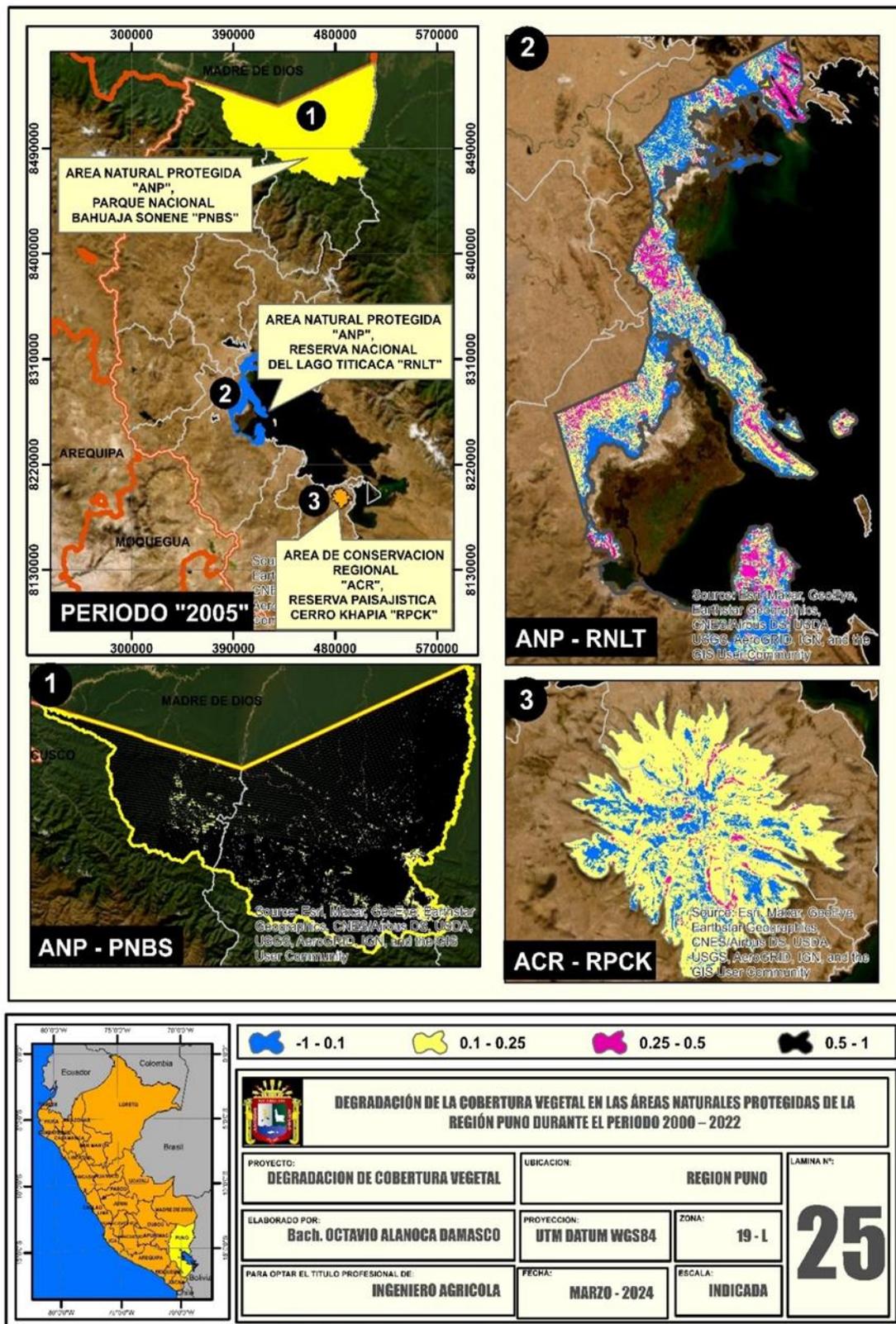


Figura 31

Cobertura vegetal en las ANP de la región Puno – año 2010 Período de Avenida

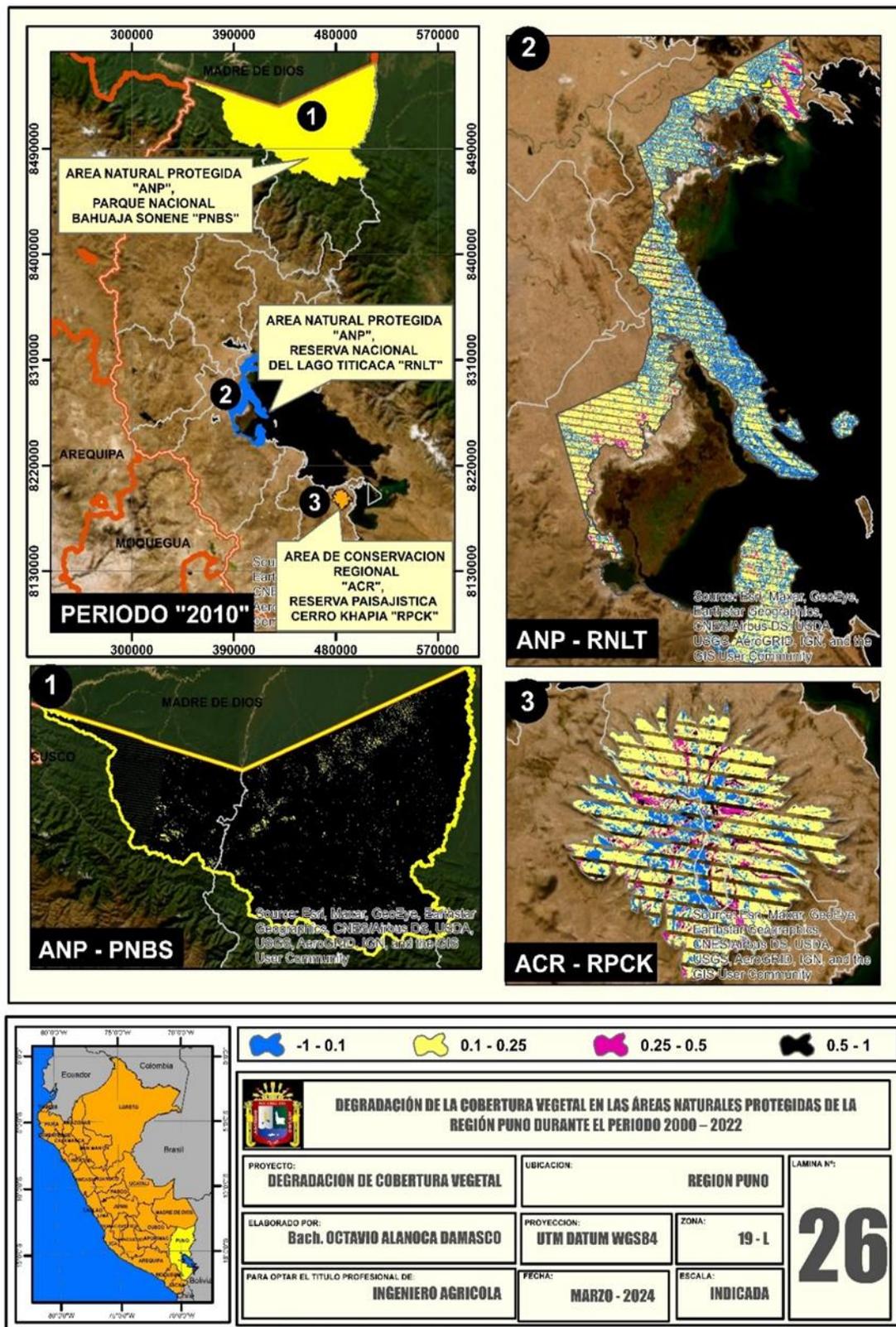


Figura 32

Cobertura vegetal en las ANP de la región Puno – año 2015 Período de Avenida

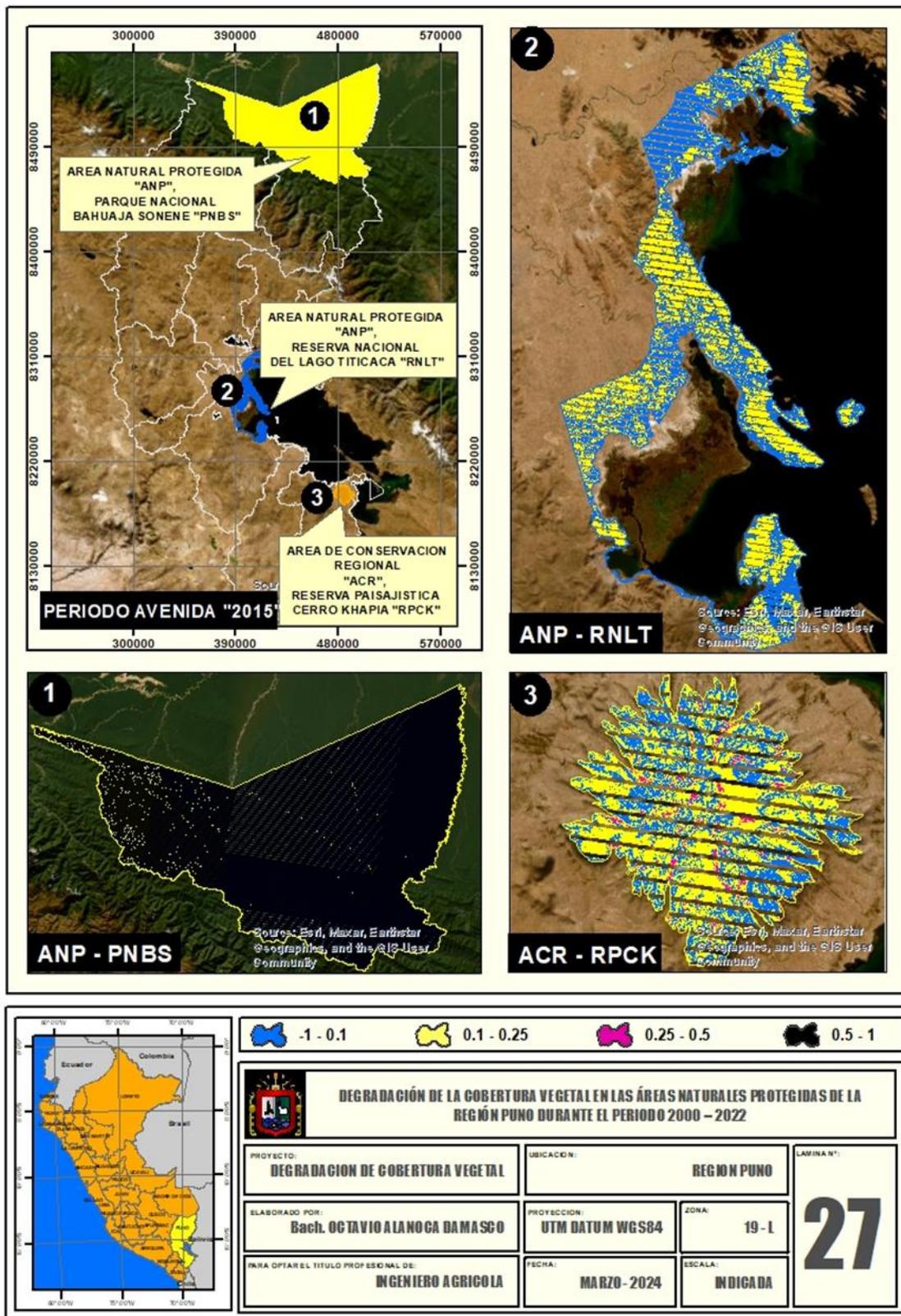
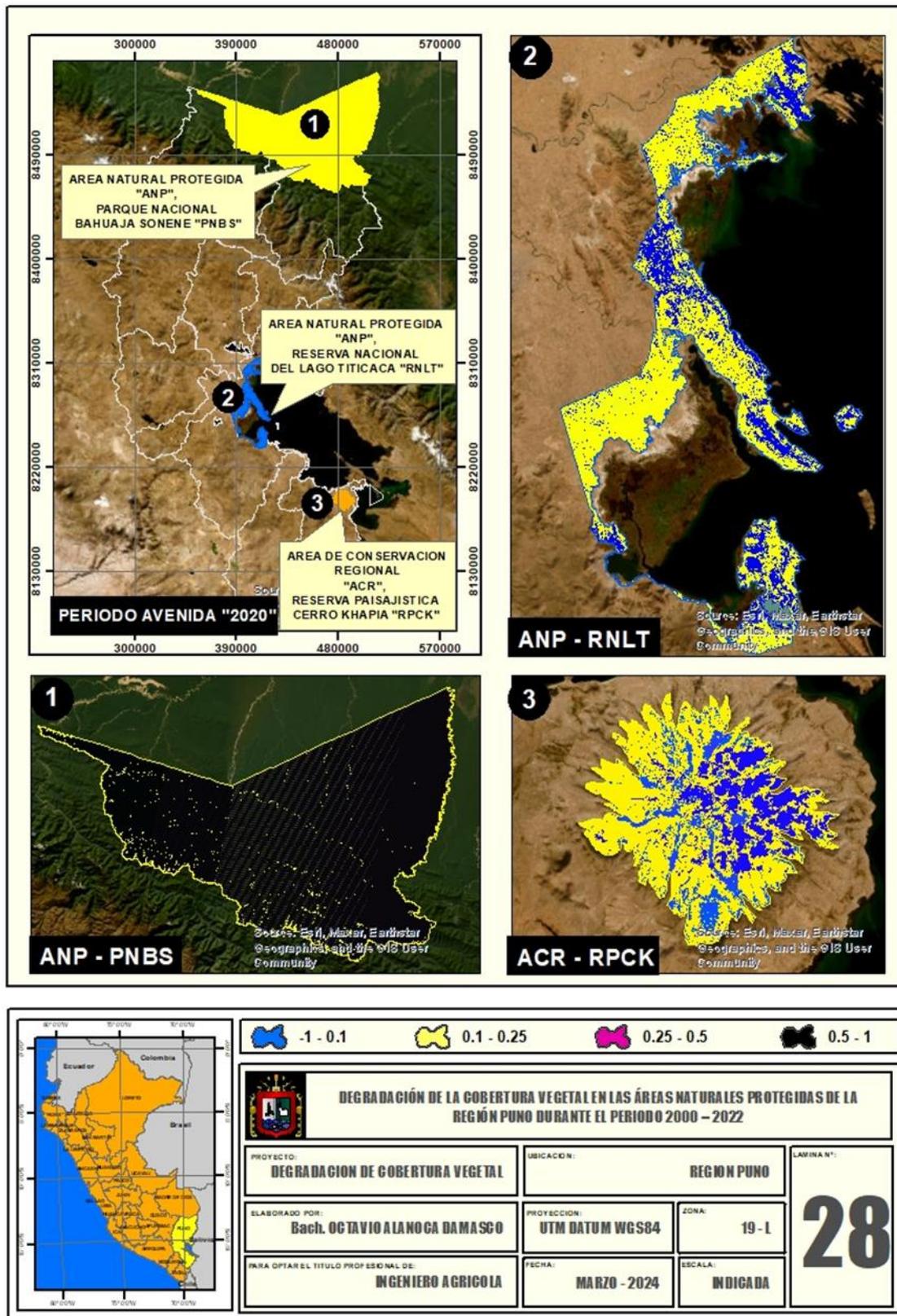


Figura 33

Cobertura vegetal en las ANP de la región Puno – año 2020 Periodo de Avenida





En las figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,.....29 respectivamente se ve Cobertura vegetal en las ANP, Reserva nacional Bahuaja Sonene-RNBS; también el ANP, reserva nacional del Lago Titicaca-RNLG; y finalmente el área de conservación regional-ACR, Reserva paisajística Cerro Khapia-RPCK; cada una de ellas clasificadas de la siguiente manera; áreas de color celeste (-1 - 0.1); son cuerpos de agua y tierra desnuda; áreas de color amarillo (0.1 - 0.25); son de cobertura ralo o dispersa; además las áreas de color rosado (0.25 - 0.5); con considerados superficies con cobertura arbustiva y pastizal; y finalmente las de color negro (0.5 - 1), son áreas consideradas con cobertura boscosa.

4.2.1. Degradación de la cobertura vegetal en el ANP Bahuaja Sonene

En la Tabla 5, se aprecia la cobertura vegetal en el ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene en los periodos del 2000 al 2022; indicando que en la reserva nacional Bahuaja Sonene; predomina la presencia de vegetación Densa (cobertura Boscosa), principalmente luego le sigue la vegetación semidensa (cobertura arbustiva y pastizal); y presentando en menor proporción áreas sin presencia de vegetación; además manifestando que las extensiones de cada cobertura son variadas entre los periodos del año 2000 al año 2022.

Tabla 5

Cobertura vegetal en el ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2000 – 2022)- Periodo de Estiaje

NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada)	Rango	COBERTURA VEGETAL EN EL AREA NATURAL PROTEGIDA BAHUAJA SONENE										
		2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sin Vegetación (Cuerpos de agua y tierra desnuda)	-1 - 0.1	92.55	90.68	81.98	99.54	104.4	112.58	119.19	126.06	98.27	109.97	108.29
Vegetación Dispersa (Cobertura Ralo)	0.1 - 0.25	181.24	115.53	198.43	168.78	200.99	658.20	951.24	1233.5	389.97	874.98	696.44
									3			
Vegetación Semidensa (cobertura arbustiva y pastizal)	0.25 - 0.5	130332	130500	136594	139287	130503	139954	139546	129521	135896	129877	130500
Vegetación Densa (cobertura Boscosa)	0.5 - 1	667103	667003	660836	658155	666901	656985	657093	666828	661326	666847	666405
		.9	.72	.01	.20	.5	.49	.18	.96	.07	.70	.54
TOTAL DE AREA (Ha)		797710	797710	797710	797710	797710	797710	797710	797710	797710	797710	797710
		.52	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.52

NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada)	Rango	COBERTURA VEGETAL EN EL AREA NATURAL PROTEGIDA BAHUAJA SONENE										
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sin Vegetación (Cuerpos de agua y tierra desnuda)	-1 - 0.1	231.96	241.36	308.47	301.98	239.24	304.85	245.98	299.23	443.31	356.24	266.99
Vegetación Dispersa (Cobertura Ralo)	0.1 - 0.25	2659.2	763.98	605.32	2568.2	965.25	1105.6	2598.3	2720.5	2225.3	1998.2	1723.4
		6	3	3	3	2	2	1	1	1	5	5
Vegetación Semidensa (cobertura arbustiva y pastizal)	0.25 - 0.5	123543	115680	130516	130022	100136	129442	110854	105681	129301	103586	129999
Vegetación Densa (cobertura Boscosa)	0.5 - 1	671275	681024	666280	664818	696369	666857	684011	689009	665740	691769	665720
		.94	.97	.48	.08	.8	.78	.89	.7	.34	.16	.29
TOTAL DE AREA (Ha)		797710	797710	797710	797710	797710	797710	797710	797710	797710	797710	797710
		.52	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.52

Figura 34

Superficie sin vegetación del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2000 – 2022).

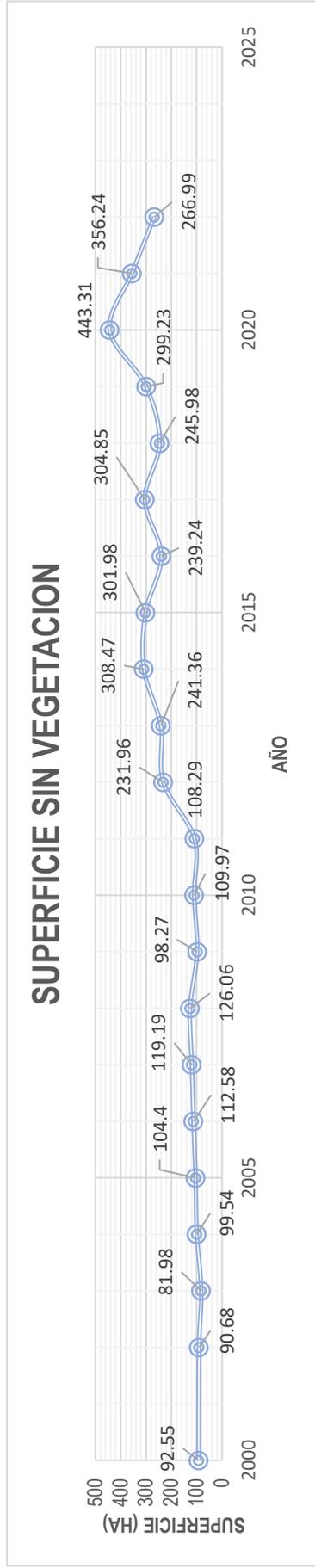


Figura 35

Superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2000 – 2022).

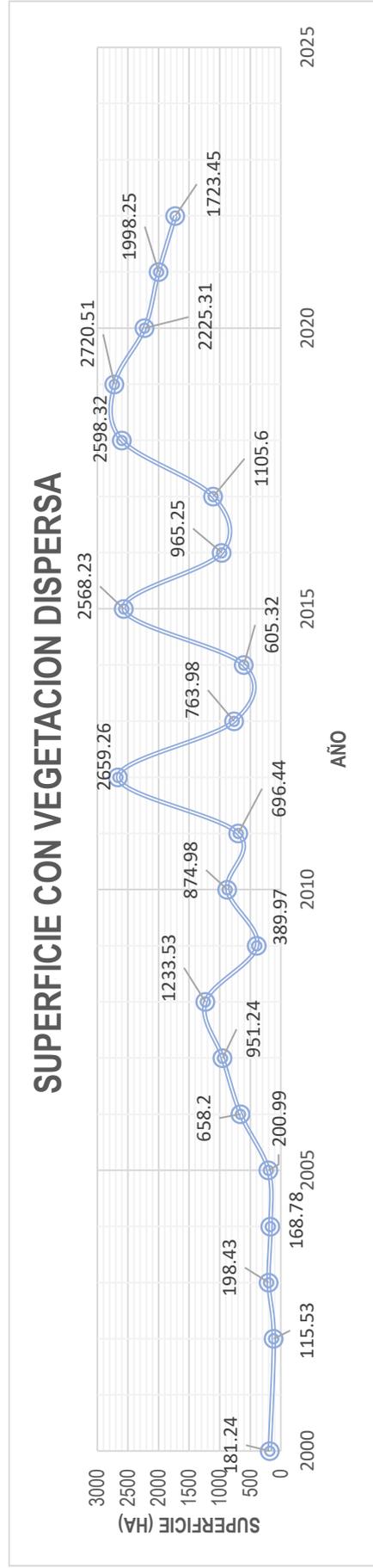


Figura 36

Superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2000 – 2022).

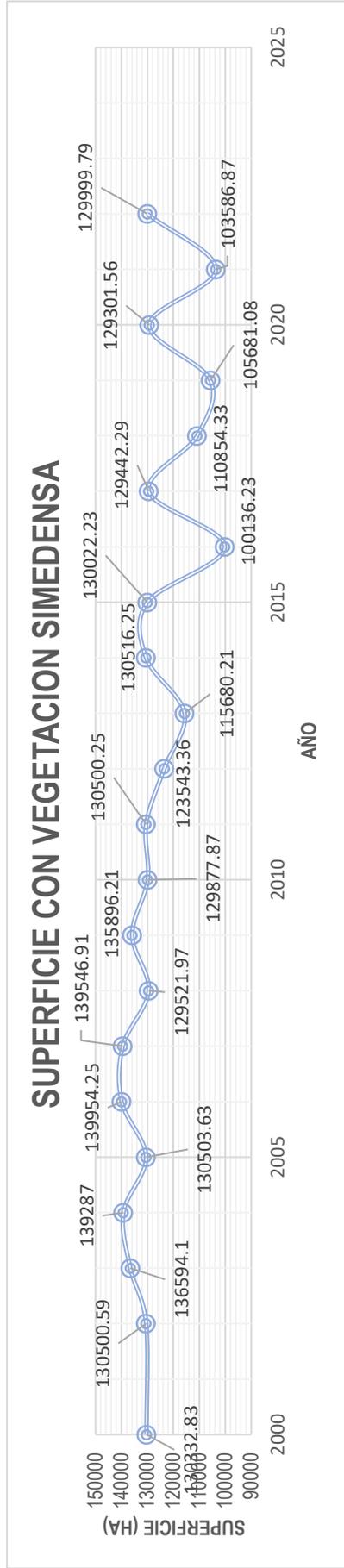
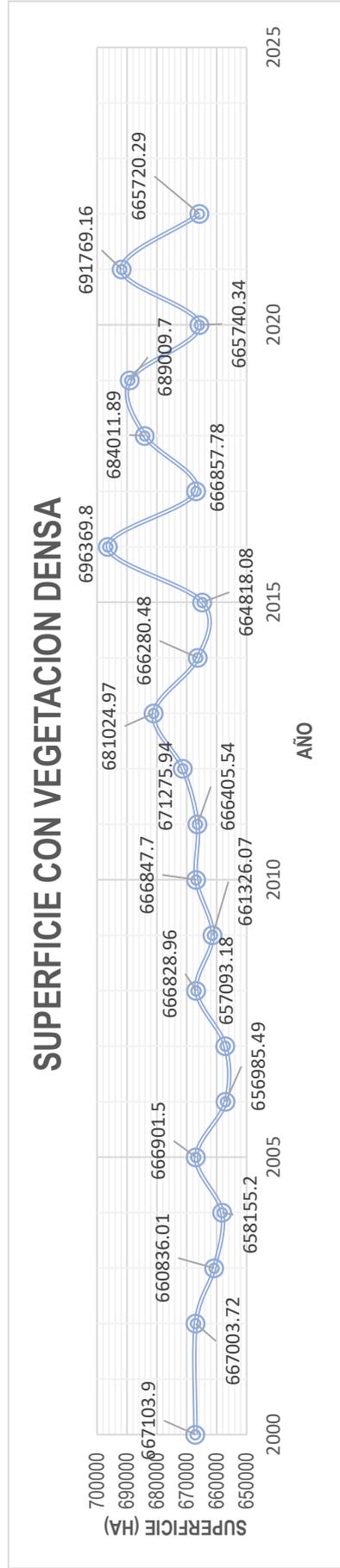


Figura 37

Superficie con vegetación densa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2000 – 2022).



En figura 34, se aprecia en la superficie sin vegetaciones del ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene en los periodos (2000 al 2022), indicando que el año 2000 presento una superficie de 92.55Ha; el año 2002 de 90.68Ha, el año 2003 de 81.98Ha, el año 2004 de 99.54Ha, el año 2005 de 104.4Ha, el año 2006 de 112.58Ha, el año 2007 de 119.19Ha, el año 2008 de 126.06Ha, el año 2009 de 98.27Ha, el año 2010 de 109.97Ha, el año 2011 de 108.29Ha, el año 2012 de 231.96Ha, el año 2013 de 241.36Ha, el año 2014 de 308.47Ha, el año 2015 de 301.98Ha, el año 2016 de 239.24Ha, el año 2017 de 304.85Ha, el año 2018 de 245.98Ha, el año 2019 de 299.23Ha, el año 2020 de 443.31Ha, el año 2021 de 356.24Ha y el año 2022 presenta una superficie de 266.99Ha; respectivamente.

En figura 35, se puede observar en la superficie con vegetaciones dispersa del ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene en los periodos (2000 al 2022), indicando que el año 2000; presento una superficie de 181.24Ha; el año 2002 de 115.53Ha, el año 2003 de 198.43Ha, el año de 2004 de 168.78Ha, año 2005 de 200.99Ha, el año 2006 de 658.20Ha, el año 2007 de 951.24Ha, el año 2008 de 1233.53Ha, el año 2009 de 389.97Ha. el año 2010 de 874.98Ha, el año 2011 de 696.44Ha, el año 2012 de 2659.26Ha, el año 2013 de 763.98Ha, el año 2014 de 605.32Ha, el año 2015 de 2568.23Ha, el año 2016 de 965.25Ha, el año 2017 de 1105.6Ha, el año 2018 de 2598.32Ha, el año 2019 de 2720.51Ha, el año 2020 de 2225.31Ha, el año de 2021 de 1998.25Ha y el año 2022 presenta una superficie de 1723.45Ha; respectivamente.

En figura 36, se puede ver la superficie con vegetaciones semidensa del ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene en los periodos (2000 al 2022), indicando que el año 2000; presento una superficie de 130332.83Ha; el año 2002 de 130500.59Ha, el año 2003 de 136594.10Ha, el año 2004 de 139287.00Ha, el año 2005 de 130500.63Ha, el año 2006 de 139954.25Ha, el año 2007 de 139546.91Ha, el año 2008 de 129521.97Ha, el año 2009 de 135896.21Ha, el año 2010 de 129877.87Ha, el año 2011 de 130500.25Ha, el año 2012



de 123543.36Ha, el año 2013 de 115680.21Ha, el año 2014 de 130516.25Ha, el año 2015 de 130022.23Ha, el año 2016 de 100136.23Ha, el año 2017 de 129442.29Ha, el año 2018 de 110854.33Ha, el año 2019 de 105681.08Ha, el año 2020 de 129301.56Ha, el año 2021 de 103586.87Ha y el año 2022 presenta una superficie de 129999.79Ha; respectivamente.

En figura 37, se puede distinguir en la superficie con vegetaciones densa del ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene en los periodos (2000 al 2022), indicando que el año 2000; presento una superficie de 667103.9Ha; el año 2002 de 667003.72Ha, el año 2003 de 660836.01Ha, el año 2004 de 658155.20Ha, el año 2005 de 666901.5Ha, el año 2006 de 656982.49Ha, el año 2007 de 657090.18Ha, el año 2008 de 666828.96Ha, el año 2009 de 661326.07 Ha, el año 2010 de 666847.70Ha, el año 2011 de 666405.54Ha, el año 2012 de 671275.94Ha, el año 2013 de 681024.97Ha, el año 2014 de 666280.48Ha, el año 2015 de 664818.08 Ha, el año 2016 de 696369.8Ha , el año 2017 de 666857.78Ha, el año 2018 de 684011.89Ha, el año 2019 de 689009.7Ha, el año 2020 de 665740.34Ha, el año 2021 de 691769.16Ha y el año 2022 presenta una superficie de 665720.29Ha; respectivamente.

A razón de todo ello se puede decir que las superficies que no tienen vegetación y aumentan cada año, al igual que las áreas con vegetación dispersa; no obstante, las superficies con vegetaciones densas y semidensas van en disminución; todo ello producto principalmente por la deforestación en el área natural protegida Bahuaja Sonene.

4.2.2. Degradación de la cobertura vegetal en el ANP Bahuaja Sonene (Periodo Avenidas)

En Tabla 6, se observa la cobertura vegetal en ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene en periodos del 2001, 2005, 2010, 2015 y 2020; indicando que en la reserva nacional Bahuaja Sonene; predomina la presencia de vegetación Densa (cobertura Boscosa), principalmente luego le sigue la vegetación semidensa (cobertura arbustiva y pastizal); y presentan en menor proporción áreas sin vegetación como cuerpos de agua y tierra desnudos, respectivamente; además manifestando que las extensiones de cada cobertura son variadas entre los periodos del año 2001 al año 2020.

Tabla 6

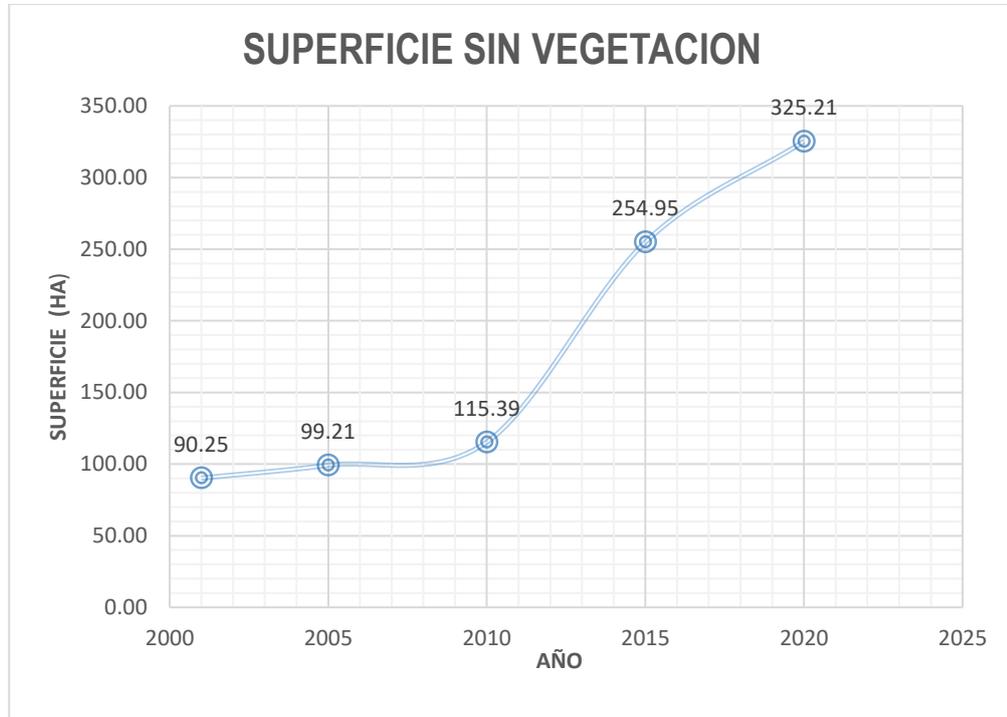
Cobertura vegetal en el ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2001 – 2020) –

Periodo Avenida.

Índice de diferencia (NDVI)	vegetación normalizada	Rango	COBERTURA VEGETAL EN EL AREA NATURAL PROTEGIDA BAHUAJA SONENE				
			2001	2005	2010	2015	2020
Sin Vegetación (Cuerpos de agua y tierra desnuda)		-1 - 0.1	90.25	99.21	115.39	254.95	325.21
Vegetación Dispersa (Cobertura Ralo)		0.1 - 0.25	101.25	98.92	178.98	654.65	524.65
Vegetación Semidensa (cobertura arbustiva y pastizal)		0.25 - 0.5	145263.0	139876.8	145983.0	155654.2	146896.5
Vegetación Densa (cobertura Boscosa)		0.5 - 1	652256.0	657635.5	651433.1	641146.7	649964.1
TOTAL DE AREA (Ha)			797710.5	797710.5	797710.5	797710.5	797710.5
			2	2	2	2	2

Figura 38

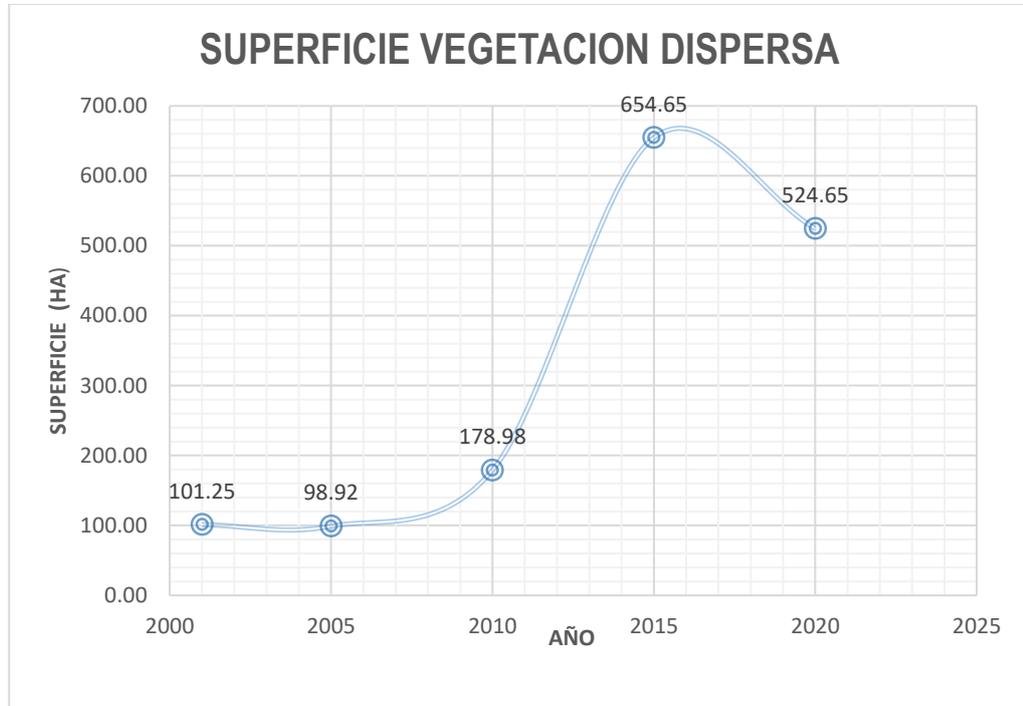
Superficie sin vegetación del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene (2001 – 2020) - Periodo de Avenida



En la figura 39, se ve la superficie sin vegetación del ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene en los periodos (2001 al 2020), indicando que el año 2001 presento una superficie de 90.25Ha; el año 2005 de 99.21Ha, el año 2010 de 115.39Ha, el año 2015 de 254.95Ha y el año 2020 presenta una superficie de 325.21Ha; respectivamente.

Figura 39

*Superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene
(2001– 2020) - Periodo de Avenida*

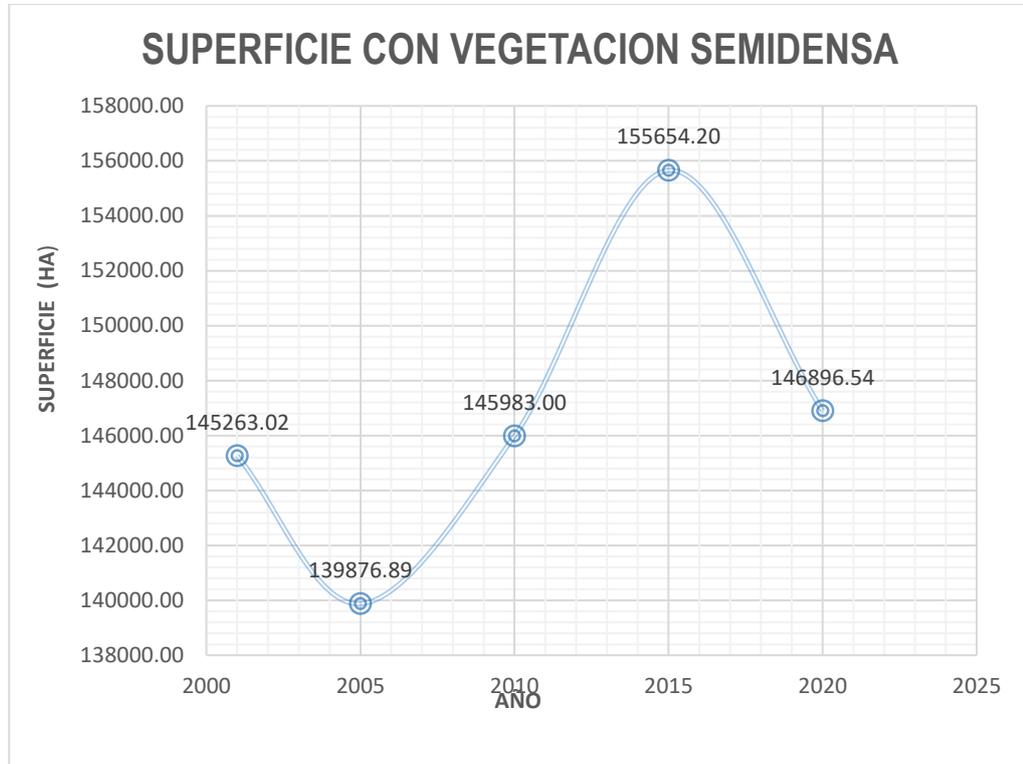


En la figura 39 se distingue en la superficie vegetación dispersa del ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene en los periodos (2001 al 2020), indicando que el año 2001 presento una superficie de 101.25Ha; el año 2005 de 98.92Ha, el año 2010 de 178.98Ha, el año 2015 de 654.65Ha y el año 2020 presenta una superficie de 524.65Ha; respectivamente.

Figura 40

Superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja

Sonene (2001 – 2020) - Periodo de Avenida

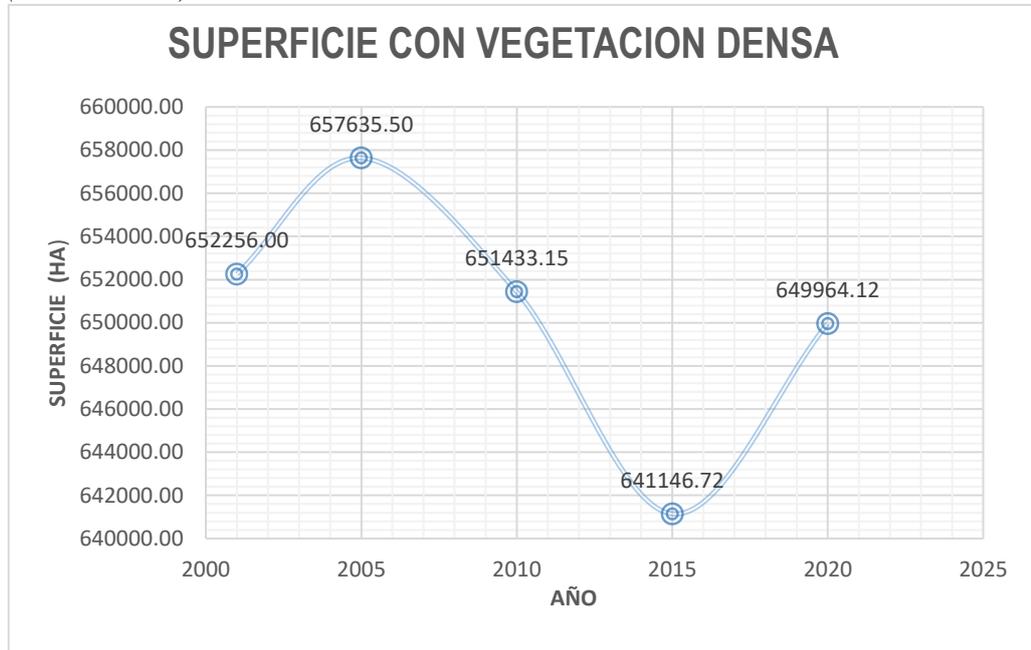


En la figura 40, se ve en la superficie vegetación semidensa del ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene en los periodos (2001 al 2020), indicando que el año 2001 presento una superficie de 145263.02Ha; el año 2005 de 139876.89Ha, el año 2010 de 145983.00Ha, el año 2015 de 155654.20Ha y el año 2020 presenta una superficie de 146896.54Ha; respectivamente.

Figura 41

Superficie con vegetación densa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene

(2001 – 2020) - Periodo de Avenida



En la figura 41, La superficie vegetal densa es evidente que en el ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene en los periodos (2001 al 2020), indicando que el año 2001 presento una superficie de 652256.00Ha; el año 2005 de 657635.50Ha, el año 2010 de 651433.15Ha, el año 2015 de 641146.72Ha y el año 2020 presenta una superficie de 649964.12Ha; respectivamente.

A razón de todo ello se puede decir que las superficies que no presentan vegetación van en incremento cada año, al igual que las áreas con vegetación dispersa; no obstante, las superficies con vegetaciones densas y semidensas van en disminución; todo ello producto principalmente por la deforestación en el área natural protegida Bahuaja Sonene.



4.2.3. Degradación de la cobertura vegetal en el ANP del lago Titicaca (Periodo de Estiaje)

En Tabla 6, La cobertura vegetal del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca se evaluó entre 2000 y 2022. Esto demuestra que en la reserva nacional del Lago Titicaca predomina la vegetación semidensa (arbustiva y pastizal), seguida de vegetación dispersa (cobertura rala), y que en menor proporción hay áreas sin vegetación, como cuerpos de agua y tierra desnudas. De igual manera, se demuestra que las áreas sin vegetación en el ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca; de igual manera manifestando que las extensiones de cada cobertura son variadas entre los periodos del año 2000 al año 2022.

Tabla 7

Cobertura vegetal en el ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022) – Periodo de Estiaje

Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)	Rango	COBERTURA VEGETAL EN AREA NATURAL PROTEGIDA DEL LAGO TITICACA										
		2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sin Vegetación (Cuerpos de agua y tierra desnuda)	-1 - 0.1	12899.	14089.	20288.	17985.	14129.	15014.	13654.	14029.	14985.	14256.	14107.
		29	47	41	24	38	78	21	52	54	76	43
Vegetación Dispersa (Cobertura Ralo)	0.1 - 0.25	6998.0	6699.5	5199.2	6154.2	6199.3	6154.4	6845.5	6099.8	6545.2	5965.7	6879.4
		1	7	5	8	1	7	4	0	1	9	4
Vegetación Semidensa (cobertura arbustiva y pastizal)	0.25 - 0.5	47900.	47008.	42309.	43657.	47468.	46628.	47297.	47668.	46266.	47574.	46810.
		04	30	68	82	65	09	75	02	59	79	47
Vegetación Densa (cobertura Boscosa)	0.5 - 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL DE AREA (Ha)		67797.	67797.	67797.	67797.	67797.	67797.	67797.	67797.	67797.	67797.	67797.
		34	34	34	34	34	34	50	34	34	34	34

Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)	Rango	COBERTURA VEGETAL EN EL AREA NATURAL PROTEGIDA DEL LAGO TITICACA										
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sin Vegetación (Cuerpos de agua y tierra desnuda)	-1 - 0.1	14852.	13879.	14103.	14654.	13254.	12410.	14325.	14659.	13551.	14256.	15356.
		32	84	57	81	76	97	74	56	21	24	64
Vegetación Dispersa (Cobertura Ralo)	0.1 - 0.25	6654.3	6125.7	6596.5	6915.1	6985.2	7127.0	7599.3	6487.9	6659.2	8971.2	6139.5
		5	0	7	0	1	5	5	1	9	6	2
Vegetación Semidensa (cobertura arbustiva y pastizal)	0.25 - 0.5	46290.	47791.	47097.	46227.	47557.	48259.	45872.	46649.	47586.	44569.	46301.
		67	80	20	43	37	32	25	87	84	84	18
Vegetación Densa (cobertura Boscosa)	0.5 - 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL DE AREA (Ha)		67797.	67797.	67797.	67797.	67797.	67797.	67797.	67797.	67797.	67797.	67797.
		34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34

Figura 42

Superficie sin vegetación del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022) – Periodo de Estiaje

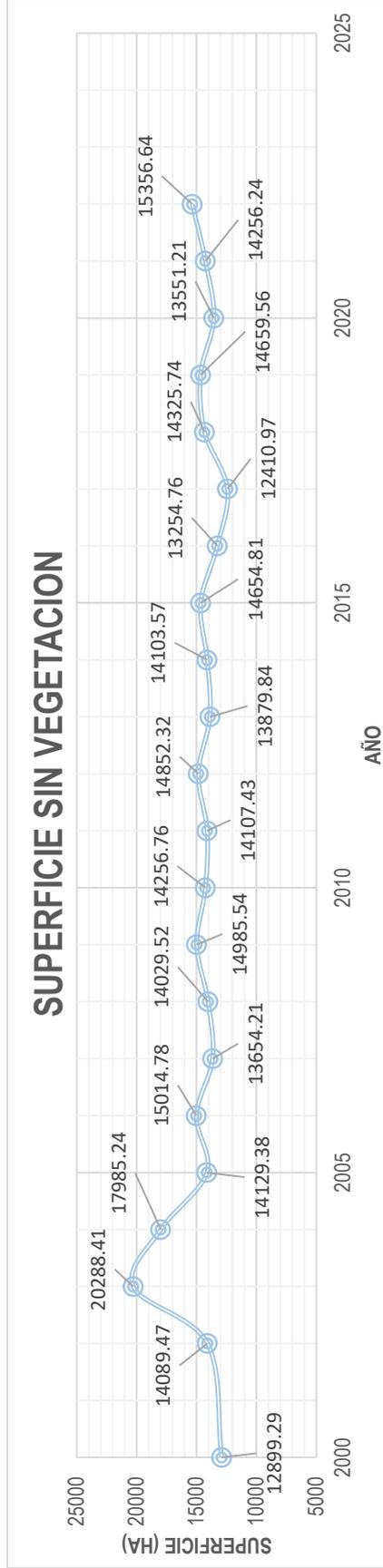


Figura 43

Superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022) – Periodo de Estiaje

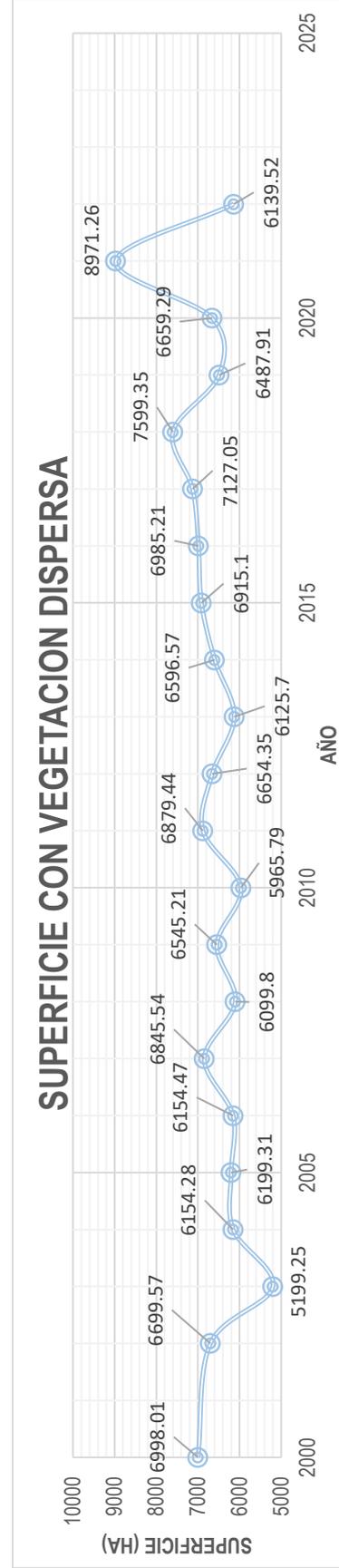
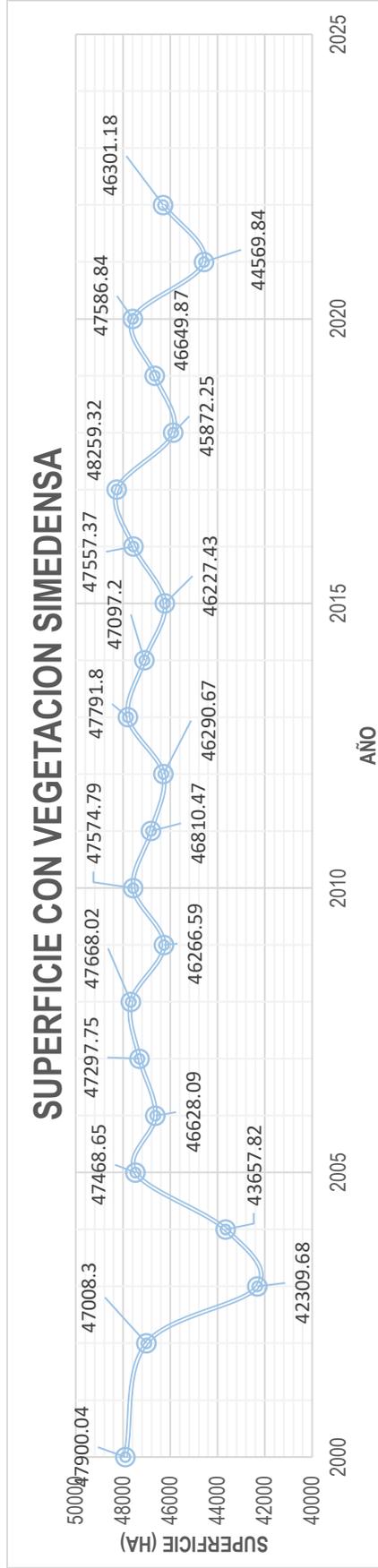


Figura 44

Superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022) – Periodo de Estiaje



En la figura 42, se observa la superficie sin vegetación del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca en los periodos (2000 al 2022) indicando que el año 2000 presento una superficie de 12899.29Ha; el año 2002 de 14089.47Ha, el año 2003 de 20288.41Ha, el año 2004 de 17985.24Ha, el año 2005 de 14129.38Ha, el año 2006 de 15014.78Ha, el año 2007 de 13654.21Ha, el año 2008 de 14029.52Ha, el año 2009 de 14985.54Ha, el año 2010 de 14256.76Ha, el año 2011 de 14107.43Ha, el año 2012 de 14852.32Ha, el año 2013 de 13879.84Ha, el año 2014 de 14103.57Ha, el año 2015 de 14654.81Ha, el año 2016 de 13254.76Ha, el año 2017 de 12410.97Ha, el año 2018 de 14325.74Ha, el año 2019 de 14659.56Ha, el año 2020 de 13551.21Ha, el año 2021 de 14256.24Ha y el año 2022 presenta una superficie de 15356.64Ha; respectivamente.

En figura 43, es evidente en la superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca en los periodos (2000 al 2022), indicando que el año 2000; presento una superficie de 6998.01Ha; el año 2002 de 6699.57Ha, el año 2003 de 5199.25Ha, el año de 2004 de 6154.28Ha, año 2005 de 6199.31Ha, el año 2006 de 6154.47Ha, el año 2007 de 6845.54Ha, el año 2008 de 6099.80Ha, el año 2009 de 6545.21Ha. el año 2010 de 5965.79Ha, el año 2011 de 6879.44Ha, el año 2012 de 6654.35Ha, el año 2013 de 6125.70Ha, el año 2014 de 6596.57Ha, el año 2015 de 6915.10Ha, el año 2016 de 6985.21Ha, el año 2017 de 7127.05Ha, el año 2018 de 7599.35Ha, el año 2019 de 6487.91Ha, el año 2020 de 6659.29Ha, el año de 2021 de 8971.26Ha y el año 2022 presenta una superficie de 6139.52Ha; respectivamente.

En figura 44, a simple vista se ve la superficie con vegetaciones semidensa del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca en los periodos (2000 al 2022); presento una superficie de 47900.04Ha; el año 2002 de 47008.30Ha, el año 2003



de 42309.68Ha, el año 2004 de 43657.82Ha, el año 2005 de 47468.65Ha, el año 2006 de 46628.09Ha, el año 2007 de 47297.75Ha, el año 2008 de 47668.02Ha, el año 2009 de 46266.59Ha, el año 2010 de 47574.79Ha, el año 2011 de 46810.47Ha, el año 2012 de 46290.67Ha, el año 2013 de 47791.80Ha, el año 2014 de 47097.20Ha, el año 2015 de 46227.43Ha, el año 2016 de 47557.37Ha, el año 2017 de 48259.32Ha, el año 2018 de 45872.25Ha, el año 2019 de 46649.87Ha, el año 2020 de 47586.84Ha, el año 2021 de 44569.84Ha y el año 2022 presenta una superficie de 46301.18Ha; respectivamente.

Al igual que el anterior caso se puede decir que las superficies que no presentan vegetación van en aumento entre los periodos 2000 al 2022; sin embargo, las superficies con vegetación dispersa y con vegetaciones densas van en disminución; además se puede decir en la reserva nacional de Lago Titicaca; no cuenta con superficies de bosque o vegetación densa; por estar geográficamente ubicado en el altiplano peruano.

4.2.4. Degradación de la cobertura vegetal en el ANP del lago Titicaca (periodo de Avenida)

En la Tabla 8, Se puede evaluar la cobertura vegetal en la Reserva Nacional del Lago Titicaca entre 2000 y 2022, lo que indica que en la reserva nacional del Lago Titicaca predomina la vegetación semidensa (arbustiva y pastizal), seguida de vegetación dispersa (cobertura rala), y en menor proporción las áreas sin vegetación, como los cuerpos de agua y tierra desnudas, respectivamente. Esto demuestra que, en la Reserva Nacional del Lago Titicaca, predomina la vegetación semidensa (arbustiva y pastizal); de igual manera manifestando que las

extensiones de cada cobertura son variadas entre los periodos del año 2000 al año 2022.

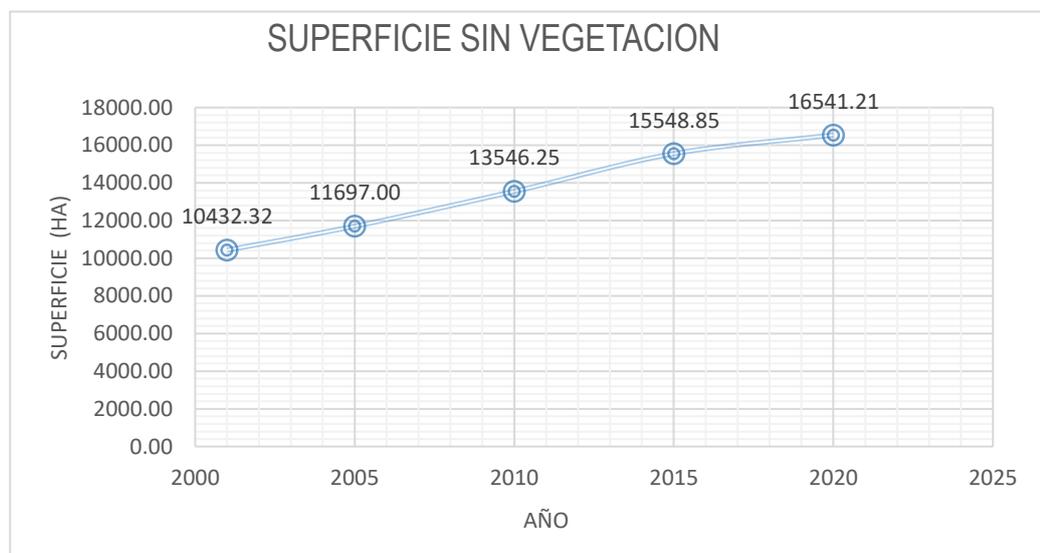
Tabla 8

*Cobertura vegetal en el ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022) –
Periodo Avenidas.*

Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)	Ran go	COBERTURA VEGETAL EN EL AREA NATURAL PROTEGIDA DEL LAGO TITICACA				
		2001	2005	2010	2015	2020
Sin Vegetaciones (Cuerpo de agua y tierra desnuda)	-1 - 0.1	10432.3 2	11697.0 0	13546.2 5	15548.8 5	16541.2 1
Vegetación Dispersa (Cobertura Ralo)	0.1 -	6041.73	9112.85	7492.64	8192.75	7458.23
Vegetación Semidensa (cobertura arbustiva y pastizal)	0.25 - 0.5	51323.2 9	46987.4 9	46758.4 5	44055.7 4	43797.9 0
Vegetación Densa (cobertura Boscosa)	0.5 - 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL DE AREA (Ha)		67797.3 4	67797.3 4	67797.3 4	67797.3 4	67797.3 4

Figura 45

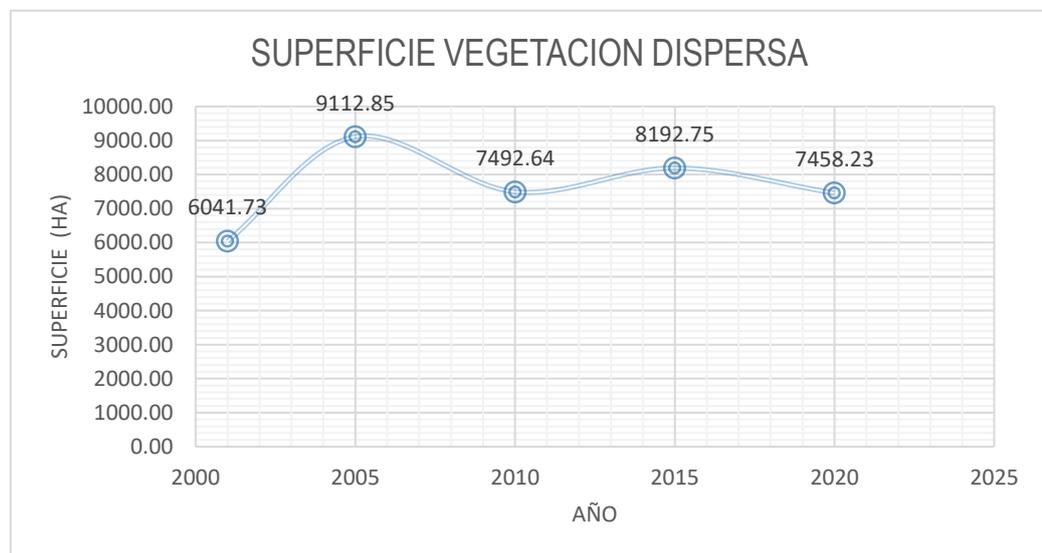
Superficie sin vegetación del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022)



En figura 45, con mayor facilidad se apreciar la superficie sin vegetaciones del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca en los periodos (2000 al 2022), indicando que el año 2001 presento una superficie de 10432.32Ha; el año 2005 de 11697.00Ha, el año 2010 de 13546.25Ha, el año 2015 de 15548.85Ha y el año 2020 presenta una superficie de 16541.21Ha; respectivamente

Figura 46

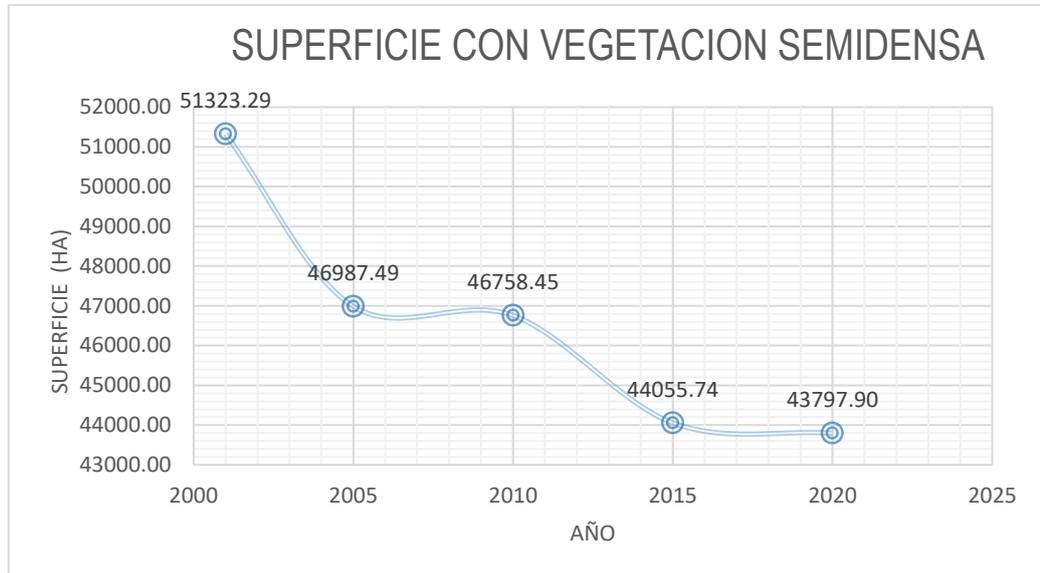
Superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022).



En la figura 46, es evidente la superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca en los periodos (2000 al 2022), indicando que el año 2001 presento una superficie de 6.041.73Ha; el año 2005 de 9112.85Ha, el año 2010 de 7492.64Ha, el año 2015 de 8192.75Ha y el año 2020 presenta una superficie de 7458.23Ha; respectivamente.

Figura 47

Superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca (2000 – 2022).



En figura 47, se puede apreciar la superficie con vegetaciones semidensa del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca en los periodos (2000 al 2022), indicando que el año 2001 presento una superficie de 51323.29Ha; el año 2005 de 46987.49Ha, el año 2010 de 46758.45Ha, el año 2015 de 44055.74Ha y el año 2020 presenta una superficie de 43797.90Ha; respectivamente.

Al igual que el anterior caso se puede decir que las superficies que no presentan vegetación van en aumento entre los periodos 2001 al 2020; sin embargo, las superficies con vegetación dispersa y con vegetaciones densas van en disminución; Además, se puede afirmar que las reservas nacionales del Lago Titicaca carecen de áreas con bosques o vegetación abundante debido a su ubicación en el altiplano peruano.



4.2.5. Degradación de la CV en el Área Conservación Regional Cerro

Khapia (Periodo de Estiaje)

En Tabla 07, se puede ver en la cobertura vegetal en el ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia en los periodos (2000 al 2022); indicando que en la reserva paisajística Cerro Khapia; predomina la presencia de vegetación dispersa (Cobertura Ralo); Posteriormente, se presentan zonas sin vegetación, como los cuerpos de agua y tierra desnudos, y luego se presenta una vegetación semidensa, compuesta por pastizales y arbustos; sin embargo no cuenta con superficies de bosque o vegetación densa; por estar geográficamente ubicado en el altiplano peruano; todo ello referido a los periodos de tiempo entre el año 2000 al año 2022.

Tabla 9

Cobertura vegetal en el ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022) – Periodo de Estaje

Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)	Rang	COBERTURA VEGETAL EN EL AREA DE CONSERVACION REGIONAL CERRO KHAPIA										
		2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sin Vegetación (Cuerpos desnudos de agua y tierra)	-1 - 0.1	8432. 73	8613. 45	8565. 25	8950. 21	8130. 89	8023. 54	8956. 21	8878. 66	8765. 25	8689. 36	8701. 75
Vegetación Dispensa (Cobertura Ralo)	0.1 - 0.25	9657. 77	9412. 85	9492. 64	9192. 75	9943. 98	9585. 45	9025. 65	9229. 15	9227. 25	9356. 87	9370. 66
Vegetación Semidensa (cobertura arbustiva y pastizal)	0.25 - 0.5	223.2 9	287.4 9	255.9 0	170.8 3	238.9 2	704.8 0	331.9 3	205.9 8	321.2 9	261.2 9	241.3 8
Vegetación Densa (cobertura Boscosa)	0.5 - 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL DE AREA (Ha)		18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18307 .52	18313 .79
NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada)	Rango	COBERTURA VEGETAL EN EL AREA DE CONSERVACION REGIONAL CERRO KHAPIA										
Sin Vegetación (Cuerpos desnudos de agua y tierra)	-1 - 0.1	8689. 25	8723. 54	8740. 07	8736. 89	8669. 32	8776. 97	8925. 78	9085. 01	9281. 82	9399. 89	9420. 56
Vegetación Dispensa (Cobertura Ralo)	0.1 - 0.25	9312. 54	9254. 36	9346. 04	9025. 98	9154. 36	9299. 61	9085. 98	8809. 35	8756. 99	8667. 52	8667. 62
Vegetación Semidensa (cobertura arbustiva y pastizal)	0.25 - 0.5	312.0 0	335.8 9	227.6 8	550.9 2	490.1 1	237.2 1	302.0 3	263.4 3	221.9 8	157.3 8	225.6 1
Vegetación Densa (cobertura Boscosa)	0.5 - 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL DE AREA (Ha)		18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79	18313 .79

Figura 48

Superficie sin vegetación del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022).

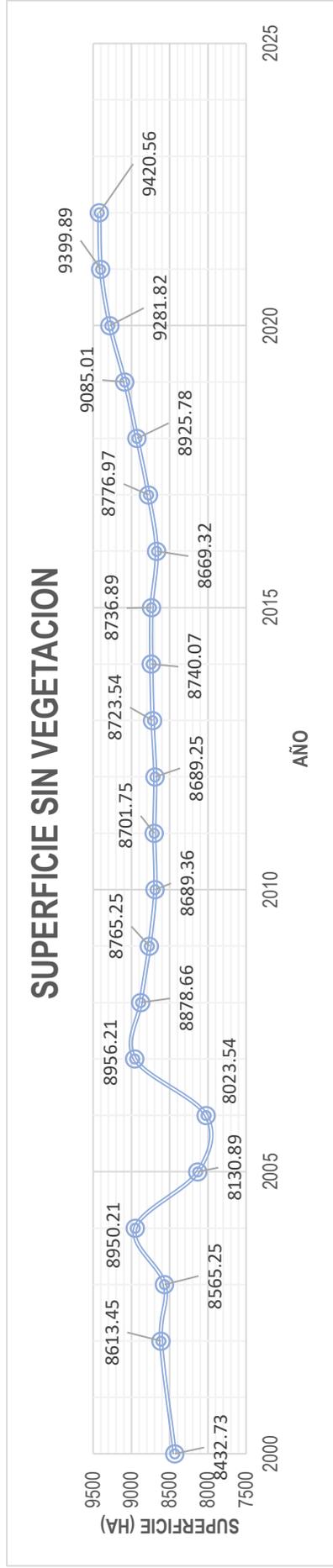


Figura 49

Superficie con vegetación dispersa del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022).

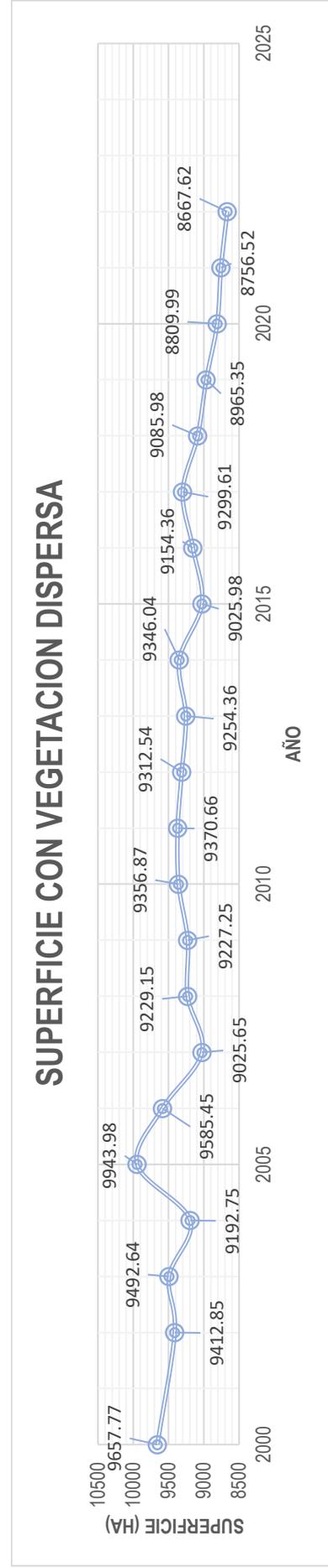
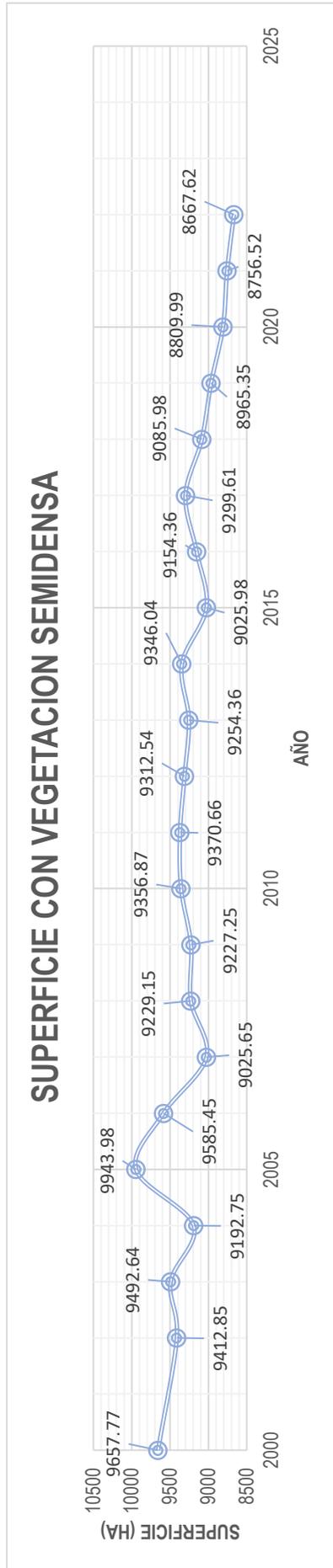


Figura 50

Superficie con vegetación semidensa del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022).



En figura 48, se observar en superficie sin vegetaciones del ANP - Reserva paisajística Cerro Khapia en los periodos (2000 al 2022), indicando que el año 2000 presento una superficie de 8432.73Ha; el año 2002 de 8613.45Ha, el año 2003 de 8565.25Ha, el año 2004 de 8950.21Ha, el año 2005 de 8130.89Ha, el año 2006 de 8023.54Ha, el año 2007 de 8956.21Ha, el año 2008 de 8878.66Ha, el año 2009 de 8765.25Ha, el año 2010 de 8689.36Ha, el año 2011 de 8701.75Ha, el año 2012 de 8689.25Ha, el año 2013 de 8723.54Ha, el año 2014 de 8740.07Ha, el año 2015 de 8736.89Ha, el año 2016 de 8669.32Ha, el año 2017 de 8776.97Ha, el año 2018 de 8925.78Ha, el año 2019 de 9085.01Ha, el año 2020 de 9281.82Ha, el año 2021 de 9399.89Ha y el año 2022 presenta una superficie de 9420.56Ha; respectivamente.

En figura 49, en superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva paisajística Cerro Khapia en los periodos (2000 al 2022) se puede ver claramente, indicando que el año 2000; presento una superficie de 9657.77Ha; el año 2002 de 9412.85Ha, el año 2003 de 9492.64Ha, el año 2004 de 9192.75Ha, el año 2005 de 9943.98Ha, el año 2006 de 9585.45Ha, el año 2007 de 9025.65Ha, el año 2008 de 9229.15Ha, el año 2009 de 9227.25Ha, el año 2010 de 9356.87Ha, el año 2011 de 9370.66Ha, el año 2012 de 9312.54Ha, el año 2013 de 9254.36Ha, el año 2014 de 9346.04Ha, el año 2015 de 9025.98Ha, el año 2016 de 9154.36Ha, el año 2017 de 9299.61Ha, el año 2018 de 9085.98Ha, el año 2019 de 8965.35Ha, el año 2020 de 8809.99Ha, el año 2021 de 8756.52Ha y el año 2022 presenta una superficie de 8667.62Ha; respectivamente.

En figura 50, la superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva paisajística Cerro Khapia en los periodos (2000 al 2022) se aprecian claramente, indicando que el año 2000; presento una superficie de 223.29Ha; el año 2002 de



287.49Ha, el año 2003 de 255.90Ha, el año 2004 de 170.83Ha, el año 2005 de 238.92Ha, el año 2006 de 704.80Ha, el año 2007 de 331.93Ha, el año 2008 de 205.98Ha, el año 2009 de 321.29Ha, el año 2010 de 261.29Ha, el año 2011 de 241.38Ha, el año 2012 de 312.00Ha, el año 2013 de 335.89Ha, el año 2014 de 227.68Ha, el año 2015 de 550.92Ha, el año 2016 de 490.11Ha, el año 2017 de 237.21Ha, el año 2018 de 302.03Ha, el año 2019 de 263.43Ha, el año 2020 de 221.98Ha, el año 2021 de 157.38Ha y el año 2022 presenta una superficie de 225.61Ha; respectivamente.

Recalcar al igual que la anterior área natural protegida; las superficies que no presentan vegetación van en aumento entre los periodos 2000 al 2022; sin embargo, las superficies con vegetación dispersa y con vegetaciones densas van en disminución; de igual manera se puede decir que la reserva paisajística Cerro Khapia; no cuenta con superficies de bosque o vegetación densa; por estar geográficamente ubicado en el altiplano peruano.

4.2.6. Degradación de la CV en el área de conservación regional en Cerro Khapia (Periodos de Avenidas)

En Tabla 10, se aprecia la cobertura vegetal en el ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia en los periodos (2000 al 2022); indicando que en la reserva paisajística Cerro Khapia; predomina la presencia de vegetación dispersa (Cobertura Ralo); Luego están los lugares sin vegetación, como los cuerpos de agua y tierra desnudos; y finalmente se presenta una vegetación semidensa (cobertura arbustiva y pastizal); sin embargo no cuenta con superficies de bosque o vegetación densa; por estar geográficamente ubicado en el altiplano peruano; todo ello referido a los periodos de tiempo entre el año 2000 al año 2022.

Tabla 10

Cobertura vegetal en el ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022) –

Periodo de Avenida.

Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)	Ran go	COBERTURA VEGETAL EN EL AREA DE CONSERVACION REGIONAL CERRO KHAPIA				
		2001	2005	2010	2015	2020
Sin Vegetación (Cuerpos desnudos de agua y tierra)	-1 - 0.1	8532.73	8413.45	8465.25	8650.21	8630.89
Vegetaciones Dispersas (Cobertura Rala)	0.1 - 0.25	9457.77	9312.85	9392.64	9292.75	9043.98
Vegetación Semidensa (coberturas arbusticos y pastizales)	0.25 - 0.5	323.29	587.49	455.90	370.83	638.92
Vegetación Densa (cobertura Boscosa)	0.5 - 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL DE AREA (Ha)		18313.79	18313.79	18313.79	18313.79	18313.79

Figura 51

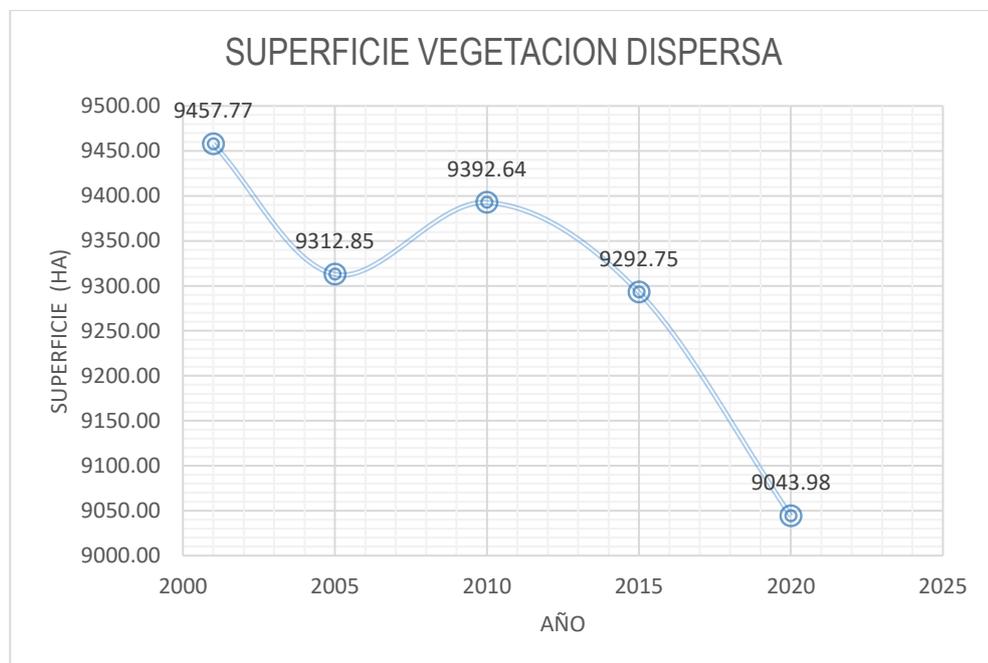
Cobertura vegetal en el ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022).



En figura 51, en superficie sin vegetación del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca en los periodos (2000 al 2022) se ve claramente, indicando que el año 2001 presento una superficie de 10432.32Ha; el año 2005 de 11697.00Ha, el año 2010 de 13546.25Ha, el año 2015 de 15548.85Ha y el año 2020 presenta una superficie de 16541.21Ha; respectivamente.

Figura 52

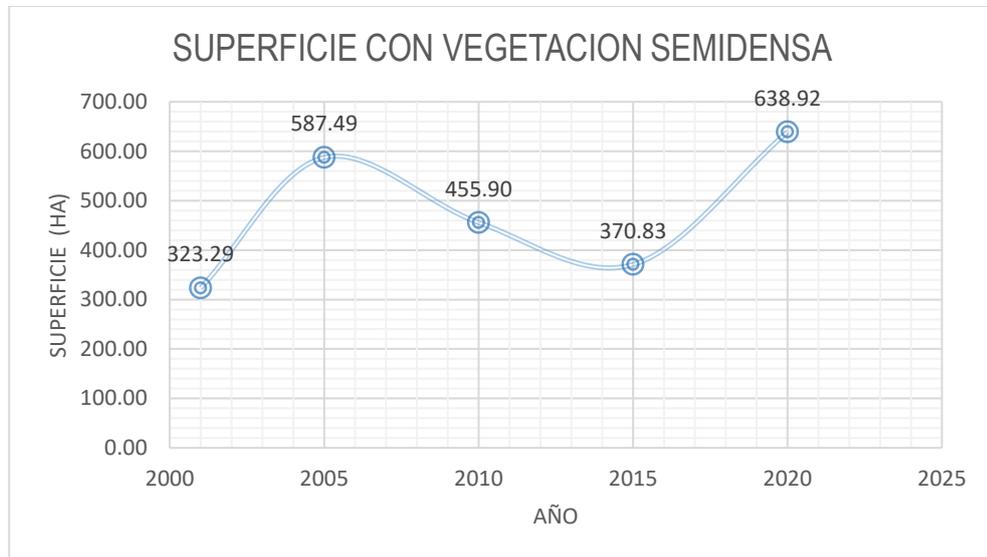
Superficie con vegetación dispersa del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022).



En figura 52, muestra claramente la superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca en los periodos (2000 al 2022), indicando que el año 2001 presento una superficie de 6041.73Ha; el año 2005 de 9112.85Ha, el año 2010 de 7492.64Ha, el año 2015 de 8192.75Ha y el año 2020 presenta una superficie de 7458.23Ha; respectivamente.

Figura 53

Superficie con vegetación semidensa del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia (2000 – 2022).



En figura 53, la superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva nacional del Lago Titicaca en los periodos (2000 al 2022) se observa clarísimo, indicando que el año 2001 presentó una superficie de 323.29Ha; el año 2005 de 587.49Ha, el año 2010 de 455.90Ha, el año 2015 de 370.83Ha y el año 2020 presenta una superficie de 638.92Ha; respectivamente.

Al igual que el anterior caso se puede decir que las superficies que no presentan vegetación van en aumento entre los periodos 2001 al 2020; sin embargo, las superficies con vegetación dispersa y con vegetaciones densas van en disminución; también se puede mencionar que la Reserva Nacional del Lago Titicaca carece de áreas con bosques o vegetación abundante; por estar geográficamente ubicado en el altiplano peruano.

Estos resultados comparados con Zhiminaicela, Quevedo, & Morocho (2020), presentan características similares a las que descubrió en su investigación



en el archipiélago de Jambelí, donde las pérdidas de cobertura vegetal presentes con valores por debajo de 0.0 en todos los índices negativos indican una pérdida de cobertura vegetal. Además, también encontramos índices de 0,2 que indican cobertura en mal estado e índices de 0,8 que indican cobertura en buen estado, respectivamente; de igual manera con respecto al estudio realizado por Álvarez & Macas (2018), cuyos resultados se asemejan al presente estudio a razón de que en el El Parque Nacional Machalilla en la Provincia de Manabi ha sufrido una pérdida anual de 195.28 ha de vegetación natural en los últimos 30 años, la mayoría de los cambios ocurrieron entre 1986 y 2000, con una pérdida de 181.20 ha/año. El PNM es el bosque seco más vulnerable a la pérdida de vegetación natural, y este análisis geoespacial ha permitido generar la cartografía de susceptibilidad a variación de cobertura vegetal; además dichos resultados con respecto al estudio realizado por Chariarse & Chariarse (2021), presentan características similares el cual analizo la degradación de la cubierta vegetal en la cuenca de Chuyapi-Cusco, lo que resultó en que la unidad de cobertura con mayor variación fue el mosaico de tierras de cultivo (más del 50%) o la vegetación natural (árboles, arbustos y cobertura herbácea) (más del 50%). que tiene una variación de 1,89 km², lo que equivale en porcentaje a 45,65% con una tendencia negativa. La unidad de cobertura vegetal con la menor variación fue el mosaico vegetal natural (árbol, arbusto y cubierta herbácea) (>50%), principalmente debido a los factores antrópicos; y finalmente con respecto al estudio realizado por Loza & Huamán (2021); son similares; el cual lo realizo en una localidad altoandina de Puno; encontrando que se extendieron suelos degradados desde 35 a 120 ha, áreas con escasa vegetación de 17 a 30 ha y se redujeron humedales de 179 a 29.7 ha. La cobertura urbana crece a un 40.7 % anual, todo simplemente debido a que el aprovechamiento del



suelo, sin base en un ordenamiento territorial, condujo al detrimento de la vegetación, y comprometió el aprovechamiento sostenible de recursos naturales.

4.3. PROYECCIÓN DE UN ESCENARIO FUTURO AL AÑO 2030 DE LOS CAMBIOS DE LA DEGRADACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE LA REGIÓN PUNO.

Para cumplir con el objetivo específico 3 "Proyectar un escenario futuro al año 2030 de los cambios en la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas de la región Puno", se utilizó la proyección de regresión lineal y se obtuvieron los siguientes resultados:

4.3.1. Degradación de la cobertura vegetal en el ANP Bahuaja Sonene al año 2030

En figura 54, La superficie sin vegetación del ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene se estima para el año 2030, lo que indica una tendencia de crecimiento de la superficie sin vegetación. Se espera que la superficie sin alcance 468.53 ha para ese año.

Figura 54

Superficie sin vegetación del ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene al año 2030.

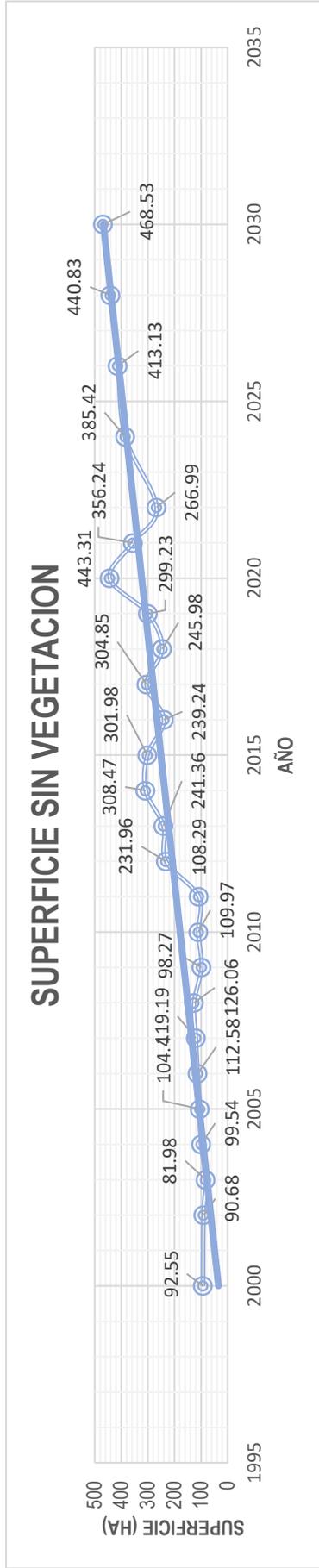


Figura 55

Superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene al año 2030

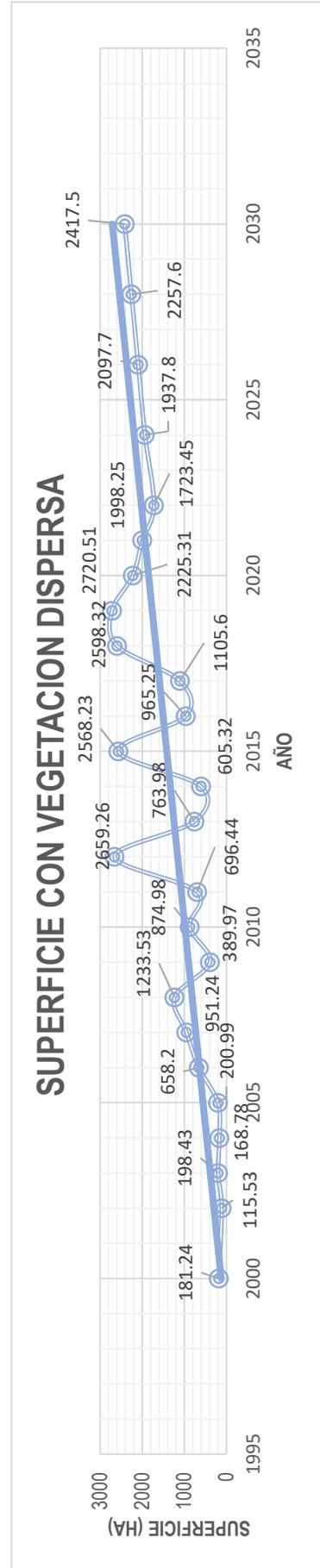


Figura 56

Superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene al año 2030

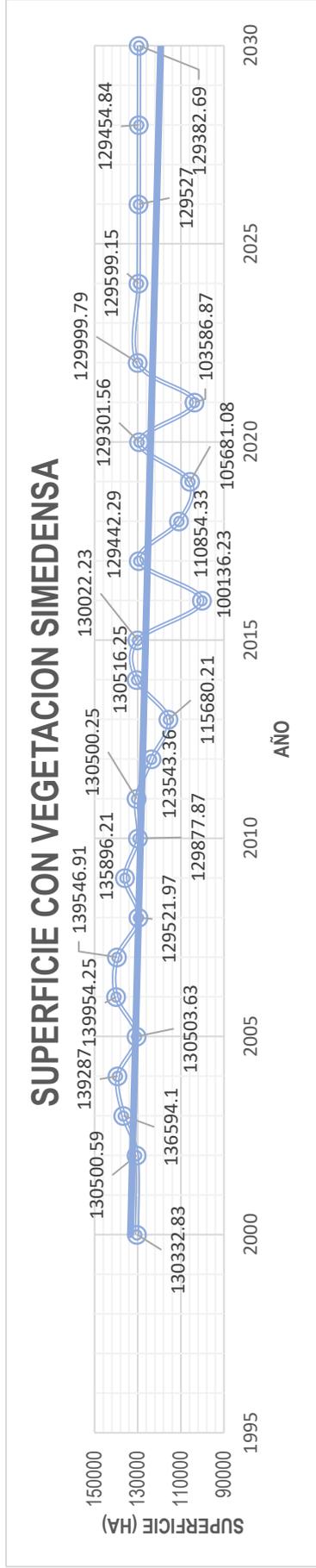
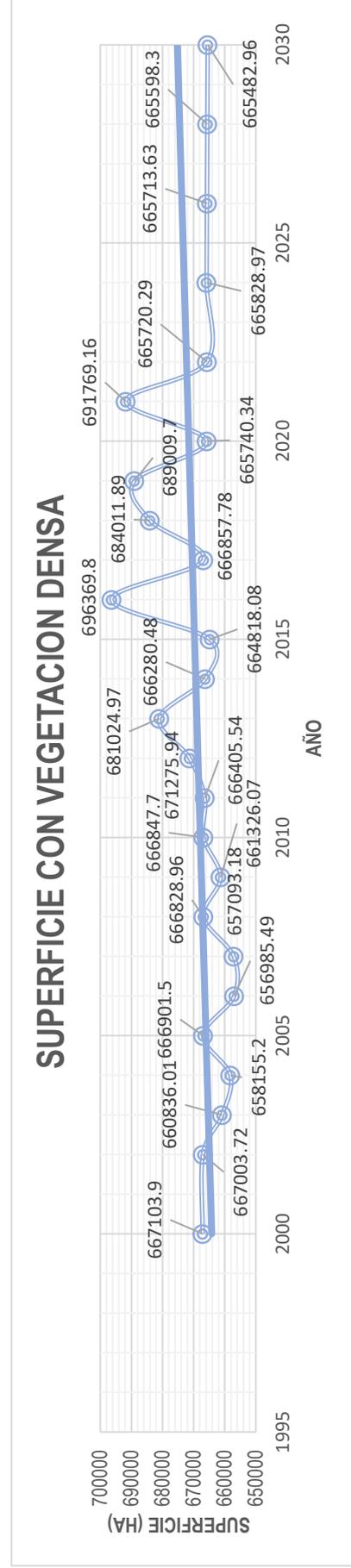


Figura 57

Superficie con vegetación densa del ANP - Reserva Nacional Bahuaja Sonene al año 2030





En la figura 55, La superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene para el año 2030 se espera que alcance 2 417.50 ha, lo que indica una tendencia de crecimiento.

En figura 56, La superficie con vegetación semidensa en la Reserva Nacional Bahuaja Sonene del ANP presenta una superficie de 129 382.69Ha para el año 2030, lo que indica una tendencia de decrecimiento de la superficie con vegetación semidensa.

En figura 57, Se prevé que para el año 2030, la superficie con vegetación densa del ANP - Reserva nacional Bahuaja Sonene alcance 665 482.96Ha, lo que indica una tendencia a la disminución de la superficie con vegetación semidensa.

4.3.2. Degradación de la cobertura vegetal en el ANP del lago Titicaca al año 2030.

En figura 58, la superficie sin vegetación de la Reserva Nacional del Lago Titicaca (ANP) se estima que aumentará para el año 2030, alcanzando una superficie de 14 317,70Ha.

Figura 58

Superficie sin vegetación del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca al año 2030

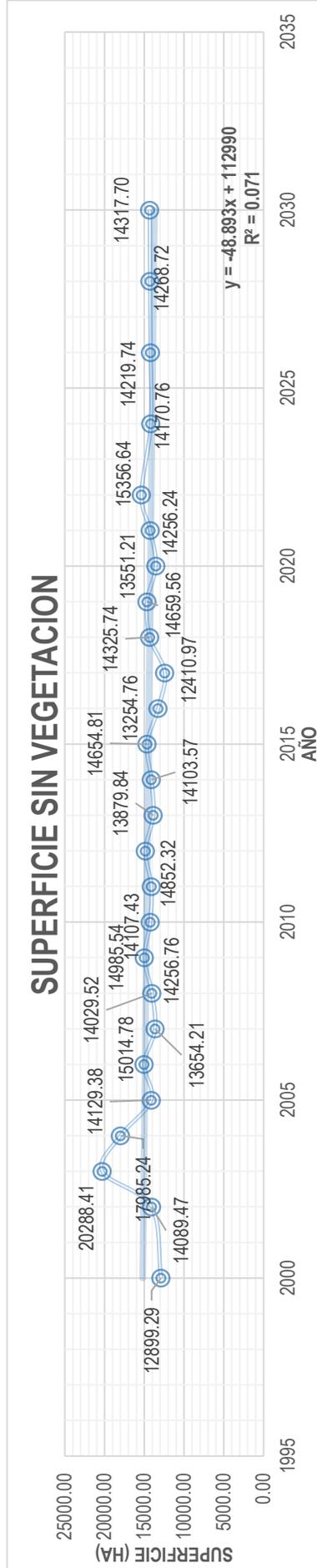


Figura 59

Superficie con vegetación dispersa del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca al año 2030

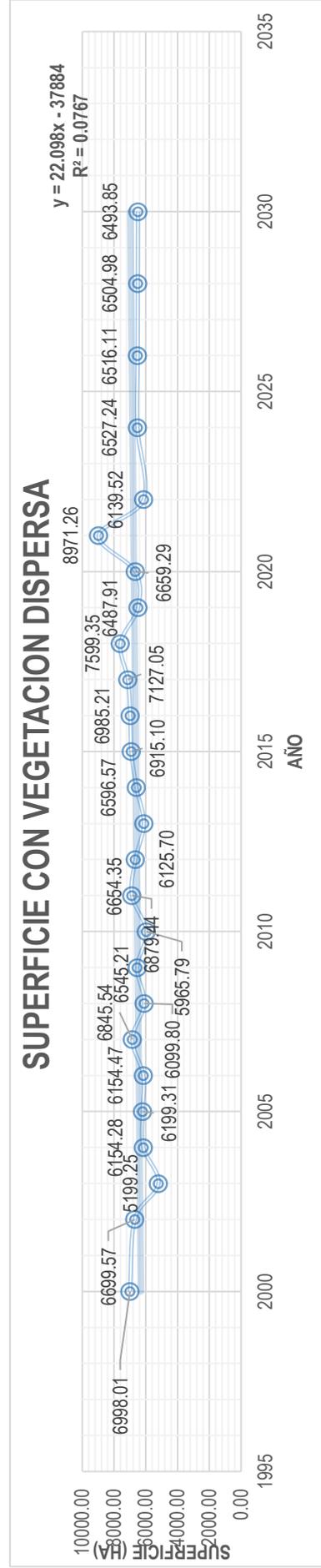
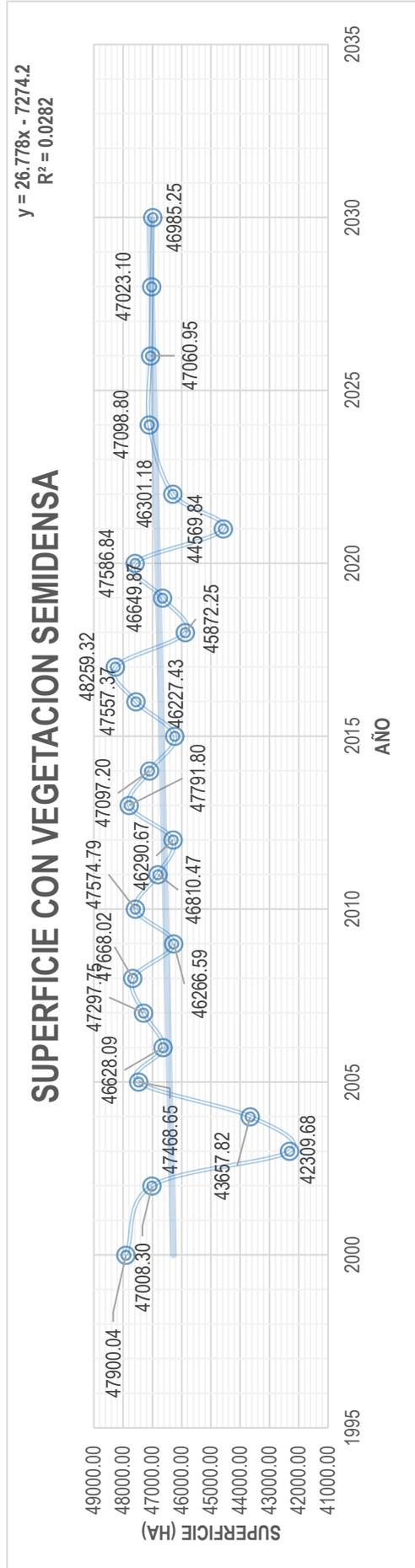


Figura 60

Superficie con vegetación semidensa del ANP - Reserva Nacional del Lago Titicaca al año 2030





En la figura 59, se puede observar en la superficie con vegetación dispersa de la Reserva Nacional del Lago Titicaca (ANP) para el año 2030, lo que indica una tendencia a la disminución de la superficie con vegetación dispersa. Se espera que para el año 2030, una superficie de 6.493,85Ha.

En la figura 60, se prevé que para el año 2030, la superficie con vegetación semidensa de la Reserva Nacional del Lago Titicaca (ANP) alcance una superficie de 46 985.25 ha, lo que indica una tendencia a la disminución de la superficie con vegetación semidensa.

4.3.3. Degradación de la cobertura vegetal en el ACR Cerro Khapia al año 2030.

En la figura 61, se estima que la superficie sin vegetación de la Reserva Paisajística Cerro Khapia del ACR aumentará para el año 2030, lo que indica una tendencia de crecimiento de la superficie sin vegetación. Se espera que la superficie sin alcance 9 556.34 ha para el año 2030.

Figura 61

Superficie sin vegetación del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia al año 2030

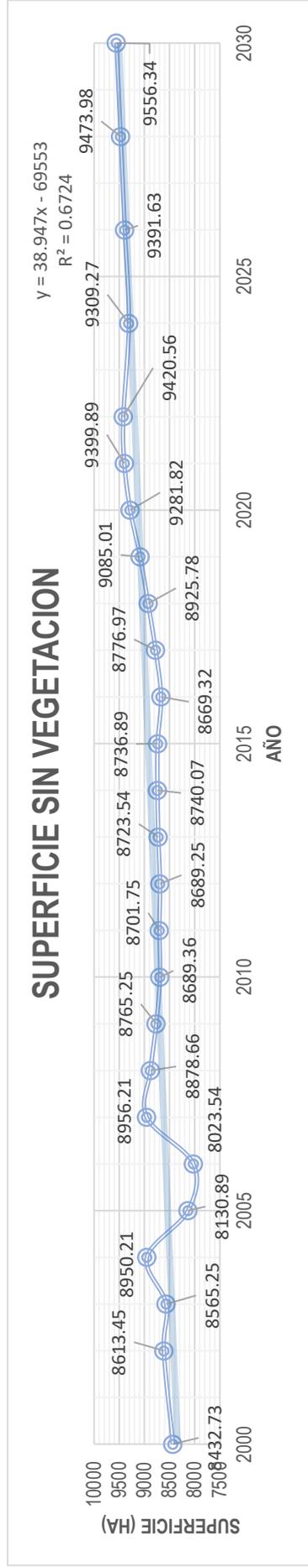


Figura 62

Superficie con vegetación dispersa del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia al año 2030

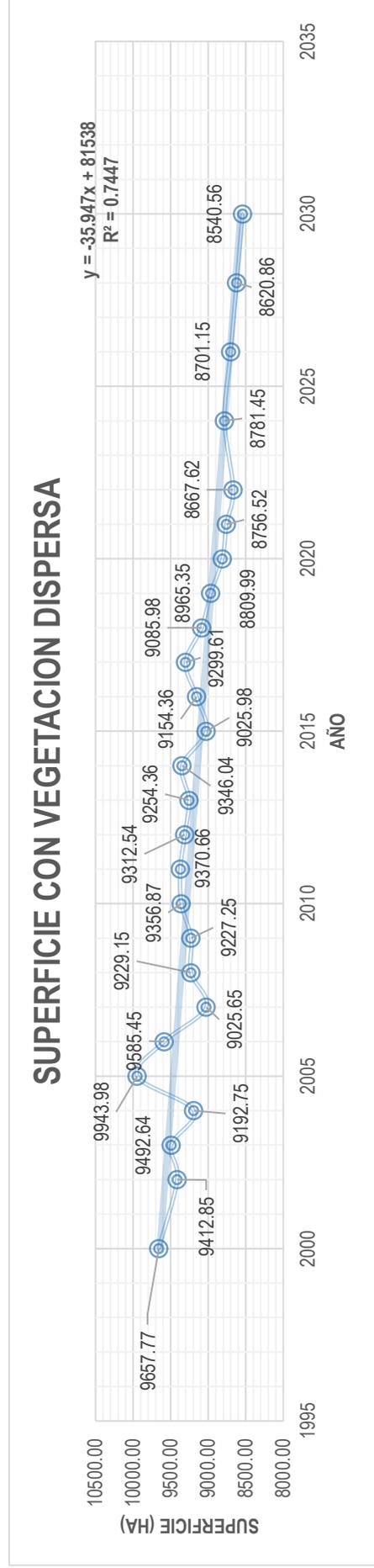
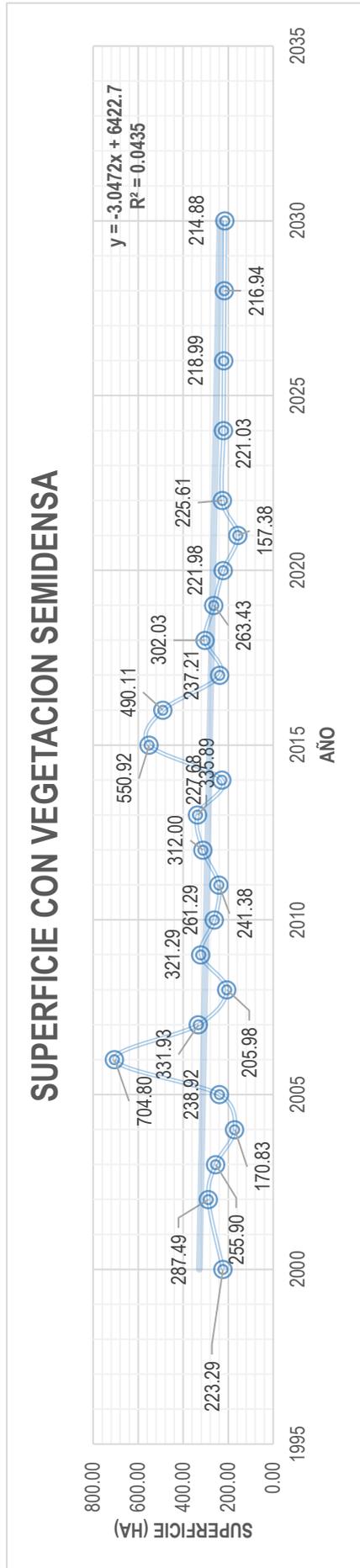


Figura 63

Superficie con vegetación semidensa del ACR - Reserva paisajística Cerro Khapia al año 2030



En la figura 62, el ACR-Reserva paisajística Cerro Khapia proyecta una superficie de 8 540.56Ha de vegetación dispersa para el año 2030, lo que indica una tendencia de decrecimiento de las superficies con vegetación dispersa.

En figura 63, se estima que la superficie con vegetación semidensa de la Reserva Paisajística Cerro Khapia del ACR disminuirá para el año 2030, lo que indica una tendencia a disminuir la superficie con vegetación semidensa. Se espera que la superficie de 214.88Ha alcance el año 2030.

DISCUSION EN RESULTADO

El presente estudio examina la degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas de la Reserva Nacional de Bahuaja Sonene.

Estos resultados comparados con los Rosales (2017); presentan características similares; evaluaron el análisis multitemporal de la cobertura vegetal de la Cuenca del Río Tahuando entre 1991 y 2017, y descubrieron una disminución de 15 hectáreas por año en la cobertura vegetal. Además, hicieron una predicción a partir del año 2017 hasta el año 2031, donde se evidencia que la cobertura vegetal de la cuenca experimentará cambios positivos y negativos en los próximos 14 años. Esto se refleja en la pérdida de 17 hectáreas por año en agricultura y 18 hectáreas por año en cobertura vegetal. Además, se puede decir que la degradación de la cobertura vegetal se debe al aumento de las 0.35 hectáreas por año en áreas de ganadería y 32 hectáreas por año en áreas urbanas.

En cuanto al desarrollo de la hipótesis: “Existe una variación de disminución significativa de la cobertura vegetal de las Áreas Naturales Protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 – 2022”, La hipótesis es aceptada ya que los hallazgos en las



áreas naturales protegidas (ANP) ubicadas en el parque nacional Bahuaja-Sonene, la reserva nacional del Lago Titicaca y el área de conservación regional (ACR), conocida como Reserva Paisajística Cerro Khapia, muestran una tendencia favorable en la disminución de la cobertura vegetal.

En el proceso de desarrollo del presente estudio de investigación, se descubrió que las respuestas tanto en temporadas de estiaje como en temporadas de avenidas son muy diferentes. En temporadas de estiaje, las imágenes satelitales Landsat son más confiables debido a la poca nubosidad, pero en temporadas de avenidas, las respuestas son muy erróneas, por lo que casi no se realizan estudios en estas temporadas, ya que son en tiempo de precipitaciones las respuestas son muy erróneas por eso casi no se hace estudios en temporadas de avenidas, por tales motivos no hay estudios realizados en este periodo en coberturas vegetales.



V. CONCLUSIONES

- El área natural protegida, distribuida en el parque nacional Bahuaja-Sonene; presenta áreas degradadas o sin vegetación entre los periodos del 2000 al 2022; de 266.99Ha; además en el ANP distribuida en la reserva nacional del Lago Titicaca presenta una degradación de la cobertura vegetal del 15 356.64Ha; al igual que en el área de conservación regional, que entre los años 2000 al 2022; presenta una cobertura degradada de 9 420.56Ha; presentando para todas una tendencia aumento de la degradación de la cobertura vegetal.
- Al año 2030 las áreas naturales protegidas por el estado en la región de Puno; presentaran un cambio en sus áreas producto de la degradación; siendo en este caso para el área natural protegida, distribuida en el parque nacional Bahuaja-Sonene; una superficie degradada de 468.53Ha; además de ellas el ANP distribuida en la reserva nacional del Lago Titicaca; presentara una superficie degradada de 14 317.70Ha; y finalmente el área de conservación regional; presentara una superficie degradada de 9 556.34Ha; respectivamente; cada una de ellas superior a la degradación de la cobertura vegetal entre los años de 2000 al 2022.



VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere llevar a cabo campañas de educación ambiental a las personas e instituciones educativas ubicadas en las áreas naturales protegidas por el estado en la zona de Puno, con el fin de promover una cultura de respeto por la naturaleza.
- Se sugiere que las autoridades ambientales (MINAM, SERNANP, SENACE, SERFOR y AUTORIDAD REGIONAL AMBIENTAL), relacionadas con el desarrollo social y ambiental, utilicen la investigación para financiar planes para la organización y ejecución de actividades de conservación de la cobertura vegetal en áreas degradadas de las áreas naturales protegidas por el estado en la región de Puno.
- Se recomienda aumentar el uso de SIG para investigar el cambio de la cobertura vegetal en la región y en el país, utilizando una variedad de métodos para comparar los resultados.
- Finalmente, se recomienda realizar un análisis multitemporal de otros satélites para comparar las variaciones de los resultados y reducir los sesgos causados por la variabilidad de los sensores o cualquier método de análisis.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, C., Cabrera, S., Fernández, G., & Icasitiniaga, M. (2017). *Frimas Espectrales y Características de Coberturas Fundamentales*. Montevideo: Universidad de la Republica de Uruguay.
- Álvarez, M. (2018). *Variación de la cobertura vegetal en el parque nacional Machalilla, mediante la evaluación de índices de vegetación, provincia de Manabí*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Álvarez, M., & Macas, V. (2018). Variación de la cobertura vegetal del Parque Nacional Machalilla mediante la evaluación de índices de vegetación en la provincia de Manabí. *Revista científica ciencias nacionales ambientales*, 1-17.
- Ayca, K., & Castro, Y. (2021). *Análisis de la variación multitemporal de la pérdida de cobertura boscosa en el C. P de Shambillo A y B – Padre Abad en el periodo 2005 a 2020*. Lima: Universidad Peruqana Unión.
- Baena, G. (2017). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION serie integral por competencias*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Caballero, J., & Espinal, M. (2021). *Determinación de la variación de cobertura vegetal mediante Imágenes Satelitales en el Caserío Shiracmaca Huamachuco por la expansión minera 2000 - 2021*. Trujillo: Universidad César Vallejo.
- Cabrera, E., & Vega, J. (2022). *Análisis del retroceso glaciar en los andes del norte del Ecuador durante un período de 30 años empleando teledetección*. Ibarra: Universida Tecnica del Norte.



- Campo, G., & Marinas, G. (2015). *Relaciones entre el índice espectral de vegetación NDVI y la cobertura vegetal en pastos de puerto del Pirineo Occidental*. Juarez: Editado por XLV Reunión Científica de la SEEP.
- Carrillo, A., & Choquehuanca, V. (2019). *Análisis multitemporal del crecimiento urbano de la ciudad de Puno mediante imágenes satelitales, entre los años 1980 – 2017*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Chariarse, A., & Chariarse, P. (2021). *Análisis multitemporal del uso de suelo y cobertura vegetal mediante el uso de herramientas SIG aplicados a la cuenca de Chuyapi - Santa Ana - La Convención – Cusco*. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Córdova, J., & Sánchez, L. (2020). *Análisis de la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010-2018, en la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú*. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali.
- Cruz, D., Curbelo, E., Ferrer, Y., & Ávila, D. (2020). Variaciones espaciales y temporales en el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada en Cuba. *Ecosistemas*, 1 - 12.
- De la cruz, F., & Gamarra, R. (2021). *Efecto de la variabilidad atmosférica en la cobertura vegetal del Refugio de vida silvestre Laquipampa entre 1990-2020*. Lima: Universidad César Vallejo.
- De la Cruz, F., & Gamarra, R. (2021). *Efecto de la variabilidad atmosférica en la cobertura vegetal del Refugio de vida silvestre Laquipampa entre 1990-2020*. Chiclayo: Universidad César Vallejo.
- ESRI. (2017). *ArcGIS*. Obtenido de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>.



- Flores, R. (2019). *Relación entre el comportamiento dinámico del área glaciar del nevado santocoronado y las variaciones climáticas del entorno, Moquegua*. Moquegua: Universidad nacional de Moquegua .
- Giraldo, U., & Vasquez, P. (2020). *Evaluación y medición de la expansión territorial de la minería informal en la cuenca alta del Ramis, Puno, Perú, usando imágenes satelitales*. *Espacio y Desarrollo*, 5-32.
- Gore Puno. (2015). *Plan de accion de la estratgia regional de la diversidad biologica*.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodologia de la investigacion Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: Mc Graw Hill Education.
- INEGI. (2017). *Aspectos técnicos de las imágenes Lansart*. Lima: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Lange, G. (2018). *Análisis multitemporal de la deforestación y cambio de la cobertura del suelo de la ciudad de puerto Ayora – Santa Cruz mediante el uso de la teledetección y sistemas de información geográfica*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Ley N° 26834. (1997). *Ley de areas naturales protegidas*. Lima: Congreso de la Republica.
- Loza, A., & Huamán, I. (2021). *Análisis multitemporal de asociaciones vegetales y cambios de uso del suelo en una localidad altoandina, Puno-Perú*. *Uniciencia* , 1-15.
- MINAM. (2017). *Areas Naturales Protegidas del Peru*. Lima: Ministerio del ambiente.



- Navarrete, M., & Mejia, D. (2018). *Análisis multitemporal de cobertura vegetal, mediante el análisis de imágenes satelitales para diseñar estrategias de conservación en la microcuenca del río blanco, en la provincia del carchi*. Ibarra: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- PNCBMCC. (2015). *El Programa nacional de conservación de bosques según categorías terretoriales*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Reátegui, P. (2020). *Evaluación de La eficiencia de conservación de las Categorías Territoriales de la región San Martín mediante un análisis de inhibición de deforestación entre los periodos 2001-2017*. Tesis, Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura , Tarapoto.
- Romo, V. (2018). *Deforestacion en los bosques de Bahuaaja Sonene*. Lima: Mongabay Latam.
- Rosales, O. (2017). *Análisis Multitemporal del Uso del Suelo y Cobertura Vegetal de la Cuenca del Río Tahuando y Proyección de Cambios al Año 2031, en el Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Santos, L. (2022). *Eficiencia de conservación de las categorías territoriales de la región puno mediante el análisis de inhibición de deforestación entre los periodos 2001-2020*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano de Puno.
- SERFOR. (2015). *Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y las lecciones aprendidas para reduciras*. Lima: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- SERNANP. (2013). *Áreas de Conservación Regional*. Lima. Obtenido de <https://www.sernanp.gob.pe/documents/10181/147284/5+Doc+Trabajo+Areas+>



de+Conservacion+Regional+(1).pdf/ea712fc6-7e14-459c-b281-

06007aa7aa02#:~:text=Las%20%C3%81reas%20de%20Conservaci%C3%B3n%20Regional%20se%20establecen%20principalmente%20para%20conservar.

SERNANP. (2014). *Áreas de Conservación Privada*. Lima. Obtenido de <https://www.sernanp.gob.pe/documents/10181/255769/%C3%81reas-de-Conservaci%C3%B3n-Privada-Documento-de-trabajo-10.pdf/b77fd3a7-f235-40fa-839a-b60889e343fe>.

SERNANP. (2019). *Reservas Nacionales*. Lima: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.

Subia, Y. (2020). *Análisis multitemporal de cambio de cobertura vegetal y uso de suelos en el parque nacional Bahuaja Sonene y su zona de amortiguamiento*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

Tafur, M. (2017). *Variación de la cobertura vegetal boscosa del santuario histórico bosque de Pomac - Shbp, del año 2008 al año 2015*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Tafur, M. (2017). *Variación de la cobertura vegetal boscosa del santuario histórico bosque de Pomac - Shbp, del año 2008 al año 2015*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Torrachi, S. (2018). Deforestación de bosques montanos y patrones de hábitats en la región sur del Ecuador. *infobosques*, 1-54.

Zhiminaicela, J., Quevedo, J., & Morocho, A. (2020). Deforestación y cambios en la cobertura vegetal del archipiélago de Jambelí, mediante el uso de imágenes satelitales Landsat-8. *Manglar*, 153-157.



ANEXOS

ANEXOS 1. Panel fotográfico de reserva nacional del lago Titicaca.

Figura 64

Distrito de Huata de ANP. Reserva nacional de lago Titicaca



Figura 65

Distrito de Huata de ANP. Reserva nacional de lago Titicaca



Figura 66

Distrito de Huata a 200 Metros hacia oeste de la ciudad



Figura 67

Distrito de Huata a 1000 Metros hacia sur de la ciudad



Figura 68

Distrito de Coata de ANP. De la reserva nacional de Lago Titicaca



Figura 69

Distrito de Coata a 1000 metros hacia sur de la ciudad



Figura 70

Distrito de Coata a 500 metros hacia norte de la ciudad



Figura 71

Distrito de Coata a 500 metros hacia norte de esta ciudad



Figura 72

En Distrito Platería a 3500 m. hacia norte de la ciudad



Figura 73

Distrito de Platería a 1000 metros hacia noroeste de esta ciudad



Figura 74

En Distrito Platería a 3000 m. hacia norte de la ciudad.



Figura 75

Distrito de Platería a 2000 metros hacia este de la ciudad



ANEXO 2. Panel fotográfico de ACR reserva paisajística Cerro

Khapia.

Figura 76

Lugar céntrico de Cerro Khapia laguna warawarani



Figura 77

Cerro Khapia laguna warawarani hacia 500 metros del sur del centro



Figura 78

Cerro Khapia laguna warawarani hacia 500 metros del sur del centro

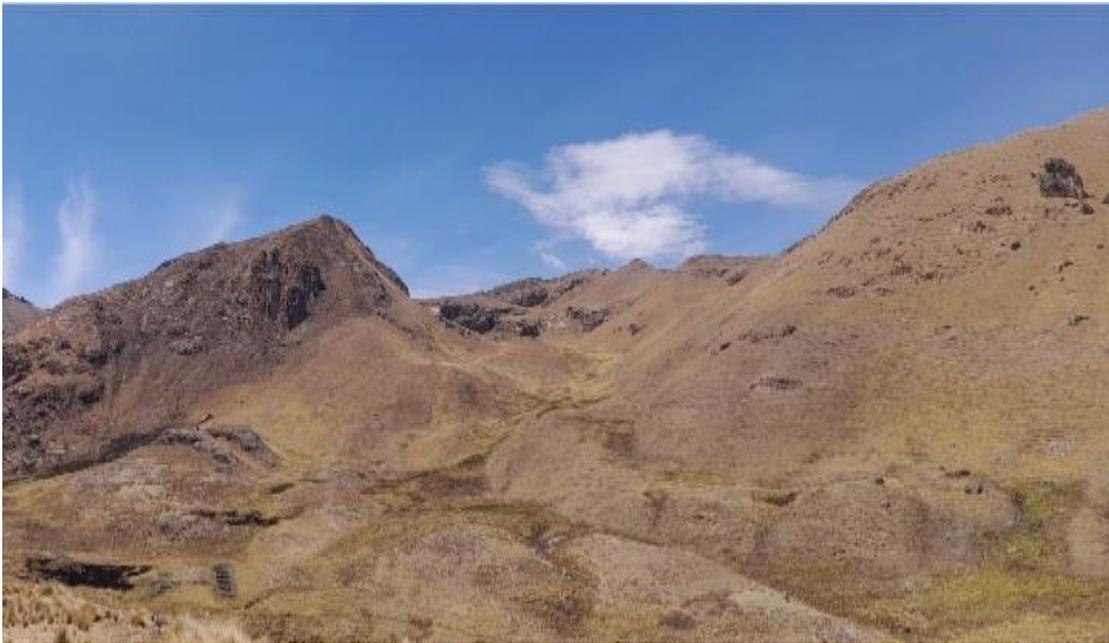


Figura 79

Cerro Khapia laguna warawarani hacia 1000 metros del norte del centro



ANEXO 3. Comparación ANP de Bahuaja Sonene de los periodos de estiaje y avenida.

Figura 80

Comparación de los periodos tanto Estiaje y Avenida ANP de Bahuaja Sonene.

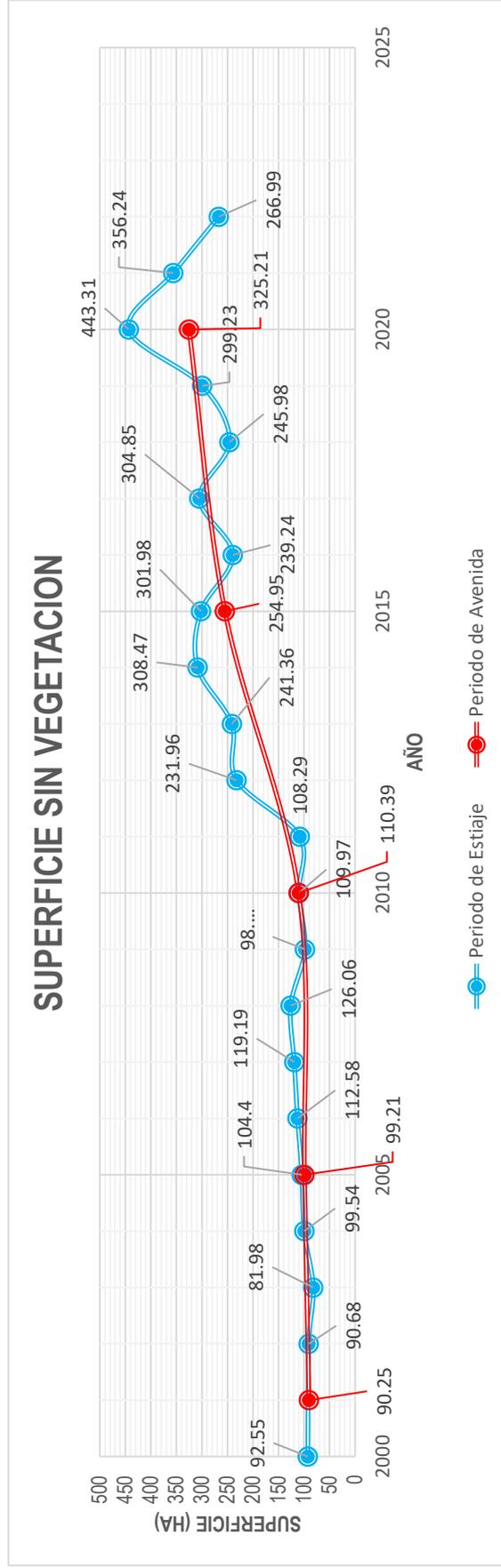


Figura 81

Comparación de los periodos de Estiaje y Avenida en las ANP de Lago Titicaca.

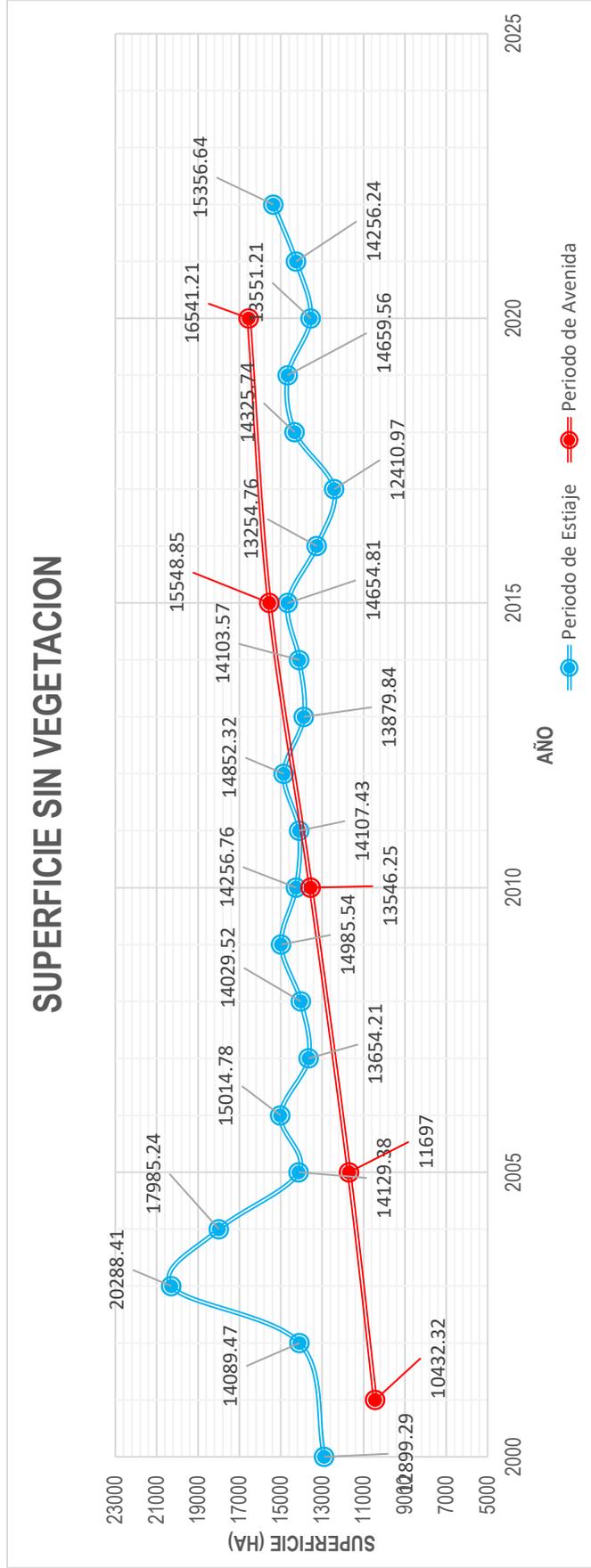
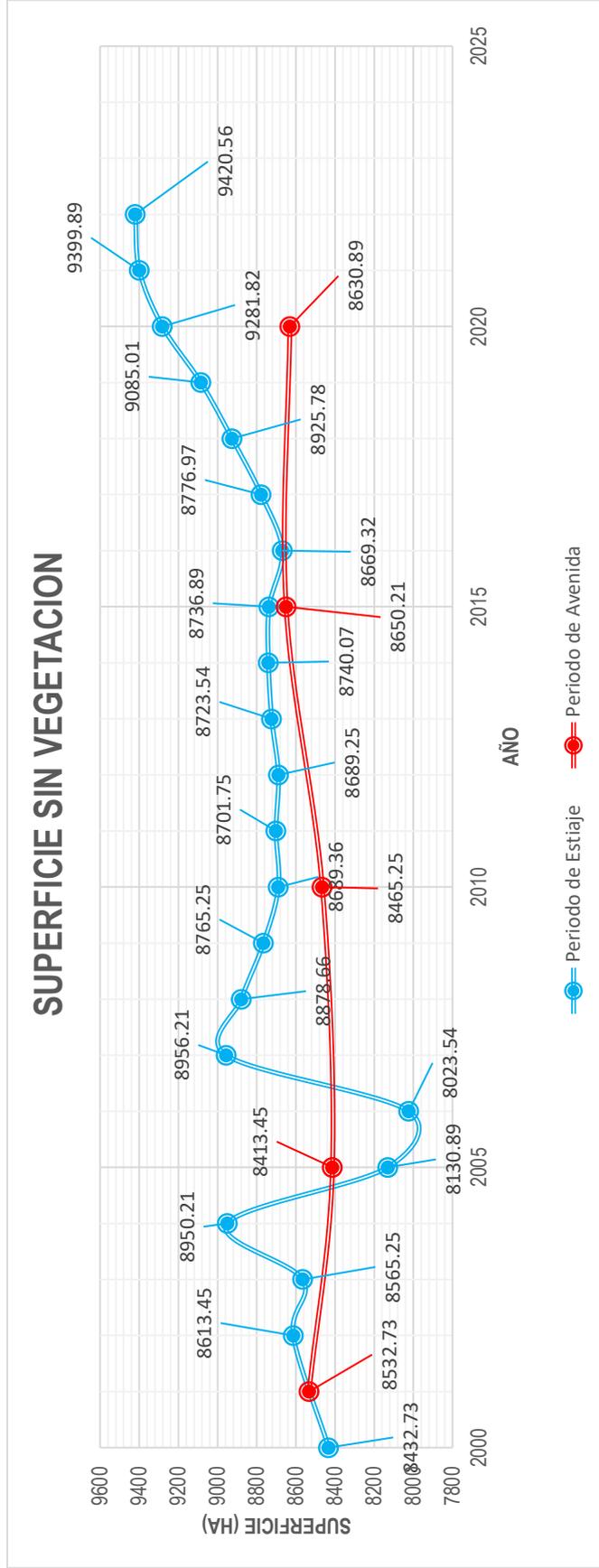


Figura 82

Comparación de los periodos de Estiaje y Avenidas en ACP de Cerro Khapia.





DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Octavio Stanoca Damasco
identificado con DNI 45435194 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Agrícola

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Degradación de la Cobertura Vegetal en las áreas naturales protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 - 2022 "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 25 de Junio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Octavio Dianoca Damasco,
identificado con DNI 45435194 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Agrícola

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Degradación de la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas de la región Puno durante el periodo 2000 - 2022 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 25 de Junio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella