



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS
DE ENERGIA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO**

Línea de investigación:

Sistema de información y optimización

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Rojas Baez, Nicolas Anthony

Asesor:

Cesar Minga, Julio

ORCID: 0000-0002-2880-4954

Jurado:

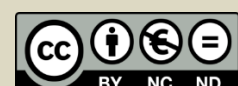
Rojas León, Gladys

Valer Silva, Jose Manuel

Diaz Villalobos, Carlos Alberto

Lima - Perú

2024



MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE ENERGIA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

10%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Americana Trabajo del estudiante	1%
7	polodelconocimiento.com Fuente de Internet	1%
8	fdocumentos.com Fuente de Internet	1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y
ECOTURISMO

MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
PROYECTOS DE ENERGIA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS -
AYACUCHO

Línea de investigación:

Sistema de información y optimización

Modalidad tesis para optar el título profesional de ingeniería ambiental

Autor:

Rojas Baez, Nicolas Anthony

Asesor:

Cesar Minga, Julio

ORCID: 0000-0002-2880-4954

JURADO:

Rojas León, Gladys

Valer Silva, Jose Manuel

Diaz Villalobos, Carlos Alberto

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar por la oportunidad de tener vida y salud, a mis padres Severo y Victoria por el apoyo, amor y consejos durante estos años; a mis hermanos Jackeline y Eduardo que estuvieron presentes con sus ánimos y apoyo moral en todo el proceso de aprendizaje desde la niñez hasta ahora, mi cuñada y sobrina que estuvieron animándome a no rendirme.

Finalmente, a mi canino amigo “Tilín” que me acompañaba en las amanecidas y momentos difíciles que pasaba.

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas, familiares, amigos que influyeron en mi desarrollo profesional y personal a lo largo de estos años.

A mi querida Universidad Nacional Federico Villarreal por la formación universitaria y humana brindada, así como toda la plana docente que la conforman.

A mi asesor de tesis Julio Cesar Minga, revisores y jurados por ser el filtro y responsables directos en la aprobación de la presente investigación.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Descripción y formulación del problema	1
1.1.1.	Problema principal.....	3
1.1.2.	Problemas secundarios.....	3
1.2.	Antecedentes	4
1.2.1.	Antecedentes Nacionales	4
1.2.2.	Antecedentes Internacionales.....	6
1.3.	Objetivos	9
1.3.1.	Objetivo general.....	9
1.3.2.	Objetivos específicos	9
1.4.	Justificación.....	9
1.5.	Hipótesis.....	11
1.5.1.	Hipótesis General.....	11
1.5.2.	Hipótesis específica	11
II.	MARCO TEÓRICO.....	12
2.1.	Bases teóricas del tema de investigación	12
2.2.	Base teórica del lugar de investigación.....	18
III.	MÉTODO	20
3.1.	Tipo de investigación	20
3.2.	Ámbito temporal y espacial.....	20
3.3.	Variables	22
3.4.	Población y muestra	29
3.5.	Equipos e Instrumentos	30
3.6.	Procedimientos	31
3.7.	Trabajo de campo	47
3.8.	Análisis de datos.....	51
IV.	RESULTADOS.....	55
4.1.	Rasterización de indicadores	55
4.2.	Resolución del proceso de análisis jerárquico – Matriz de Saaty.	78
4.3.	Multiplicación de indicadores con los resultados de la matriz.....	84
4.4.	Determinación del indicador de importancia peso.....	85
4.5.	Determinación del indicador de sensibilidad ambiental de Lucanas.	87
4.6.	Datos de idoneidad técnica de recurso solar.	92
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	97

VI.	CONCLUSIONES	99
VII.	RECOMENDACIONES.....	100
VIII.	REFERENCIAS	101
IX.	ANEXOS	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Formación de la energía fotovoltaica	13
Figura 2 Tecnología utilizada con la radiación solar	14
Figura 3 Efecto Fotovoltaico	15
Figura 4 Ubicación de la provincia de Lucanas.....	21
Figura 5 Clasificación de los indicadores	34
Figura 6 Asignación de valor para las zonas de exclusión	44
Figura 7 Asignación de valor para las zonas de sensibilidad.....	45
Figura 8 Visita de campo	47
Figura 9 Visita al municipio de la provincia de Lucanas	48
Figura 10 Encuesta a poblador de Lucanas.....	49
Figura 11 Extensión de territorio con fauna endémica de vicuña.....	49
Figura 12 Matriz de comparación por pares	52
Figura 13 Grado de importancia del indicador	52
Figura 14 Matriz normalizada.....	53
Figura 15 Ejemplo del cálculo del valor único	54
Figura 16 Representación cartográfica de los bosques naturales primarios	56
Figura 17 Representación cartográfica de los cuerpos de agua	57
Figura 18 Representación cartográfica de áreas urbanas	58
Figura 19 Representación cartográfica de infraestructuras existentes	59
Figura 20 Representación cartográfica de patrimonio cultural inmueble prehispánico	60
Figura 21 Representación cartográfica de zonas arqueológicas	61
Figura 22 Representación cartográfica de áreas de importancia para la conservación de aves	63
Figura 23 Representación cartográfica de áreas degradadas	64
Figura 24 Representación cartográfica de áreas naturales protegidas tangibles.....	66
Figura 25 Representación cartográfica de ecosistemas frágiles	67
Figura 26 Representación cartográfica de especies amenazadas y endémicas	68
Figura 27 Representación cartográfica de sitios prioritarios para la conservación	69
Figura 28 Representación cartográfica de sitios prioritarios para la conservación	70
Figura 29 Representación cartográfica de zonas agrícolas	71
Figura 30 Representación cartográfica de zonas con vulnerabilidad física.....	72
Figura 31 Representación cartográfica de zonas de pasturas.....	74

Figura 32 Representación cartográfica de comunidades campesinas	76
Figura 33 Representación cartográfica de lugares de interés paleontológico y turístico	77
Figura 34 Matriz de comparación	80
Figura 35 Operación de matriz de comparación a normalizada	81
Figura 36 Matriz normalizada.....	82
Figura 37 Valores de ponderación	82
Figura 38 Matriz de consistencia de coeficiente.....	83
Figura 39 Priorización de pesos de ponderación solar.....	84
Figura 40 Multiplicación de valores de ponderación solar y ráster de indicadores de ponderación.....	85
Figura 41 Procedimiento de sumatoria de las 12 capas de indicador de ponderación.....	86
Figura 42 Resultado de sumatoria de 12 capas de ponderación – Indicador de importancia peso	87
Figura 43 Procedimiento para determinar el indicador de sensibilidad ambiental	88
Figura 44 Resultado de formula del índice de sensibilidad ambiental	88
Figura 45 Distribución estadística de la sensibilidad ambiental	90
Figura 46 Representación espacial de la clasificación de sensibilidad ambiental	92
Figura 47 Mapa de rango de radiación solar en la provincia de Lucanas.....	94
Figura 48 Zonas de bajo impacto.....	95
Figura 49 Distritos con zonas de bajo impacto.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores ambientales como indicadores	22
Tabla 2 Lista de información descargada	24
Tabla 3 Indicadores de exclusión.....	27
Tabla 4 Indicadores de ponderación	29
Tabla 5 Población del censo nacional 2017	30
Tabla 6 Población censada urbana y rural de Lucanas	30
Tabla 7 Escala de preferencias del AHP	32
Tabla 8 Definición de indicadores de exclusión	35
Tabla 9 Definición de indicadores de ponderación.....	37
Tabla 10 Dimensiones de las variables – Lucanas.....	41
Tabla 11 Indicadores de zona de exclusión con zonas de influencia.....	42
Tabla 12 Indicadores de zona de ponderación con zonas de influencia	44
Tabla 13 Categorización de la sensibilidad ambiental.....	47
Tabla 14 Asignación de importancia en indicadores de ponderación.....	78
Tabla 15 Escala de grado de importancia	79
Tabla 16 Categorización de la sensibilidad ambiental con valores estadísticos	91
Tabla 17 Clasificación de radiación solar	93
Tabla 18 Datos de distritos con zonas de bajo impacto	96

RESUMEN

Este trabajo de investigación comprende una propuesta de modelamiento ambiental en la provincia de Lucanas del departamento de Ayacucho con datos actualizados hasta el año 2022 recolectados de plataformas de libre acceso, estos datos serán necesarios para determinar las variables que serán utilizadas en la toma de decisiones del modelamiento para la implementación proyectos de energía solar; esta investigación tiene las pautas para poder ser replicado en cualquier área de estudio a nivel nacional. La problemática en la actualidad es que no se fomenta proyectos de energía solar a grande escala, para lo cual tenemos como objetivo determinar las zonas o espacios del territorio elegido de la provincia de Lucanas en Ayacucho que tengan las condiciones de bajo impacto ambiental, basado en la importancia relativa de los principales componentes ambientales del territorio. La metodología utilizada es el modelamiento espacial con un análisis multicriterio, utilizando la importancia de pesos de indicadores de ponderación e indicadores de exclusión. Obteniendo buenos resultados en la provincia, solo cuenta con seis indicadores de exclusión en donde ese territorio está totalmente prohibido alterar el uso de suelo. Se pudo determinar dentro de zonas de bajo impacto a once (11) distritos de la presente provincia, Sancos con 45,069 ha y Santa Lucia con 42,146 ha, siendo estos dos (02) los de mayor extensión que tienen las condiciones óptimas, en donde puede ser viable la implementación de proyectos de energía solar con baja sensibilidad ambiental (es decir, que se podría cambiar el uso del suelo con pocas adversidades) y la radiación más alta en un rango de 6 – 7 kWh/m²/día.

Palabras clave: Proyectos de energía solar, indicadores de exclusión, indicadores de ponderación, sensibilidad ambiental.

ABSTRACT

The present research work includes a proposal for environmental modeling in the province of Lucanas with data collected until 2022 for the implementation of solar renewable energy resource projects. This research has the guidelines to be able to be replicated in any study area. Nacional level. The current problem is that they do not encourage the construction of renewable solar energy projects, because the conventional form of electricity generation is still used, which consumes fossil fuels for its operation, emitting large amounts of carbon dioxide (CO₂). For which we aim to determine the areas of low environmental impact in the province of Lucanas, based on the relative importance of the main environmental and social components of the territory. The methodology used is spatial modeling with a multi-criteria analysis, using the importance of weights of weighting indicators and exclusion indicators. Obtaining good results in the province, it only has six exclusion indicators where that territory is totally prohibited from altering land use. It was possible to determine eleven (11) districts of the present province within low impact zones, Sancos with 45,069 hectares and Santa Lucia with 42,146 hectares, these two (02) being the largest ones that have the most optimal conditions for the implementation. of solar renewable energy resource projects with low environmental sensitivity (where we can change land use with few adversities) and the highest radiation in a range of 6 – 7 kWh/m²/day.

Keywords: Solar renewable energy projects, exclusion indicators, weighting indicators, environmental sensitivity.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción y formulación del problema

La preocupación por el ambiente es un tema importante que incrementa a nivel mundial, los niveles de contaminación aumentan cada día y este al no ser tratado con igual importancia en todos los países, se acumula y genera un desorden; por ejemplo, el cambio climático es la consecuencia del calentamiento global del planeta. Esto se debe al aumento de la temperatura global, en gran parte se debe a las emisiones de agua en forma de vapor, el metano y dióxido de carbono, estos gases mencionados retienen el calor y son producidas en gran parte por actividades antrópicas, principalmente por fábricas, vehículos de combustión, deforestación y el consumo de combustibles fósiles. Estos al ser procesados desprenden altas cantidades de dióxido de carbono (CO_2), disminuyendo la calidad del aire y dañando la capa de ozono.(Morales, 2021).

A mediados del siglo XX, se ha presentado cambios sin precedentes en el sistema climático. En los registros que se tienen desde 1850, se estima que las actividades humanas causaron un incremento de temperatura de aproximadamente $1\text{ }^{\circ}C$ con respecto a los niveles preindustriales, con un rango de valores $0,8 - 1,2\text{ }^{\circ}C$. Es probable que, si el aumento continúa al ritmo actual, el calentamiento global llegue a $1,5\text{ }^{\circ}C$ entre el 2030 y el 2052. Se estima que el calentamiento global pueda tener implicancias negativas en la salud humana.(Organización Panamericana de Salud [OPS], 2020).

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son emisiones que provocan el calentamiento en la superficie terrestre ya que estos retienen parte de la energía solar que debería salir del ambiente.(Gómez, 2013). Estos GEI han ocasionado el aumento de la temperatura media alrededor del mundo, y este aumento causa alteraciones en el sistema natural, como el incremento del nivel del mar; patrones en las precipitaciones; estos cambios se pueden apreciar

por una mayor intensidad, duración y frecuencia; temperaturas extremas; sequías; consecuencias negativas en la biodiversidad y en los ecosistemas como el desplazamiento y extinción de especies, entre otras. Ante este panorama, el cambio climático representa un obstáculo para el desarrollo de los países y el bienestar de ecosistemas y sociedades. (OPS, 2020).

A nivel mundial existen los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que fueron adoptados por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en el año 2015 como un llamamiento universal para proteger el planeta; el ODS numero 7 (energía asequible y no contaminante) propone que al año 2030 el mundo cuente con más servicios energéticos fiables, modernos y amigables ecológicamente para no afectar al planeta.

Ante ello, de acuerdo con los datos de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Perú informó que, durante el 2021, el Gobierno otorgó cuatro concesiones definitivas para la generación con recursos energéticos renovables: Central Solar Clemesí (Moquegua), Central Solar Iquitos (Loreto), Central Eólica Punta Lomitas y Parque Eólico San Juan (ambos en Ica). Económica y técnicamente estos proyectos representan una inversión conjunta de 563.63 millones de dólares, y sumarán una potencia instalada de 527.55 MW.(Blanco, et al., 2022).

A pesar de ello, el Perú presenta poca inversión de proyectos de recurso de energía renovable en comparación con sus pares que se encuentran catalogados también como países en desarrollo. Específicamente, la provincia Lucanas no cuenta con algún proyecto de recurso de energía renovable solar que suministre energía a la población; asimismo, podemos verificar a través de búsqueda en internet y proyecciones de plantas en el ministerio de energía y minas, la presente provincia no cuenta con un plan estratégico o de planificación territorial específico de energía para determinar espacios destinados para la inversión de energías limpias;

Asimismo, el plan de desarrollo regional concertado del departamento de Ayacucho hace mención la necesidad del servicio de energía pero no considera ningún modelamiento como parte de la planificación territorial. (Gobierno Regional de Ayacucho [Gore Ayacucho], 2016) considerando que contamos con alta demanda de cubrir las necesidades básicas a la población, los territorios peruanos ubicados en el sur del país cuentan con factores importantes una de esas es la calidad de radiación solar que presentan durante el año, este oscila entre 5.0 a 7.0 Kwh y otra es el espacio territorial para ser utilizado en construcción de áreas artificiales. Por otro lado, el Ministerio de Energía y Minas (Ministerio de Energía y Minas [MINEM], 2023) está implementando métodos a mediana y gran escala; podemos encontrar la información en su publicación del año 2023 titulado “Zonas de energías renovables en áreas de bajo impacto”. Sin embargo, la zonificación ambiental para modelar e implementar proyectos de energía solar es una metodología que agiliza y economiza la toma de decisiones.

1.1.1. Problema principal.

¿Por qué es importante realizar el modelamiento ambiental para la implementación de proyectos de energía solar en la provincia de Lucanas?

1.1.2. Problemas secundarios

- ¿Qué indicadores formaran parte de la decisión para la viabilidad de proyectos de energía solar?
- ¿Cuándo emplear un modelamiento ambiental que generará zonas adecuadas para la implementación de un proyecto de energía solar?
- ¿Cuánta extensión del territorio de la provincia de Lucanas podrá ser considerado para la implementación de proyectos?

1.2. Antecedentes

De acuerdo con el Decreto Legislativo N°1002 “Promoción de la Inversión para la generación de electricidad con el uso de Energías Renovables”: Se entiende como recurso de energía renovable a los recursos energéticos renovables tales como la biomasa, la energía eólica, solar, geotérmica y mareomotriz; y la energía hidráulica, cuando la capacidad no sobrepasa de los 20 MW se le denomina energías renovables no convencional. Por tanto, los proyectos de energía solar son aquellos que están relacionados a centrales de generación de electricidad con el recurso renovable energético solar, así poder cumplir con el desarrollo sostenible ambiental y económico del país. (Osinergim, 2008)

En el Perú, la autoridad competente encargada de promover proyectos de recursos de energías renovables es el Ministerio de Energía y Minas; sin embargo, los Gobiernos Regionales, pueden promover y fomentar la construcción y uso de este tipo de proyectos dentro de sus circunscripciones territoriales, en el marco del Plan Nacional de Energías Renovables.

1.2.1. Antecedentes Nacionales

Según Valdivia y Mendoza (2021) en su tesis de investigación “Mejora de la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de zonas aisladas del Perú 2020” tuvo como objetivo principal mejorar la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de zonas aisladas, diseñando y construyendo en una edificación rural piloto. La investigación tuvo un método cuantitativo, explicativo y experimental. Su muestra está ubicada en la ciudad de Arequipa en el edificio de la Universidad Tecnológica del Perú (UTP), su metodología constó de 3 etapas: Teórica, Experimental y Validación. Se concluyó que la energía solar es un recurso inagotable y una fuente importante para generar electricidad, se puede utilizar en regiones urbanas y rurales, generando confiabilidad en su funcionamiento constante durante el día y el año.

Según Atarama (2019) en su tesis denominada “Evaluación del potencial de energía solar para generación de energía eléctrica, como una alternativa para disminuir el uso de combustibles fósiles, en la región Piura” se tuvo como objetivo determinar el potencial del uso de la energía solar, así mismo buscar una alternativa para disminuir el uso de combustibles fósiles, en su variación espacio temporal para determinar qué provincia de la región Piura posee las mejores condiciones para generar energía eléctrica a partir de radiación solar. La investigación es del método cuantitativo, experimental, aplicativo y correlacional, utilizando como muestra varias provincias de la región Piura. Concluyendo que la variación de la radiación solar está relacionada con la estacionalidad; es decir que en la estación de verano puede registrar como máximo la cantidad de 6.48 KWh/m² en la parte costera y en invierno un mínimo de 2.6 KWh/m², en la región Piura se puede utilizar la radiación solar como fuente de energía.

Según Ángeles (2019) en su tesis denominada “Propuesta de uso de energía solar para el suministro de energía eléctrica y mejora de la eficiencia energética en la universidad ESAN” se tuvo como objetivo principal el mejorar la eficiencia energética y disminuir las emisiones de dióxido de carbono en el edificio D de la Universidad ESAN suministrando energía eléctrica convertida de la energía solar mediante un sistema fotovoltaico, evaluando la eficiencia energética pre y post propuesta del uso del sistema en la universidad. La investigación es del método cuantitativo, temporal y correlacional. Su muestra 3 pisos del edificio D de la universidad ESAN. Se concluyó que la universidad ESAN tiene un alto consumo de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) y al implementar energía solar ahorraría varias toneladas de emisión al año lo cual sería beneficioso porque puede venderse como bono de carbono.

- **Ejemplos de plantas de energía solar que funcionan en Perú.** La planta solar Rubí, es una central solar fotovoltaica, ubicada en el distrito de Moquegua en la provincia Mariscal Nieto a una altitud de 1 481 metros sobre el nivel del mar; a 35 km de la ciudad de Moquegua y a 1 115 km de la ciudad de Lima, esta central solar cuenta con una capacidad de 179,5 Megawatts de corriente continua y 144,48 Megawatts de corriente alterna; que distribuirá energía al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional Peruano (SEIN) por un plazo de 20 años. Considerando que esta central eléctrica aprovecha el recurso solar de calidad presente en el sur del país, marcando una tendencia de buena viabilidad para el desarrollo de futuros proyectos en el sur del Perú.

Uno de los beneficios de esta Central Solar es que no generan emisiones de dióxido de carbono (CO₂), cubriendo 400 hectáreas del desierto de Moquegua con una cantidad de 560 880 paneles solares; produciendo 440 GWh al año, siendo el equivalente al consumo anual de más de 350 000 hogares en el Perú.(Enel, 2018)

La planta solar Intipampa, está ubicada en el sur del Perú exactamente en pampas lagunas en la provincia Mariscal Nieto del departamento Moquegua; consta de 138 120 paneles solares sobre un área de 322 hectáreas la cual proveerá de 40 MW de energía renovable al sur del Perú. Siendo la primera planta solar de ENGIE en el Perú, su producción es de 122 GWh al año, siendo el equivalente al consumo anual de 90 000 hogares del Perú. La construcción de la central solar, utilizó el monto aproximado de 52 millones de dólares, estimando la reducción anual de 51 000 toneladas de dióxido de carbono. (Engie, 2018)

1.2.2. Antecedentes Internacionales

Según Luna (2022) en su trabajo de investigación denominado “Diseño y construcción de un colector solar híbrido térmico fotovoltaico” afirmó que su objetivo era desarrollar,

construir y probar experimentalmente un prototipo de concentrador solar híbrido térmico fotovoltaico, que tiene la capacidad de generar energía eléctrica y generar calor para elevar la temperatura de un fluido. Debido a que la producción de bienes y servicios actualmente requiere una mayor cantidad de energía, la cual se obtiene principalmente de combustibles fósiles (gas, carbón y petróleo), lo que genera altas cantidades de CO₂ y causa daño al medio ambiente. Las fuentes de energía renovable se consideran la solución más viable al problema ambiental debido a sus características y a la incertidumbre de la disponibilidad de combustibles fósiles para el futuro.

Según Casola y Freier (2018), en su trabajo titulado “El nexo entre cambio climático y energía renovable en el Mercosur. Un análisis corporativo de las legislaciones de Argentina y Brasil” debido a la emisión de hidrocarburos, la energía renovable se presenta como una alternativa para promover el desarrollo sustentable, ya que el sector energético es uno de los principales contribuyentes al cambio climático. El aumento de la temperatura ambiental es una causa del cambio climático, que tiene efectos negativos como el derretimiento de glaciares, el aumento del nivel del mar, las sequías y la extinción de flora y fauna. La principal causa del calentamiento global es la presencia de ciertos gases en la atmósfera, conocidos como gases de efecto invernadero (GEIS), que retienen el calor emitido por la superficie terrestre. Una de las concentraciones más altas de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera es la quema de combustibles fósiles, principalmente debido a la actividad del sector energético. Se analiza la prioridad que los Estados dan al desarrollo sustentable o a la seguridad energética.

Según Castela (2019), en su investigación “La energía renovable en Argentina como estrategia de política energética e industrial” tuvo en cuenta la implementación de un nuevo sistema para fomentar la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables en 2015. Esto permitió reanudar la transición hacia una matriz energética más ecológica y diversa. Desde entonces, la política energética nacional ha fomentado la creación de un mercado doméstico de

energía de fuentes renovables (EFR), mientras que la política industrial se ha enfocado en fomentar la transferencia de tecnología y la industria local. El criterio principal para seleccionar estos proyectos ha sido el precio de la oferta de energía eléctrica, lo que hace que el sistema eléctrico nacional sea más competitivo, pero también limita la participación de la industria nacional en la integración de los proyectos.

Según Leandro Valencia (2022), en su artículo de investigación titulado “Una revisión del suministro de energía renovable y las tecnologías de eficiencia energética”, tuvo como objetivo exponer que el consumo de electricidad en las próximas dos décadas, será una parte cada vez mayor de la demanda global de energía. En los últimos tiempos, la creciente demanda de combustibles fósiles junto con las preocupaciones acerca de las repercusiones ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero han despertado el interés en la búsqueda de fuentes de energía alternativas. El incidente de la planta nuclear de Fukushima Daiichi marcó un cambio significativo en la necesidad de utilizar fuentes de energía alternativas.

Debido a la ausencia de riesgos y desastres, la energía renovable ahora se considera una fuente de combustible más deseable que la energía nuclear. Teniendo en cuenta que el dióxido de carbono es el principal componente de los gases de efecto invernadero, existe una preocupación mundial por la reducción de las emisiones de carbono. Para disminuir las emisiones de carbono, se podrían implementar diversas medidas, como aumentar la utilización de energías renovables y promover la innovación tecnológica. Dos soluciones principales para disminuir las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) y superar el problema del cambio climático son el reemplazo de combustibles fósiles por fuentes de energía renovables y la mejora de la eficiencia energética.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar las zonas de bajo impacto ambiental en la provincia de Lucanas mediante un modelamiento espacial y el desarrollo de la importancia de los componentes ambientales del territorio a fin de minimizar gastos y estudios específicos en territorios no aptos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los componentes ambientales que faciliten o condicionen la implementación de proyectos de energía solar.
- Emplear un modelamiento espacial para determinar zonas de bajo impacto adecuadas para la implementación de proyectos de energía solar.
- Cartografiar las áreas con menor impacto y luego proyectar virtualmente el espacio recomendado para la implementación de proyectos de energía solar en la provincia.

1.4. Justificación

La presente investigación se justifica ambientalmente, porque en la actualidad hay un problema de aumento de temperatura en el planeta debido al cambio climático, generado por la emisión de CO₂ a la atmósfera que en su mayoría son emitidos por la quema de combustibles fósiles para generar energía eléctrica. Asimismo, de acuerdo con el último Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Perú El segundo sector que aporta más emisiones de GEI es energía con 63 238,17 Gg CO₂eq, que representa el 30,06% de las emisiones netas del país; 2019. (Espinoza, et al., 2023)

Se justifica socialmente porque según el séptimo Objetivo de Desarrollo planteado por las naciones unidas para los países adscritos a la organización es que toda la población tiene

derecho a acceder a energía segura, sostenible y moderna; para no emitir más gases de efecto invernadero (GEI).

Se justifica metodológicamente viable, porque el recurso solar es inagotable y en la provincia de Lucanas muestra las condiciones climáticas óptimas, se encuentra en la parte sur del país y se caracteriza por presentar radiación solar la mayor parte del año.

La justificación práctica es que este trabajo de investigación puede ser utilizado como piloto para estimar la precisión sobre la implementación de un proyecto de energía renovable solar en otros territorios específicos de la nación, con base en los estudios de información geográfica, datos recopilados por entidades nacionales de libre acceso.

El estudio identificará que cantidad de población de la provincia de Lucanas será beneficiada de obtener acceso a energía eléctrica limpia, además de tener las zonas de bajo impacto para construir proyectos y generaran puestos de trabajo.

Según el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional al 2050 (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico [CEPLAN], 2022) indica en la segunda visión una “Gestión sostenible de la naturaleza y medidas frente al cambio climático”, esto se entiende como un propósito y una oportunidad de gestionar de manera sostenible el territorio y sus servicios ecosistémicos, algunas acciones estratégicas son:

- Promover las inversiones en el sistema eléctrico nacional, con energías renovables.
- Asegurar el uso sostenible de la energía, en base a tecnologías eficiente, como el ingreso de recursos energéticos renovables.

1.5.Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

La ausencia de un modelamiento ambiental influye en la toma de decisiones de implementar proyectos de energía solar en la provincia de Lucanas, afectando negativamente al desarrollo de la población cercana y alrededores.

1.5.2. Hipótesis específica

El crecimiento exponencial de la población y su demanda por recursos es un indicador de un mayor consumo de energía eléctrica, como una necesidad básica. El aumento de las ciudades principales y el esfuerzo del estado para su descentralización determina que estas vivan en condiciones humanamente favorables. Esto generalmente se soluciona en parte ampliando la red energética, generando un mayor consumo de combustible fósil para producir electricidad, generando un incremento de costo, emitiendo mayor CO_2 y limitando el acceso a este recurso.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas del tema de investigación

Algunos conceptos fundamentales para comprender el trabajo de investigación son:

2.1.1. *Energías Renovables*

Las fuentes de energía renovable como la luz solar y el viento son fuentes naturales. En gran parte del planeta, estas energías son abundantes y se pueden encontrar en cualquier tipo de cobertura superficial. En contraste, las fuentes de energía no renovables, como el carbón, el petróleo y el gas, requieren una formación de cientos de millones de años. (Naciones Unidas, n.d.)

- **Energía Solar:** Es un gran suministro de energía de fuentes renovables y verdes más importantes en el planeta, además que es respetuosa con el ambiente. Se obtiene después de captar radiaciones electromagnéticas, lo que provoca reacciones químicas y produce electricidad. Asimismo cumplen un papel sustancial en el logro de soluciones energéticas de desarrollo sostenible. (Maka y Alabid, 2022)

Las dos categorías de sistemas de aprovechamiento de energía solar son pasivos y activos. Para captar la energía solar, los pasivos utilizan elementos arquitectónicos bioclimáticos que tengan una estrecha relación con el sol y puedan dispersar la luz, sin necesidad de dispositivos. Sin embargo, los sistemas activos requieren dispositivos de captación de radiación como paneles fotovoltaicos o colectores solares térmicos. (Osinergmin, 2019)

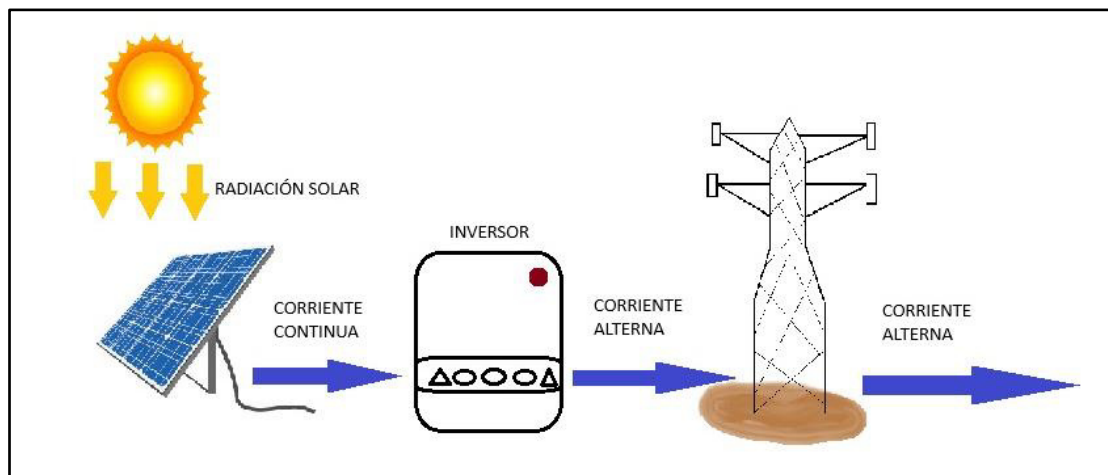
- **Tecnología Solar Fotovoltaica:** Consiste en convertir la radiación solar en energía eléctrica a través de materiales semiconductores, como las células fotovoltaicas, que están hechas de silicio, uno de los metaloides más comunes del mundo. Los fotones, partículas de la luz solar, impactan en una de las caras de una célula fotovoltaica,

generando una corriente eléctrica que se utiliza como fuente de energía (ver figura 1).

Este fenómeno se denomina efecto fotoeléctrico.(Salvador, 2018)

Figura 1

Formación de la energía fotovoltaica

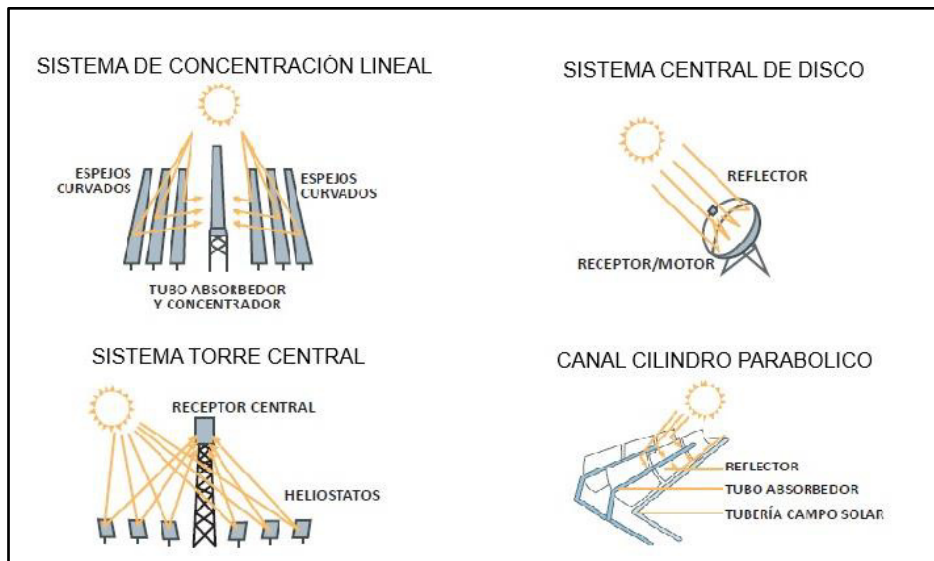


Fuente: Elaboración propia adaptado de (Salvador, 2018)

- **Tecnología Solar Térmica:** Es importante distinguir entre la energía captada directamente sin transformación y la energía captada indirectamente o a través de un sistema activo de captación. Estos sistemas funcionan simplemente de la siguiente manera: se capta la radiación solar y se transfiere el calor a un fluido, generalmente agua o aire. El captador o placa solar se usa para aprovechar la energía solar térmica. El fluido calentado puede usarse directamente (como para calentar agua en piscinas) o indirectamente a través de un intercambiador de calor (como para calentar una habitación).(Osinergmin, 2019) (ver figura 2)

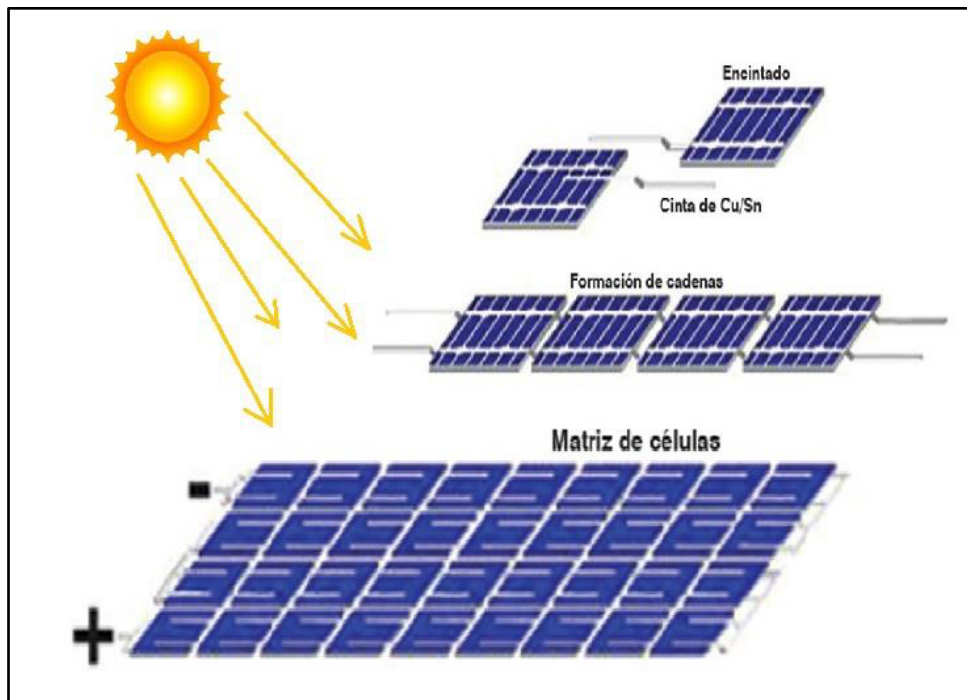
Figura 2

Tecnología utilizada con la radiación solar



Fuente: Elaboración propia adaptado de (Osinergmin, 2019)

- Efecto fotoeléctrico: Se produce cuando los fotones, que son partículas de luz, chocan con los electrones de un metal, rompiendo sus átomos. En su viaje hacia un átomo diferente, el electrón liberado crea una corriente eléctrica. (Salvador, 2018).
- Efecto fotovoltaico: El efecto fotovoltaico se ha estudiado exhaustivamente por motivos científicos y como fuente de energía sostenible para reemplazar los combustibles fósiles y reducir las emisiones de carbono desde su primera observación en el siglo XIX. La luz solar se absorbe eficientemente, lo que resulta en una considerable eficiencia de conversión de energía. En la actualidad, las celdas fotovoltaicas de silicio son el pilar de la industria solar moderna y contribuyen con más del 1% del suministro eléctrico mundial. (Yang, et al., 2018) (ver figura 3)

Figura 3*Efecto Fotovoltaico*

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Salvador , 2018)

- Energía Eólica: Se obtiene del viento. Presentándose como energía cinética y puede transformarse en energía mecánica, eléctrica, hidráulica, etc. Las aeroturbinas son actualmente una de las formas más comunes de aprovechar a gran escala la energía eólica. (Spiegeler y Cifuentes, 2016)
- Energía de la biomasa: Es producido por la combustión de materia orgánica, que es el resultado de varios procesos cotidianos.(Santander, 2022). La fotosíntesis vegetal es un proceso en el que las plantas que contienen clorofila transforman sustancias sin valor energético en sustancias orgánicas de alta energía que luego se transforman en biomasa. (Spiegeler y Cifuentes, 2016).
 - A. Procesos Bioquímicos: Este tipo de procesos degrada la biomasa mediante microorganismos.(Osinermin, 2019)

1. Procesos anaeróbicos: El proceso de fermentación de las bacterias anaerobias implica una serie de procesos que interactúan entre sí y son reacciones metabólicas complejas que ocurren sin oxígeno, lo que da como resultado una mezcla de gases, principalmente metano y dióxido de carbono. (Corrales, et al., 2015)
 2. Procesos aeróbicos: La materia orgánica pasa por un proceso de descomposición por bacterias, para lograr esto debe contar con poblaciones mixtas de bacterias con presencia de oxígeno. (Salazar, 2014) considerando que estos también pueden convertirse en alcohol a través de procesos como la trituración, molienda, fermentación, destilación y rectificación; además, el compostaje.
- B. Procesos Termoquímicos: Los combustibles sólidos, líquidos o gaseosos son los medios por los cuales se produce energía térmica durante los procesos termoquímicos. Las tres formas de combustión son la combustión directa, la pirólisis y la gasificación. (Osinergmin, 2019)
- II. Combustión directa: Es un proceso en el que el carbono (C) e hidrógeno (H) reaccionan con el oxígeno para producir CO₂, agua y calor. (Marin, et al., 2023)
 - III. Pirólisis: Es un proceso que descompone la biomasa y produce combustibles sólidos como carbón vegetal, líquido y gaseoso. (Marin, et al., 2023)
 - IV. Gasificación: La biomasa, también conocida como desechos forestales industriales, se quema durante este proceso, generando un combustible rico en monóxido de carbono (CO) e hidrógeno conocido como "gas pobre", debido a su bajo contenido calórico en comparación con el gas natural.
- Energía Hidráulica: Las centrales hidroeléctricas usan energía hidráulica para generar electricidad. Una turbina se encuentra en el final de una tubería que transporta agua retenida en una presa o embalse. Al caer al agua, el eje de la turbina comienza a girar, lo

que hace que el generador eléctrico funcione, generando así electricidad. Una ventaja significativa de la producción de energía hidráulica es que puede ser constante y predictiva, a diferencia de la mayoría de las fuentes renovables, por lo que se puede utilizar para satisfacer la demanda eléctrica básica. (Spiegeler y Cifuentes, 2016)

- **Energía Geotérmica:** El calor que emana del interior de la Tierra se conoce como energía geotérmica. La temperatura de la superficie terrestre y la de su interior varía significativamente. Como ocurre en las fuentes hidrotermales o en los géiseres, el calor concentrado en el interior tiende a escapar naturalmente. Además, se puede extraer mediante perforaciones en yacimientos profundos. (Spiegeler y Cifuentes, 2016)
- **Energía del Mar:** La energía de las mareas (mareomotriz), la energía de las olas y la energía térmica oceánica son las tres formas en que se puede utilizar la energía del mar.
 - a) **Energía de las mareas (mareomotriz):** La energía mareomotriz se basa en el movimiento de las mareas (ascenso y descenso de las aguas del mar), que se producen en los océanos debido a la rotación de la Tierra y la atracción de la gravedad ejercida por la Luna y, en menor medida, por el Sol. (Osinergmin, 2019)
 - b) **Energía de las olas:** La capacidad de viajar largas distancias sin perder energía es una característica de las olas. Es posible convertir la energía cinética del movimiento de las olas en electricidad de varias maneras. (Osinergmin, 2019)
 - c) **Energía térmica oceánica:** El gradiente térmico se produce cuando la temperatura del agua superficial es de 20 grados centígrados o más y la del fondo es de cero a 7 grados y estas diferencias son mayores en zonas del planeta como el Ecuador. (Osinergmin, 2019)

2.2. Base teórica del lugar de investigación

Provincia de Lucanas

La provincia de Lucanas se ubica al sur del departamento de Ayacucho, con un área de 14 464 Km², un perímetro de 791.3 Km y una altitud promedio de 3 006 msnm. (plan vial de Lucanas, 2003)

Descripción de medios físicos, biológicos, económicos y sociales de la provincia de Lucanas:

- Medio Físico: Están conformados de varios componentes fundamentales para entender y abordar los aspectos ecológicos y ambientales del área. Diferentes procesos se producen en este medio, los elementos y factores interactúan entre sí, influyendo directamente en la configuración del territorio y su dinámica.

- Medio biológico: Los componentes evaluados en este medio tienen relación directa con el entorno natural en el que viven y se desarrollan; los componentes bióticos (organismos vivos) y estas se clasifican en flora (vegetación) y fauna los cuales cuentan con gran diversidad de especies respectivamente. Para determinar que componentes tienen la relación directa es importante tener definido el espacio y tiempo en donde se va a realizar el proyecto.

A. Fauna: De acuerdo con la Zonificación Ecológica Económica - ZEE de Ayacucho, dentro del área de estudio, contamos con las siguientes tres clases; mamíferos, aves y anfibios, que predominan a lo largo del territorio.(Gore Ayacucho, 2012)

B. Vegetación: De acuerdo con la Zonificación Ecológica Económica - ZEE de Ayacucho, dentro del área de estudio contamos con cultivos agrícolas, bofedales,

bosques de queñoa, césped de puna, pajonal, vegetación arbustiva, tierras con vegetación escaza y afloramientos rocosos. (Gore Ayacucho, 2012)

- Medio social: Está determinado por impactos antropogénicos, todas las acciones realizadas o involucradas con el ser humano que pueda impactar directa e indirectamente al territorio. Se evalúa toda actividad realizada por la población cercana al área de estudio.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación se caracteriza por ser de tipo aplicada, utilizando los conocimientos que se adquieren por experiencia propia.

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, porque recolecta, analiza datos y plantea un modelo replicable para otros escenarios similares a nivel nacional.

El diseño de la investigación corresponde al de no experimental (no se manipulan variables), debido a que el objeto del cual se obtendrán los datos de las variables dependientes (datos cartográficos) son de acceso público y no modificables.

3.2. Ámbito temporal y espacial

3.2.1. *Ámbito temporal*

El ámbito temporal usado en esta investigación corresponde a la información elaborada hasta el año 2022. Cabe señalar que parte de esta corresponde a la Zonificación Ecológica Económica de Ayacucho, y otras obtenidas de instituciones públicas a nivel nacional.

3.2.2. *Ámbito espacial*

Fue desarrollado en la provincia de Lucanas, esta se ubica al sur del departamento de Ayacucho, con un área de 14 464 Km^2 , un perímetro de 791.3 Km y una altitud promedio de 3 006 msnm. (información adaptada del plan vial de Lucanas, 2003) (ver figura 4)

Figura 4

Ubicación de la provincia de Lucanas



Fuente: Elaboración propia.

3.3. Variables

3.3.1. *Variable Independiente*

- Implementación de proyectos de energías solar. Implementación de proyectos de energía renovable está relacionado primero a determinar mediante un modelamiento espacial las zonas de menor sensibilidad ambiental. Las zonas con menor sensibilidad son las que presentan mayores condiciones ambientales desde una fase temprana. Cabe señalar que este estudio no pretende reemplazar los Estudios de Impacto Ambiental o sus derivados (Ministerio para la transición ecológica [Miteco], 2020)

3.3.2. *Variable Dependiente:*

- Modelamiento ambiental. El modelamiento ambiental está relacionado con el tipo de análisis multicriterio. Esto consiste en hacer una recopilación de la información espacial existente de la provincia de Lucanas. En la actualidad, algunos factores ambientales para la provincia de Lucanas ya fueron elaborados en el marco de su Zonificación Ecológica Económica (ZEE) de Ayacucho, los cuales nos dan una guía de que valores pueden ser considerados en este estudio. (Gore Ayacucho, 2012)

Cabe indicar que para el uso correcto de factores ambientales mencionados en una ZEE de una localidad estos deben ser analizados de forma individual, además no tener más de 2 años de antigüedad de haberse realizado la investigación, por el cambio constante que se generan por razones climáticas y así determinar cuáles podrían restringir y/o condicionar en alguna medida la implementación del proyecto por su sensibilidad ambiental. Las consideraciones para el análisis deben tener un componente y un medio ambiental (Tabla 1)

Tabla 1

Factores ambientales como indicadores

Factores ambientales - Indicadores	Componente ambiental	Medio
• Áreas urbanas	Social	Social

<ul style="list-style-type: none"> • Comunidades campesinas • Infraestructuras existentes • Lugares de interés turístico y paleontológico • Patrimonio cultural inmueble prehispanico • Zonas arqueológicas 		
<ul style="list-style-type: none"> • Áreas de importancia para la conservación de aves • Especies amenazadas y endémicas • Áreas naturales protegidas tangibles • Bosques naturales primarios • Zonas de amortiguamiento • Áreas degradadas • Ecosistemas frágiles • Sitios prioritarios para la conservación 	Fauna terrestre Vegetación Ecosistemas	Biológico
<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpos de agua • Zonas agrícolas • Zonas de pasturas • Zonas con vulnerabilidad física 	Agua superficial Suelos Fisiografía	Físico

Fuente: Elaboración propia

En la primera fase identificamos los diferentes factores ambientales que conforman los medios físico, biológico y social; teniendo en cuenta que luego se tendrán que verificar si estos ingresan a la toma de decisiones para convertirse un indicador de exclusión o ponderación del proyecto.

Además, una ZEE es de acceso público en el portal del ministerio del ambiente, indicando los departamentos que cuentan estudios realizados o pendientes a realizar.

Teniendo los factores ambientales, solo se seleccionará aquellos que podrían ser considerados como indicadores para el análisis, debido a que son susceptibles de alteración por las instalaciones de proyectos de energía solar. Se debe identificar que todos cuenten con información espacial, que no sea información antigua o desactualizada, de fuentes confiables (portal web nacional). Se debe realizar una recolección de toda la información posible por descarga libre o solicitar por oficio.

Tabla 2*Lista de información descargada*

Referencia: Lista de información base								
N.º	Lista cartográfica	Tipo - Formato	Escala	Institución	Disponibilidad	Variable asociada	Nombre de variable	Fecha de adquisición
1	Zona de riesgo	Shp - Polígono	1:100 000	CENEPRED	Oficio	Si	Zonas de riesgo no mitigable	29/4/2022
2	Zonas pecuarias	Shp - Polígono	1:100 000	MIDAGRI	Oficio	Si	Zonas de pasturas	28/4/2022
3	Zonas de amortiguamiento	Shp - Polígono	1:100 000	SERNANP	Portal web	Si	Zonas de amortiguamiento	24/7/2023
4	Peligros por inundación	Shp - Puntos y Polígonos	1:100 000	CENEPRED	Oficio	Si	Zonas con vulnerabilidad física	5/6/2022
5	Peligros por movimientos en masa	Shp - Puntos y Polígonos	1:100 000	CENEPRED	Oficio	Si	Zonas con vulnerabilidad física	5/6/2022
6	Peligros por tsunami	Shp - Polígono	1:100 000	CENEPRED	Oficio	Si	Zonas con vulnerabilidad física	5/6/2022
7	Peligros por vulcanismo	Shp - Puntos	1:100 000	CENEPRED	Oficio	Si	Zonas con vulnerabilidad física	29/4/2022
8	Suceptibilidad a inundaciones de masa por lluvias asociadas a eventos El Niño (1982, 1998, 2017 y 2023)	Shp - Polígono	1:100 000	CENEPRED	Portal web	Si	Zonas con vulnerabilidad física	27/7/2023
9	Suceptibilidad a movimientos de masa por lluvias asociadas a eventos El Niño (1982, 1998, 2017 y 2023)	Shp - Polígono	1:100 000	CENEPRED	Portal web	Si	Zonas con vulnerabilidad física	27/7/2023
10	Exceso de lluvias (Niños extraordinarios y costero)	TIFF	30x30	SENAMHI	Portal web	Si	Zonas con vulnerabilidad física	11/8/2023
11	Riesgo de Inundaciones (Niños extraordinarios y costero)	TIFF	30x30	SENAMHI	Portal web	Si	Zonas con vulnerabilidad física	11/8/2023
12	Zonas arqueológicas	Shp - Polígono	1:100 000	MINCUL	Oficio	Si	Zonas arqueológicas	8/5/2022
13	Zonas agrícolas	Shp - Polígono	1:100 000	MIDAGRI	Oficio	Si	Zonas agrícolas	19/5/2022
14	Tipos de ecosistemas	Shp - Polígono	1:100 000	MINAM	Portal web	Si	Zonas agrícolas	24/7/2023
15	Sitios prioritarios para la conservación	Shp - Polígono	1:100 000	SERNANP	Oficio	Si	sitios prioritarios para la conservación	28/10/2022
16	Patrimonio cultural - Prehispánico	Shp - Puntos y Polígonos	1:100 000	MINCUL	Oficio	Si	Patrimonio cultural e inmueble prehispánico	5/8/2023
17	Lugares de interés paleontológico	Shp - Puntos	1:100 000	INGEMMET	Portal web	Si	Lugares de interes turisticos y paleontologicos	22/7/2023
18	Recursos turísticos	Shp - Puntos	1:100 000	MINCETUR	Oficio	Si	Lugares de interes turisticos y paleontologicos	19/7/2022
19	Principales Presas	Shp - Puntos	1:100 000	ANA	Portal web	Si	Infraestructuras existentes	23/7/2023
20	Reservorios	Shp - Puntos	1:100 000	ANA	Portal web	Si	Infraestructuras existentes	23/7/2023
21	Concesiones mineras	Shp - Polígono	1:100 000	INGEMMET	Portal web	Si	Infraestructuras existentes	9/8/2023

22	Infraestructuras de residuos sólidos	Shp - Puntos	1:100 000	MINAM	Oficio	Si	Infraestructuras existentes	19/5/2022
23	Infraestructura de comunicaciones	Shp - Líneas y Puntos	1:100 000	MTC	Portal web	Si	Infraestructuras existentes	22/7/2023
24	Infraestructuras energéticas	Shp - Puntos y Líneas	1:100 000	OSINERGMIN	Oficio	Si	Infraestructuras existentes	28/10/2022
25	Distribución de especies CITES	Shp - Polígono	1:100 000	MINAM	Oficio	Si	Especies amenazadas y endémicas	24/7/2023
26	Especies de fauna endémicas	Shp - Polígono	1:100 000	MINAM	Oficio	Si	Especies amenazadas y endémicas	6/7/2022
27	Especies de flora endémicas	Shp - Polígono	1:100 000	MINAM	Oficio	Si	Especies amenazadas y endémicas	6/7/2022
28	Inventario de bofedales	Shp - Polígono	1:100 000	INAIGEM	Portal web	Si	Ecosistemas frágiles	17/8/2023
29	Ecosistemas frágiles	Shp - Polígono	1:100 000	SERFOR	Portal web	Si	Ecosistemas frágiles	17/8/2023
30	Lagunas	Shp - Polígono	1:100 000	ANA	Portal web	Si	Cuerpos de agua	23/7/2023
31	Ríos	Shp - Líneas	1:100 000	ANA	Portal web	Si	Cuerpos de agua	23/7/2023
32	Hidrografía	Shp - Líneas y Polígonos	1:100 000	IGN	Portal web	Si	Cuerpos de agua	17/8/2023
33	Glaciares	Shp - Polígono	1:100 000	INAIGEM	Portal web	Si	Cuerpos de agua	22/7/2023
34	Lagunas glaciares	Shp - Polígono	1:100 000	INAIGEM	Portal web	Si	Cuerpos de agua	17/8/2023
35	Humedales	Shp - Polígono	1:100 000	MINAM	Portal web	Si	Cuerpos de agua	24/7/2023
36	Comunidades campesinas	Shp - Polígono	1:100 000	MINCUL	Portal web	Si	Comunidades campesinas	22/7/2023
37	Bosque estacionalmente seco 2021	TIFF	30x30	GEOBOSQUES	Portal web	Si	Bosques naturales primarios	8/8/2023
38	Bosques primarios amazónicos	TIFF	30x30	MINAM	Portal web	Si	Bosques naturales primarios	17/8/2023
39	Cobertura vegetal	Shp - Polígono	1:100 000	MINAM	Portal web	Si	Bosques naturales primarios	24/7/2023
40	Áreas urbanas	Shp - Polígono	1:100 000	IGN	Portal web	Si	Áreas urbanas	17/8/2023
41	Áreas de conservación privada	Shp - Polígono	1:100 000	SERNANP	Portal web	Si	Áreas naturales protegidas tangibles	24/7/2023
42	Áreas de conservación regional	Shp - Polígono	1:100 000	SERNANP	Portal web	Si	Áreas naturales protegidas tangibles	24/7/2023
43	Áreas naturales protegidas	Shp - Polígono	1:100 000	SERNANP	Portal web	Si	Áreas naturales protegidas tangibles	24/7/2023
44	Zona reservada	Shp - Polígono	1:100 000	SERNANP	Portal web	Si	Áreas naturales protegidas tangibles	24/7/2023
45	Áreas degradadas	TIFF	30x30	MINAM	Portal web	Si	Áreas degradadas	17/8/2023
46	Pasivos ambientales	Excel		MINEM	Oficio	Si	Áreas degradadas	19/5/2022
47	Áreas de importancia para la conservación de aves	Shp - Polígono	1:100 000	MINAM	Oficio	Si	Áreas de importancia para la conservación de aves	19/5/2022
48	Cuencas hidrográficas	Shp - Polígono	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	22/7/2023
49	Infraestructura hidráulicas	Shp - Puntos	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	22/7/2023

50	Acreditación de Disponibilidad Hidrica	Shp - Puntos	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	22/7/2023
51	Acuíferos	Shp - Polígono	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	22/7/2023
52	Acuíferos Veda	Shp - Polígono	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	22/7/2023
53	Autorización para ejecución de Obras	Shp - Puntos	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	22/7/2023
54	Bocatomas	Shp - Puntos	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	22/7/2023
55	Canal de Aducción	Shp - Líneas	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	23/7/2023
56	Canal de Derivación	Shp - Líneas	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	23/7/2023
57	Canal Lateral	Shp - Líneas	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	23/7/2023
58	Canal de Trasvase	Shp - Líneas	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	23/7/2023
59	Drenes	Shp - Puntos	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	23/7/2023
60	Estaciones de Bombeo	Shp - Puntos	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	23/7/2023
61	Poblaciones Vulnerables	Shp - Puntos	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	23/7/2023
62	Presas	Shp - Puntos	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	23/7/2023
63	Puntos Críticos	Shp - Puntos	1:100 000	ANA	Portal web	No	-	23/7/2023
64	Peligros inducidos por accion humana	Shp - Puntos y Poligonos	1:100 000	CENEPRED	Oficio	No	-	29/4/2022
65	Peligros por bajas temperaturas	TIFF	30x30	CENEPRED	Oficio	No	-	29/4/2022
66	Peligros por lluvias intensas	Shp - Polígono	1:100 000	CENEPRED	Oficio	No	-	29/4/2022
67	Peligros por neotectónica	Shp - Líneas	1:100 000	CENEPRED	Oficio	No	-	29/4/2022
68	Conflictos sociales	PDF		DEFENSORIA	Portal web	No	-	17/8/2023
69	Limites administrativos	Shp - Polígono	1:100 000	IGN	Portal web	No	-	22/7/2023
70	Fallas y pliegues geológicos	Shp - Líneas	1:100 000	INGEMMET	Portal web	No	-	22/7/2023
71	Geología	Shp - Polígono	1:100 000	INGEMMET	Portal web	No	-	22/7/2023
72	Geomorfología	Shp - Polígono	1:100 000	INGEMMET	Portal web	No	-	22/7/2023
73	Peligros geológicos	-		INGEMMET	Oficio	No	-	7/8/2022
74	Unidades hidrogeológicas	Shp - Líneas y Poligonos	1:100 000	INGEMMET	Portal web	No	-	22/7/2023
75	Lista Roja - Anfibios	Shp - Polígono	1:100 000	IUCN	Portal web	No	-	21/7/2023
76	Lista Roja - Aves	-		IUCN	Portal web	No	-	21/7/2023
77	Lista Roja - Mamíferos	Shp - Polígono	1:100 000	IUCN	Portal web	No	-	21/7/2023
78	Lista Roja - Reptiles	Shp - Polígono	1:100 000	IUCN	Portal web	No	-	21/7/2023
79	Capacidad del uso mayor de las tierras	Shp - Polígono	1:100 000	MIDAGRI	Oficio	No	-	12/7/2022
80	Condiciones favorables para incendios	Shp - Polígono	1:100 000	MINAM	Oficio	No	-	15/5/2022
81	Patrimonio natural	PDF		MINAM	Portal web	No	-	24/7/2023
82	Uso actual del suelo	JPGE		MINAM	Portal web	No	-	17/8/2023
83	Zonificación ecológica económica de Ayacucho	Shp - Polígono	1:100 000	MINAM	Portal web	No	-	27/7/2023

84	Proyectos mineros	Shp - Puntos	1:100 000	MINEM	Oficio	No	-	27/10/2022
85	Aeropuertos y aeródromos	Shp - Puntos	1:100 000	MTC	Portal web	No	-	22/7/2023
86	Concesiones eléctricas	Shp - Puntos, Polígonos y Líneas	1:100 000	OSINERGMIN	Oficio	No	-	13/7/2022
87	Disponibilidad hídrica anual al 2030	Shp - Polígono	1:100 000	SENAMHI	Portal web	No	-	24/7/2023
88	Energía solar anual	Shp - Polígono	1:100 000	SENAMHI	Portal web	Si	-	24/7/2023
89	Erosión del suelo por regiones hidrográficas	Shp - Polígono	1:100 000	SENAMHI	Portal web	No	-	24/7/2023
90	Estaciones hidrometeorológicas	Shp - Puntos	1:100 000	SENAMHI	Portal web	No	-	19/7/2023
91	Estaciones meteorológicas	Shp - Puntos	1:100 000	SENAMHI	Portal web	No	-	20/7/2023
92	Frecuencia de heladas meteorológicas	Shp - Polígono	1:100 000	SENAMHI	Portal web	No	-	21/7/2023
93	Precipitación (Niño 2017)	Shp - Polígono	1:100 000	SENAMHI	Portal web	No	-	22/7/2023
94	Precipitación estacional (1981 - 2010)	Shp - Polígono	1:100 000	SENAMHI	Oficio	No	-	21/5/2022
95	Tipos de clima	Shp - Polígono	1:100 000	SENAMHI	Portal web	No	-	24/7/2023
96	Zonas de vida	Shp - Polígono	1:100 000	SENAMHI	Portal web	No	-	24/7/2023
97	Reservas de la Biosfera	Shp - Polígono	1:100 000	SERNANP	Portal web	No	-	17/8/2023

Fuente: Elaboración propia

En la segunda fase se identifican los indicadores de exclusión. Cabe señalar que estos indicadores son parte de las variables recopiladas en la tabla 2. Estos indicadores son zonas donde por reglamento está restringido el cambio de uso del suelo con el fin de no alterar sus características, en la tabla 3 podremos visualizar los indicadores de exclusión.

Tabla 3

Indicadores de exclusión

Indicadores de exclusión
Bosques naturales primarios
Cuerpos de agua
Áreas urbanas
Infraestructuras existentes
Patrimonio cultural inmueble prehispánico

Zonas arqueológicas

Fuente: Elaboración propia

- Bosques Naturales primarios: es un indicador excluyente porque en el artículo 122 del decreto supremo N°018-2015-MINAGRI indica que el Estado promueve la conservación de los bosques primarios ante el cambio de uso del suelo con fines agropecuarios.
- Cuerpos de agua: es un indicador excluyente porque no es posible implementar proyectos de energía solar sobre cuerpos de agua.
- Áreas urbanas: es un indicador excluyente porque no se puede implementar proyectos sobre instalaciones existentes.
- Infraestructuras existentes: es un indicador excluyente porque no es posible implementar los proyectos sobre instalaciones existentes. Esta variable cuenta con información como concesiones mineras, infraestructuras de comunicación, residuos sólidos y energéticas.
- Patrimonio cultural inmueble prehispánico: es un indicador excluyente de acuerdo con el inciso 6.1 del art. 6 de la Ley N° 28296 (Ley general del patrimonio cultural de la nación) que indica que todo bien inmueble integrante del Patrimonio Cultural de la Nación de carácter prehispánico tiene la condición de intangible.
- Zonas arqueológicas: Excluyente de acuerdo con el art. 5 de Ley N° 28296 que indica que los bienes arqueológicos son bienes intangibles e imprescriptibles.

En la tercera fase, están los indicadores de ponderación, estas son áreas que pueden ser modificados respetando las normas nacionales y regionales. Estos indicadores también son parte de las variables recopiladas en la tabla 2, a continuación, se pueden visualizar en la tabla 4.

Tabla 4*Indicadores de ponderación*

Indicadores de ponderación
Áreas de importancia para la conservación de aves
Áreas degradadas
Áreas naturales protegidas tangibles
Ecosistemas frágiles
Especies amenazadas y endémicas
Sitios prioritarios para la conservación
Zonas de amortiguamiento
Zonas agrícolas
Zonas con vulnerabilidad física
Zonas de pasturas
Comunidades campesinas
Lugares de interés turístico y paleontológicos

Fuente: Elaboración propia

En la cuarta fase está el modelamiento de la sensibilidad ambiental que es la fase final del procesamiento espacial. Este modelamiento incluye el análisis de los indicadores de exclusión y ponderación que permite identificar las zonas de menor sensibilidad para implementar proyectos de recurso de energía renovable - solar.

3.4. Población y muestra

No existe alguna selección estadística de muestras por el tipo de investigación, se tiene a la totalidad del área de la provincia Lucanas como estudio de la investigación: la población de la investigación está definido según el censo nacional del año 2017, la provincia de Lucanas

contabilizó a 51,328 habitantes, distribuidos en 231 centros poblados, en la tabla 4 podemos ver los datos.(INEI - Ayacucho, 2018)

Tabla 5

Población del censo nacional 2017

Total	2017		Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	
Ayacucho	616 176	100	0,1
Lucanas	51 328	8,3	-2,4

Fuente: Elaboración propia, adaptado datos de INEI

Se proyecta la población al año 2022 utilizando la tasa de crecimiento anual de -2,4 como resultado del censo nacional; teniendo como resultado el total de 45,457 habitantes, para mayor detalle ver la tabla 5.(INEI - Ayacucho, 2018)

Tabla 6

Población censada urbana y rural de Lucanas

Censo Nacional	2017						Proyectado 2022
	total		Urbana		Rural		
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
Total, departamento Ayacucho	616 176	100	358 045	58,1	258 131	41,9	619 263
Total, provincia Lucanas	51 328	100	19 804	38,6	31 524	61,4	45457

Fuente: Elaboración propia, adaptado datos de INEI

3.5. Equipos e Instrumentos

Para realizar el trabajo de investigación se requirieron los siguientes equipos e instrumentos:

- Aparatos usados
 - Laptop ASUS Core i7- ROG STRIX G15: Para los procesamientos de información satelital, redacción y estructuración del trabajo de tesis.
 - Impresora Epson Ecotank: Impresión de avances para la revisión del trabajo.

➤ Programas informáticos usados:

- ArcGis 10.5: Procesamiento geográfico de la información.
- Google Earth Pro: Análisis visual del área de estudio.
- Microsoft Excel: Análisis de datos obtenidos.
- Google Earth engine: crear un aplicativo para ver las zonas de bajo impacto
- Microsoft Word: Redacción del trabajo de investigación.

3.6. Procedimientos

3.6.1. Determinación de modelo

El presente estudio cuenta con una variedad de indicadores para ser utilizados en la toma de decisiones, generalmente estos criterios o indicadores son utilizados de forma aislada y pocas veces son utilizadas conjuntamente. Para utilizar varios criterios en un mismo estudio, se debe considerar una técnica multicriterio y la mejor opción es el uso de un modelo matemático de jerarquías analíticas – Analytical Hierarchy Process (AHP), Saaty 1980. Este modelo es una herramienta metodológica que facilita la resolución de una decisión con criterios múltiples, teniendo como finalidad una valoración analítica de las alternativas, mediante preguntas formuladas con base a una comparación por pares; obteniendo una estructura jerárquica de dominancia de unos criterios respecto a los otros.

La base matemática del AHP trata directamente con pares ordenados de prioridades de importancia, preferencia o probabilidad en función de un criterio común representado en la jerarquía de decisión.

El AHP, pide a quien toma las decisiones en este caso el especialista señale una prioridad con respecto a cada alternativa de decisión en términos que contribuya a cada criterio; utilizando el proceso matemático llamado síntesis, para resumir información y proporcionar una jerarquía.

Las comparaciones pareadas son bases fundamentales del AHP, utilizando una escala de valores de 1 al 9 para calificar preferencias relativas en los elementos.

Tabla 7

Escala de preferencias del AHP

Planteamiento verbal de la preferencia	Calificación numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Fuente: Elaboración propia

Luego se utiliza una matriz de comparación pareada que es una matriz cuadrada, conteniendo las comparaciones pareadas de criterios.

Sea \mathbf{A} una matriz $n \times n$, donde $n \in \mathbb{Z}^+$. Sea el elemento (i,j) de \mathbf{A} , para $i= 1,2,\dots,n$, y, $j= 1,2,\dots,n$. Decimos que \mathbf{A} es una matriz de comparaciones pareadas de n alternativas, si a_{ij} es la medida de la preferencia de la alternativa en región i cuando se le compara con la alternativa de la columna j . cuando $i=j$, el valor de a_{ij} será igual a 1, pues se esta comparando la alternativa consigo misma.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Cumpléndose que $a_{ij} \cdot a_{ji} = 1$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Una vez elaborada la matriz de comparaciones pareadas se puede calcular la prioridad de cada elemento que se comparan; luego se considera las prioridades en una matriz de prioridades de cada criterio en términos del total.

$$\begin{matrix} \text{criterio 1} \\ \text{criterio 2} \\ \dots \\ \text{criterio m} \end{matrix} \begin{pmatrix} P'_1 \\ P'_2 \\ \dots \\ P'_m \end{pmatrix}$$

Donde m es el número de criterios y P'_i es la prioridad del criterio i con respecto a la meta total, para $i = 1, 2, \dots, m$.

Se denomina una matriz de prioridades por que resume las prioridades de cada alternativa en términos de criterio. Para m criterios y n alternativas:

$$\begin{matrix} & \text{Criterio 1} & \text{Criterio 2} & \dots & \text{Criterio m} \\ \text{Alternativa 1} & P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\ \text{Alternativa 2} & P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\ \dots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{Alternativa n} & P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm} \end{matrix}$$

Donde P_{ij} es la prioridad de la alternativa i con respecto al criterio j, para $i = 1, 2, \dots, n$, y, $j = 1, 2, \dots, m$.

Teniendo las matrices, una consideración importante en la calidad de la decisión final se refiere a la consistencia de los juicios que realiza el experto o encargado. Se debe tener presente que la consistencia perfecta es muy difícil de lograr, después de todo son juicios rendidos por personas.

El AHP ofrece un método para medir el grado de consistencia entre las opiniones que proporciona el especialista, si el grado de consistencia es inaceptable se debe volver a reconsiderar las comparaciones y continuar el análisis hasta obtener un grado aceptable.

La fórmula del cálculo de la razón de consistencia es la siguiente:

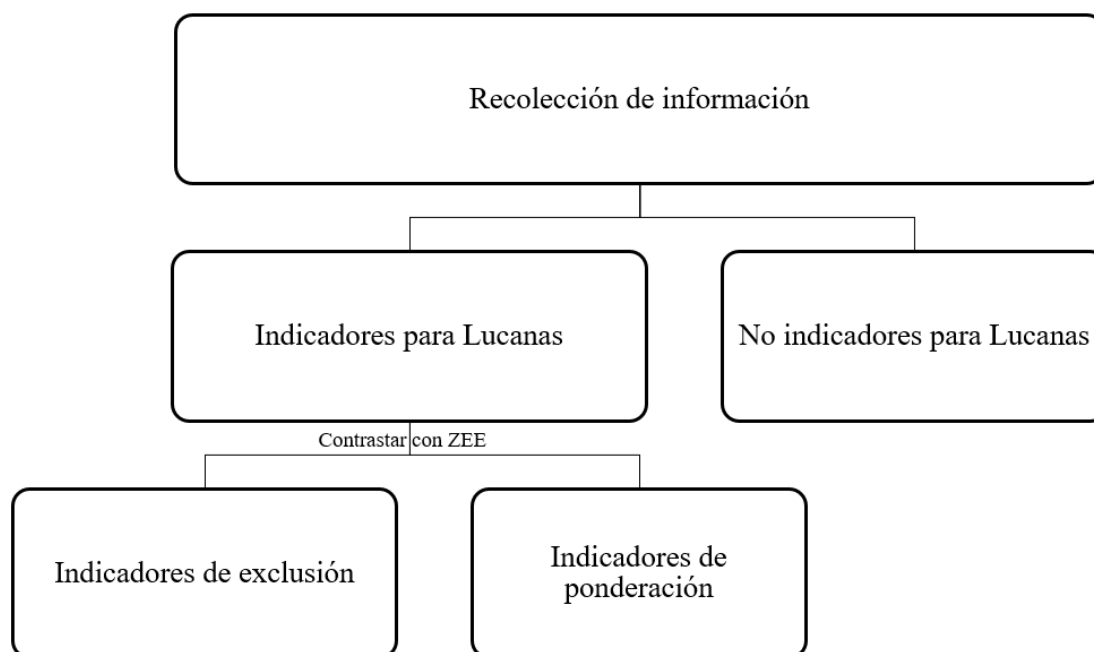
- Coeficiente de consistencia $CR = Ci/Ri$
- Índice de consistencia $Ci = (n_{max} - n)/(n - 1)$
- Índice aleatorio $Ri = 1.98 * (n - 2)/n$
- Siendo n la cantidad total de indicadores a ser analizado

3.6.2. Clasificación de indicadores

En esta etapa se descarga la información cartográfica descrita en la tabla 1, luego agrupa los indicadores de acuerdo con su función dentro del modelo, estos pueden ser considerados indicadores de ponderación e indicadores de exclusión.

Figura 5

Clasificación de indicadores



Fuente: Elaboración propia

Los indicadores de exclusión contienen variables que representan las áreas con mayor sensibilidad ambiental, en donde la implementación y/o construcción de un proyecto de recursos de energía renovable – solar será restringido por aspectos legales o fisiográficos por lo que no sería recomendable continuar en ese espacio, el detalle se muestra en la tabla 7.

Tabla 8

Definición de indicadores de exclusión

Bosques naturales primarios	Este indicador representa las áreas de los bosques naturales primarios del Perú, de composición específica original y caracterizado por la abundancia de árboles maduros de especies del dosel superior o dominante, que han evolucionado naturalmente y han sido poco afectados por las actividades antrópicas. Es importante tener en cuenta la distribución
------------------------------------	--

	<p>espacial de estos bosques naturales primarios en todos los biomas del Perú (Costa, Sierra y Selva); encontrando mayor cantidad de bosques relictos altoandino y mesoandino que cumplen una gran funcionalidad albergando especies. (SERFOR, 2021)</p>
Cuerpos de agua	<p>El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, desarrollo sostenible. Se considera el agua tanto en su estado líquido como sólido, incluyendo las quebradas, ríos, lagunas, lagos y los nevados.(ANA, 2018)</p>
Áreas urbanas	<p>Las áreas urbanas corresponden a aquellas zonas urbanas o centros poblados en las que reside la población y aglomera como mínimo 100 viviendas ya sea en el ámbito urbano o rural, incluyendo a todos los centros poblados capitales de distrito, aun cuando no cumplan con la condición indicada.(INEI, 1993)</p>
Infraestructuras existentes	<p>Se agrupan varias infraestructuras base presentes, los cuales no pueden ser modificados porque cumplen una función determinada. Por ejemplo: vías de comunicación terrestre por carretera y por ferrovías, líneas de transmisión eléctricas y subestaciones, infraestructuras de</p>

	residuos sólidos e instalaciones mineras tanto de exploración como explotación.
Patrimonio cultural inmueble prehispánico	El patrimonio cultural es toda manifestación del quehacer humano que es declarado como tal por su importancia, valor y significado paleontológico, arqueológico, arquitectónico, histórico, artístico, militar, social, antropológico, tradicional, religioso, etnológico, científico, tecnológico o intelectual.(Guardia, 2016)
Zonas arqueológicas	Son considerados bienes públicos, por lo tanto, son intangibles e inamovibles. Por lo cual ese espacio no podrá ser ocupada por otro objeto o realizarse actividades.(Ministerio de Cultura, 2023)

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores de ponderación contienen variables que formaran parte del análisis del modelamiento, presentando áreas de sensibilidad ambiental relativa en función de sus valores ambientales con la implementación de proyectos de recurso de energías renovables – solar no presentan restricciones, mayor detalle se visualiza en la tabla 8, los cuales son:

Tabla 9

Definición de indicadores de ponderación

Áreas de importancia para la conservación de aves	Son áreas identificadas mediante criterios acordados por investigadores y expertos en especies de aves; esta información en Perú se
--	---

	<p>publicó a partir del año 2005, hasta el momento cada cierto tiempo se va actualizando.(SEOBirdLife, n.d.)</p>
Áreas degradadas	<p>Son áreas que han sido identificadas, clasificadas y caracterizadas por haber perdido hasta cierto punto su productividad natural como resultado de procesos inducidos por la actividad humana, para producir bienes o prestar servicios.(Ministerio del ambiente [MINAM], 2019)</p>
Áreas naturales protegidas tangibles	<p>Son áreas reconocidas, establecidas y protegidas legalmente por el estado por su importancia para la conservación de la biodiversidad; por su importancia y contribución al desarrollo sostenible del país, se permite la interacción dentro de estas áreas. (SERNANP, 2022)</p>
Ecosistemas frágiles	<p>Son espacios en donde se fomenta la inversión pública y privada para su conservación y aprovechamiento sostenible; promoviendo el mantenimiento de sus procesos ecológicos, logrando su gestión integrada y sostenible.(MINAM, 2019)</p>
Especies amenazadas y endémicas	<p>Son especies que se encuentran dentro de un único espacio (país o territorio), considerando a la flora y fauna endémica del país registrado</p>

	especialmente por la entidad del Ministerio del ambiente (MINAM).
Sitios prioritarios para la conservación	Son espacios identificados por el plan director de las áreas naturales protegidas, en total encontramos la existencia de 133 zonas prioritarias a nivel nacional.(SERNANP, 2013)
Zonas de amortiguamiento	Son espacios adyacentes a las Áreas Naturales Protegidas, se promueve la inversión pública y privada para su conservación y aprovechamiento sostenible. Esto promueve el mantenimiento de los procesos ecológicos y permite una gestión sostenible e integrada.(SERNANP, 2022)
Zonas agrícolas	Son tierras aptas para agricultura apropiada para diferentes tipos de cultivo, que tienen una o más cosechas al año. Estas tierras son las de mayor calidad agrológica, es decir con condiciones físicas del suelo, hídricas y climáticas muy apropiadas para la agricultura, y sin mayores limitaciones.(Ministerio de desarrollo agrario y riego [Midagri], 2021)
Zonas con vulnerabilidad física	Son espacios conformados por información relacionada a los Peligros físicos y riesgos para el territorio nacional, incluyendo los eventos del fenómeno del Niño. La principal distinción entre riesgos y peligros a nivel nacional es que el

	<p>riesgo es la probabilidad de que un fenómeno físico potencialmente dañino se presente en un lugar específico con una intensidad, un período de tiempo y una frecuencia determinadas, mientras que el peligro es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas como resultado de la vulnerabilidad y el impacto de un peligro.</p>
Zonas de pasturas	<p>Son las zonas pecuarias que se encuentran formados por un grupo numeroso de pastos naturales o gramíneas (seudo gramíneas, hierbas y arbustos, los cuales se diferencian por su apariencia o morfología) son plantas monocotiledóneas que pertenecen a un grupo llamado familia Poaceae.</p>
Comunidades campesinas	<p>Las comunidades campesinas son organizaciones de interés público, con existencia legal y personería jurídica, integradas por familias que habitan y controlan determinados territorios, ligadas por vínculos ancestrales, sociales, económicos y culturales.</p>
Lugares de interés turístico y paleontológicos	<p>El recurso turístico comprende a la riqueza arqueológica, expresiones históricas materiales e inmateriales de gran tradición y valor que constituyen la base del producto turístico,</p>

	cuentan cualidades culturales, naturales y humanas.
--	---

Fuente: Elaboración propia

3.6.3. *Procesamiento de indicadores*

Para realizar el modelamiento ambiental es necesario que la información de las variables de indicadores de exclusión y ponderación se encuentren en formato ráster (Geotiff). Asimismo, es fundamental definir el tamaño de celda y la escala de trabajo. En Perú no contamos con una norma que indique una escala por defecto para los estudios y/o proyectos con información ambiental espacial; el tipo de información la genera cada sector o entidades encargadas de los estudios en escalas diferentes sujetos a los objetivos de cada una de ellas.

Esta metodología propone acondicionar toda la información espacial a una resolución de 30 x 30 m de pixel para los ráster. Esto permitirá tener coherencia con la información satelital base utilizada en los mapas de cobertura vegetal, áreas degradadas, tipo de ecosistemas; así también tener similitud como el mapa de altura y pendiente de 30 m propuesto por la USGS a nivel mundial.

Los datos geospaciales recopilados para este análisis son geográficos en formato (vector y ráster). En esta etapa del proceso, toda la información recopilada se homogeniza de acuerdo con las dimensiones de la provincia de Lucanas. Para ello, se consideró primero el tipo de formato cartográfico, seguido del tamaño, dimensiones y coordenadas.

Tabla 10

Dimensiones de las variables – Lucanas

Zona de trabajo	Fila	Columna	Resolución	Sistema de coordenadas
Lucanas	5388	5774	30 m	WGS 1984 UTM Zona 18S

Fuente: Elaboración propia

3.6.4. Espacialización de indicadores

El objetivo final de este procedimiento es obtener un índice (ISA) que represente el nivel de sensibilidad ambiental, todas las variables de los indicadores se representan cartográficamente en formato vectorial, en ráster de 30 x 30 metros. En este grid los elementos que definen las zonas de exclusión tienen en sus píxeles el valor de 0 para la presencia y 1 para la ausencia; por el contrario, los elementos que definen a las zonas a ponderar tienen en sus píxeles el valor de 1 para la presencia y 0 para la ausencia

La información que se obtuvo al momento de descargar presentaba un formato vectorial por puntos o líneas; a continuación, se establece un buffer o zona de influencia para convertir dicha información en un polígono que represente un área. Se evalúa la información espacial de cada indicador para determinar si es necesario establecer un buffer del área ocupada de acuerdo con la normativa nacional vigente y criterio de experto; zonas de influencia de indicadores de exclusión (ver tabla 11).

Tabla 11

Indicadores de zona de exclusión con zonas de influencia

Medio	Indicadores de exclusión	Consideraciones cartográficas (buffer)	Criterio
Biológico	Bosques naturales primarios	Dato original sin restricción	Cuenta con extensión en la Data espacial.
Físico	Cuerpos de agua	<ul style="list-style-type: none"> • 10m ríos • 10m lagos y lagunas 	Se le ha aplicado una zona de restricción considerando las fajas marginales establecidas de acuerdo con la R.J. N° 332-2016-ANA: Reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales. Disponible en: https://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-332-2016-ana-0

	Patrimonio cultural inmueble prehispánico	100 m Monumentos Arqueológicos Prehispánicos declarados	Para estimar el área de los monumentos arqueológicos prehispánicos declarados, se ha considerado una distancia de 100 m de acuerdo a los criterios de delimitación indicados en la Guía de Excavaciones para proyectos de evaluación Arqueológica (Guía N° 002-2021-VMPCIC/MC), disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1738458/RVM%20063-2021-VMPCIC-MC%20-%20ANEXO.pdf.pdf .
	Áreas urbanas	Dato original sin restricción	Cuenta con espacio asignado en la Data espacial.
Social	Infraestructuras existentes	<ul style="list-style-type: none"> • 50m subestaciones • 100 m centrales generación • 1000 m presas • 150m infraestructura final de RRSS • 250m concesiones mineras • 12.5 m líneas transmisión eléctrica • 10 m vías vecinal y departamental • 35m vías terrestres nacional • 15 m para líneas férreas 	<p>Para estimar el área de los reservorios, se ha considerado un radio de 39 m basado en el promedio de las áreas de la tabla de atributos. Adicionalmente se ha considerado una zona de restricción de 10 m como ancho mínimo de faja marginal, de acuerdo a lo establecido por la Resolución Jefatural N° 332-2016-ANA, disponible en: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._332-2016-ana.pdf</p> <p>Para estimar el área de las presas, se ha considerado como buffer un valor de 2 km que corresponde a la mitad de la distancia promedio de las dimensiones de estas infraestructuras en google earth.</p> <p>Para estimar el área de los rellenos sanitarios, se ha considerado la mitad de la distancia promedio de las dimensiones de estas infraestructuras en google earth.</p> <p>Para estimar el área de las concesiones mineras, se ha considerado la mitad de la distancia promedio de las dimensiones de estas infraestructuras en google earth.</p> <p>Para líneas de transmisión eléctrica, se ha considerado una zona de restricción de 25 m de ancho para fajas de servidumbre a 220 kv; de acuerdo a la Tabla 219 del código nacional de electricidad. Disponible en: https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/05/RM-214-2011-MEM-DM.pdf</p> <p>Para vías terrestres, se ha establecido una zona de restricción de acuerdo al derecho de vía y de la propiedad restringida de la Carretera Vía Evitamiento Huarney (R.M. N° 596-2013-MTC/02).</p> <p>Para vías férreas, se considera como área los 5 m de la zona del ferrocarril establecido por el art. 18 del reglamento nacional de ferrocarriles (D.S. N° 032-2005-MTC). A este valor, se le ha adicionado una zona de restricción de 10 m para proyectos solares y 100 m para proyectos eólicos de acuerdo al art. 19 del D.S. N° 032-2005-MTC.</p>
	Zonas arqueológicas	Dato original sin restricción	Cuenta con extensión en la Data espacial.

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, con las zonas de influencia de indicadores de ponderación se establece un buffer o zona de influencia para convertir dicha información en un polígono que represente un área, el único indicador que se le aplica buffer es cuerpos de agua los demás mantienen su información en formato polígono. El dato numérico se visualiza en la tabla 11 y los ríos considerados en el estudio se visualiza en la tabla 12.

Tabla 12

Indicadores de zona de ponderación con zonas de influencia

N°	Variables de indicador de ponderación	Consideraciones cartográficas (Buffer)	Ríos importantes considerados
1	Cuerpos de agua	10 metros ríos, lagos y lagunas	<ul style="list-style-type: none"> • Río Acarí • Río grande • Río Iruro • Río Lampalla • Río Nasca • Río Pallpo • Río Paramalyoc • Río San José • Río Sangarara • Río Sondondo • Río Vizcas

Fuente: Elaboración propia

El área de estudio presenta indicadores de exclusión en formato ráster 30 m x 30 m, con el píxel de valor 0 (áreas no recomendadas o de exclusión) y valor 1 el cual indica los espacios en donde se puede multiplicar con los indicadores de ponderación (ver figura 6).

Figura 6

Asignación de valor para las zonas de exclusión

1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (MITECO, 2020)

Los indicadores de ponderación primero se transforman en formato ráster de 30 m x 30 m, asignando a cada píxel el valor de 0 cuando hay ausencia de datos y el valor de 1 cuando hay presencia de información (ver figura 7).

Figura 7

Asignación de valor para las zonas de sensibilidad

1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, adaptado de MITECO (2020)

Después de tener todos los indicadores en el mismo formato, se lleva a cabo un proceso jerárquico para obtener los pesos, también conocidos como valores de importancia relativa entre las variables de ponderación. Para este proceso, se utiliza la matriz de comparación por pares, también conocida como matriz de Saaty.

Una vez verificada la consistencia de los juicios asignados, se utilizó un álgebra de mapas para multiplicar el valor del peso de cada indicador por su capa ráster correspondiente. Esto produjo una cartografía en la que el valor de cada píxel de presencia de cada indicador (1) representó el valor de su importancia (1 x peso).

Posteriormente, se superponen los indicadores de ponderación en cada una de sus capas raster para obtener una sumatoria que se refleja en una sola capa raster, que representa la importancia total de todos los indicadores de ponderación.




Se crea la fórmula del índice de sensibilidad ambiental (ISA) después de obtener los resultados de la sumatoria.

$$(ISA) = (1 - (\sum_{i=1}^n \text{indicador de importancia}_i \text{ peso}_i)) \prod \text{exclusión}_j$$

El índice de sensibilidad ambiental se obtiene con el primer paso restarle al valor 1 la sumatoria de los valores de ponderación con la conversión previa de los datos de la matriz de importancia, a este resultado se le multiplica una por una las capas de indicadores de exclusión, esta multiplicación tiene como objetivo cambiar los datos de los grids, al inicio tenían uno distinto a 0 pero al ser multiplicado por una capa de exclusión cuenta con este valor, indicando que esos espacios ya no pueden ser ocupados.

El resultado de la aplicación de la fórmula de (ISA) obtiene una capa ráster final, con valores numéricos que representa el grado de sensibilidad ambiental de la provincia de Lucanas ante la implementación de medianas y grandes de recurso de energía renovable solar. Se realiza la categorización estadística de los valores continuos, empleando el método Natural Jenks para la separación de clases y estableciéndose tres (03): baja, media y alta de acuerdo con los valores del histograma.

Tabla 13*Categorización de la sensibilidad ambiental*

Color de la categorización	Índice de sensibilidad ambiental
	Alta
	Media
	Baja

Fuente: Elaboración propia

Posterior a la obtención de datos de índice de sensibilidad ambiental, debemos de conocer el potencial de recurso solar, llamándose idoneidad técnica, esta información se utilizará con el fin de identificar las zonas que podrían ser más atractivas para fomentar el desarrollo de medianas y grandes proyectos de recurso de energía renovable solar. Para ello se espacializó en un ráster de 30 m x 30 m la cartografía que representa la radiación solar en el ámbito de análisis de Lucanas identificándose las zonas donde se registran los mayores valores de radiación solar.

3.7. Trabajo de campo

Para determinar la viabilidad del modelamiento ambiental se realizó una salida de campo a la provincia de Lucanas, con el fin de recaudar datos y visualizar el panorama, la provincia cuenta con extensiones de territorio que pueden adaptarse para plantas solares con un previo estudio técnico de implementación de estructuras artificiales.

Figura 8

Visita de campo



Fuente: Elaboración propia

Luego se visitó al municipio para poder contactar con pobladores.

Figura 9

Visita al municipio de la provincia de Lucanas



Fuente: elaboración propia

Seguidamente se recaudó información a pobladores sobre la importancia de energía solar y su uso, la encuesta fue validada por una Ingeniera ambiental que trabajo como consultora de implementación de energías renovables para la ONG “The Nature Conservancy”, la encuesta no influyó en los resultados de dicha investigación, dado que fue solo reconocimiento de lo que piensan los pobladores con respecto a la energía solar.

Figura 10

Encuesta a poblador de Lucanas



Fuente: elaboración propia

Se recibió una positiva aceptación y necesidad de la propuesta de proyectos de energía solar, para implementarse en la provincia de Lucanas, del total de 10 personas podemos visualizar que el que 80 por ciento considera que sería un buen cambio para beneficiar su estilo de vida. Luego se visualizó el espacio a los alrededores, contando con basta extensión de territorio que puede ser adaptado previo estudio técnico para una construcción de planta solar sin afectar a su fauna endémica de la población. (ver figura 11)

Figura 11

Extensión de territorio con fauna endémica de vicuña



Fuente: Elaboración propia

3.8. Análisis de datos

Para determinar el modelamiento ambiental utilizamos la técnica de álgebra de mapas, esta técnica se basa en utilizar capas en formato ráster (todos con la misma resolución, número de filas y columnas), el formato ráster cuenta con píxeles y dentro de estos píxeles tiene un valor designado de 0 y 1; esto ayudará a que las operaciones se realicen, se asemejen a operaciones matemáticas (operaciones aritméticas sobre mapas) ofreciendo gran versatilidad al momento de manipular los datos.

El método utilizado en este trabajo es la matriz de comparación por pares del proceso de jerarquías analíticas de Saaty, este método es apropiado por la cantidad de variables (indicadores de ponderación) que tenemos en el estudio.

Este método se basa en la creación de una matriz donde, tanto filas y columnas, se encuentran las variables (indicadores a ponderar).

El procedimiento se inicia a partir de esta matriz de pares, mayor detalle visualizar la figura 12.

Figura 12*Matriz de comparación por pares*

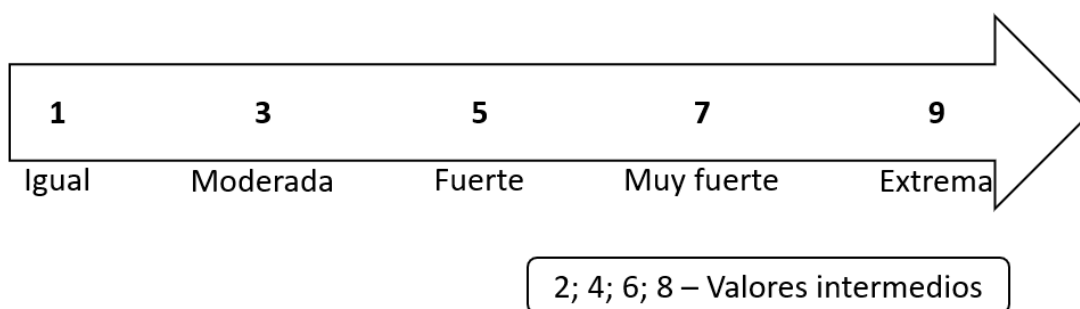
MATRIZ DE COMPARACIÓN	Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Indicador 4	Indicador 5	–	Indicador n
Indicador 1	1	W	X	Y	Z	Z	X
Indicador 2	1/W	1	1/X	1/Y	Z	1/Z	W
Indicador 3	1/X	X	1	1/X	X	Z	Z
Indicador 4	1/Y	Y	X	1	1/Y	W	1/Z
Indicador 5	1/Z	1/Z	1/X	Y	1	Z	X
–	1/Z	Z	1/Z	1/W	1/Z	1	Y
Indicador n	1/X	W	1/Z	Z	1/X	1/Y	1
Sumatoria	A	B	C	D	E	F	G

Fuente: Elaboración propia

La matriz se llena con datos numéricos del 1 al 9, llamándose el grado de importancia; esto es designado a criterio del especialista.

El valor 1 representa la igualdad de importancia entre los indicadores comparados, mientras que el valor 9 representa una importancia extrema de un indicador sobre otro, también se considera valores enteros intermedios para representar un menor grado de importancia relativa.

Figura 13*Grado de importancia del indicador*



Fuente: Elaboración propia

El procedimiento continúa, utilizando los datos asignados en la matriz de comparación se realiza la normalización de cada indicador para posteriormente realizar los siguientes cálculos que permitieron obtener los valores de ponderación que corresponden a los datos que serán multiplicados a cada capa ráster designado.

Figura 14

Matriz normalizada

MATRIZ NORMALIZADA SOLAR	Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Indicador 4	Indicador 5	-	Indicador n	PONDERACIÓN (PESOS)
Indicador 1	1/A	W/B	X/C	Y/D	Z/E	Z/F	X/G	H
Indicador 2	1/AW	1/B	1/XC	1/YD	Z/E	1/ZF	W/G	I
Indicador 3	1/AX	X/B	1/C	1/XD	X/E	Z/F	Z/G	J
Indicador 4	1/AY	Y/B	X/C	1/D	1/YE	W/F	1/ZG	K
Indicador 5	1/AZ	1/ZB	1/XC	Y/D	1/E	Z/F	X/G	L
-	1/AZ	Z/B	1/ZC	1/WD	1/ZE	1/F	Y/G	M
Indicador n	1/AX	W/B	1/ZC	Z/D	1/XE	1/YF	1/G	N
Sumatoria	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido los valores ponderados que corresponde a cada indicador analizado, se realiza el cálculo de la relación de consistencia de los valores utilizados en la matriz de comparación por pares (matriz de importancia), determinando si los juicios establecidos son coherentes entre sí. Para ello se obtiene el valor único de cada indicador mediante la multiplicación de matrices (matriz de comparación por la ponderación de matriz normalizada).

Figura 15

Ejemplo del cálculo del valor único

INDICADOR	Valor
Indicador 1	$1 (H) + W (I) + X (J) + Y (K) + Z (L) + Z (M) + X (N)$
Indicador 2	$1/W (H) + 1 (I) + 1/X (J) + 1/Y (K) + Z (L) + 1/Z (M) + W (N)$
Indicador 3	$1/X (H) + X (I) + 1 (J) + 1/X (K) + X (L) + Z (M) + Z (N)$
Indicador 4	$1/Y (H) + Y (I) + X (J) + 1 (K) + 1/Y (L) + W (M) + 1/Z (N)$
Indicador 5	$1/Z (H) + 1/Z (I) + 1/X (J) + Y (K) + 1 (L) + Z (M) + X (N)$
...	$1/Z (H) + Z (I) + 1/Z (J) + 1/W (K) + 1/Z (L) + 1 (M) + Y (N)$
Indicador n	$1/X (H) + W (I) + 1/Z (J) + Z (K) + 1/X (L) + 1/Y (M) + 1 (N)$
Sumatoria	nmax

Fuente: Elaboración propia

La fórmula del cálculo de la razón de consistencia empleada fue la siguiente:

- Coeficiente de consistencia $CR = C_i / R_i$
- Índice de consistencia $C_i = (n_{max} - n)/(n-1)$
- Índice aleatorio $R_i = 1,98*(n-2)/n$
- Siendo n la cantidad total de indicadores a ser analizado

El coeficiente de consistencia debe de tener un valor menos a 0,10 para que se considere que los juicios asignados en la matriz de comparación por pares son los adecuados. Por el contrario, si el coeficiente de consistencia es mayor o igual a 0,10 las valoraciones deberán ser revisadas, ya que con los datos asignados no son los adecuados.

IV. RESULTADOS

De acuerdo con la información recopilada, obtenemos varios resultados a los procesos realizados durante el estudio, ordenándolos y explicando los resultados de cada etapa.

4.1.Rasterización de indicadores

Estos resultados obtenidos son de la primera etapa del procedimiento, en donde todos los indicadores deben de estar en el mismo formato para poder trabajarlos conjuntamente en los procesos siguientes.

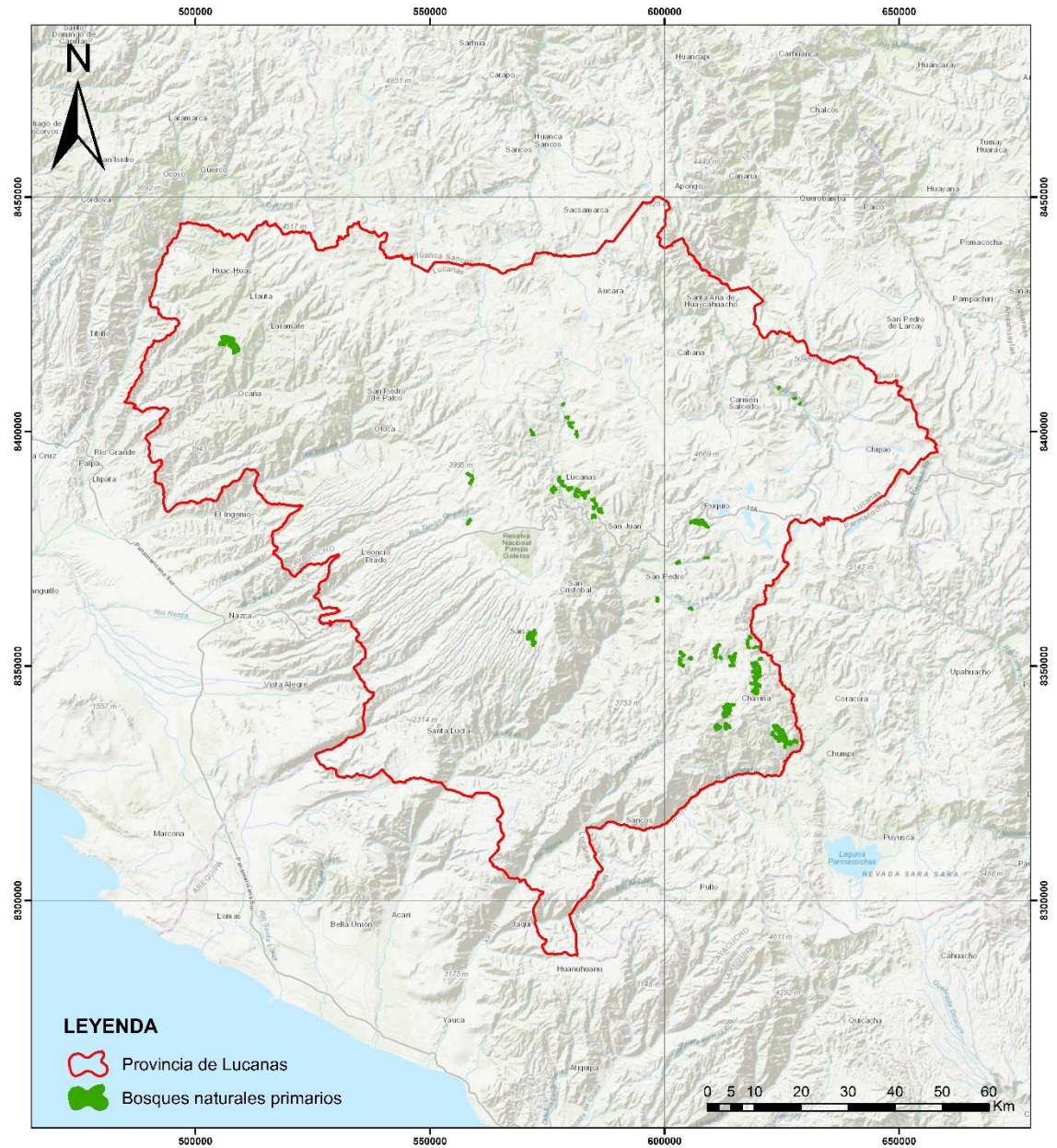
Contamos con indicadores de exclusión y ponderación en el formato ráster, pasando por una clasificación previa, filtro de elementos, pese que se descargó en algunos casos como información vectorial.

4.1.1. Indicadores de exclusión

Bosques naturales primarios. Este indicador está conformado por la información de bosque relicto altoandino y mesoandino. (ver figura 16)

Figura 16

Representación cartográfica de los bosques naturales primarios

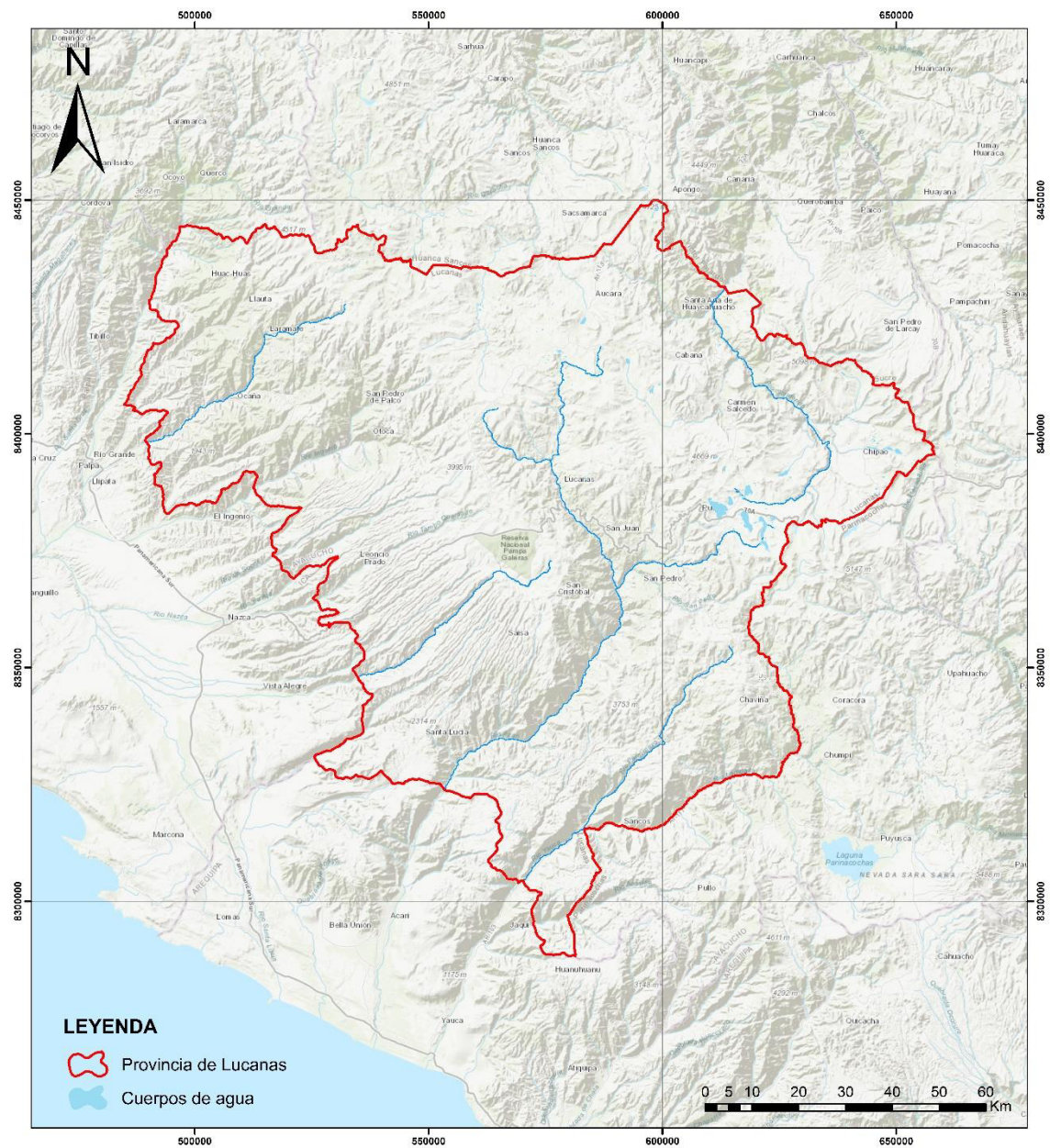


Fuente: Elaboración propia

- **Cuerpos de agua.** Este indicador representa las áreas ocupadas por ríos, lagos y lagunas a lo largo de la extensión de la provincia. No se puede visualizar el buffer de 10 metros realizado ya que el formato raster es de medida 30 x 30 m el pixel (ver figura 17).

Figura 17

Representación cartográfica de los cuerpos de agua

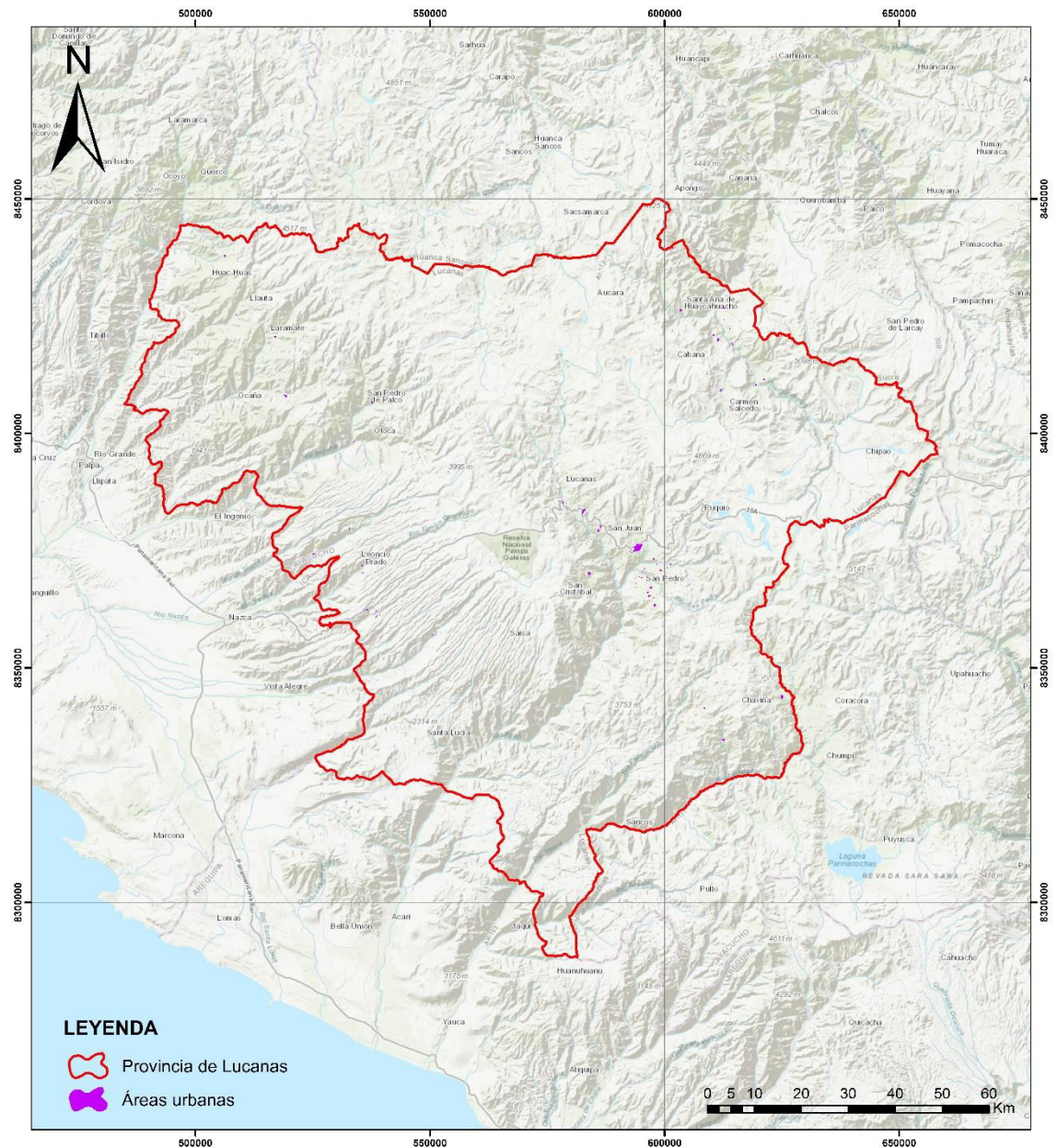


Fuente: Elaboración propia

- **Áreas urbanas.** Las áreas urbanas corresponden a aquellas zonas urbanas o centros poblados en las que reside la población y aglomera como mínimo 100 viviendas agrupadas contiguamente. (ver figura 18)

Figura 18

Representación cartográfica de áreas urbanas

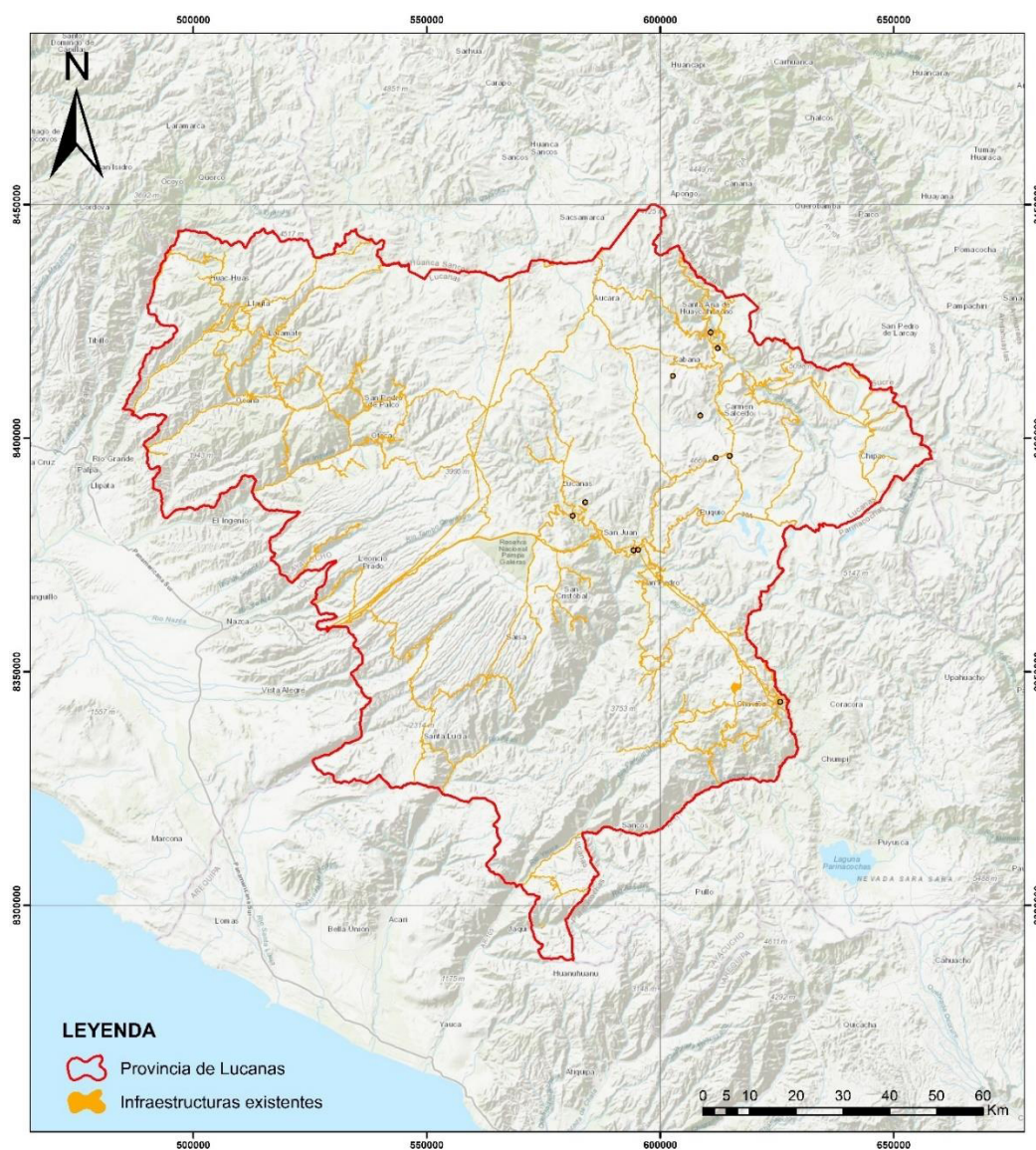


Fuente: Elaboración propia

- **Infraestructuras existentes.** Este indicador es un grupo de varios elementos que ocupan un espacio en el territorio conformados por red vial, infraestructura de residuos sólidos, concesiones mineras (beneficio, canteras y depósitos de relaves) e infraestructuras energéticas existentes (líneas de transmisión y centrales de generación). (ver figura 19)

Figura 19

Representación cartográfica de infraestructuras existentes

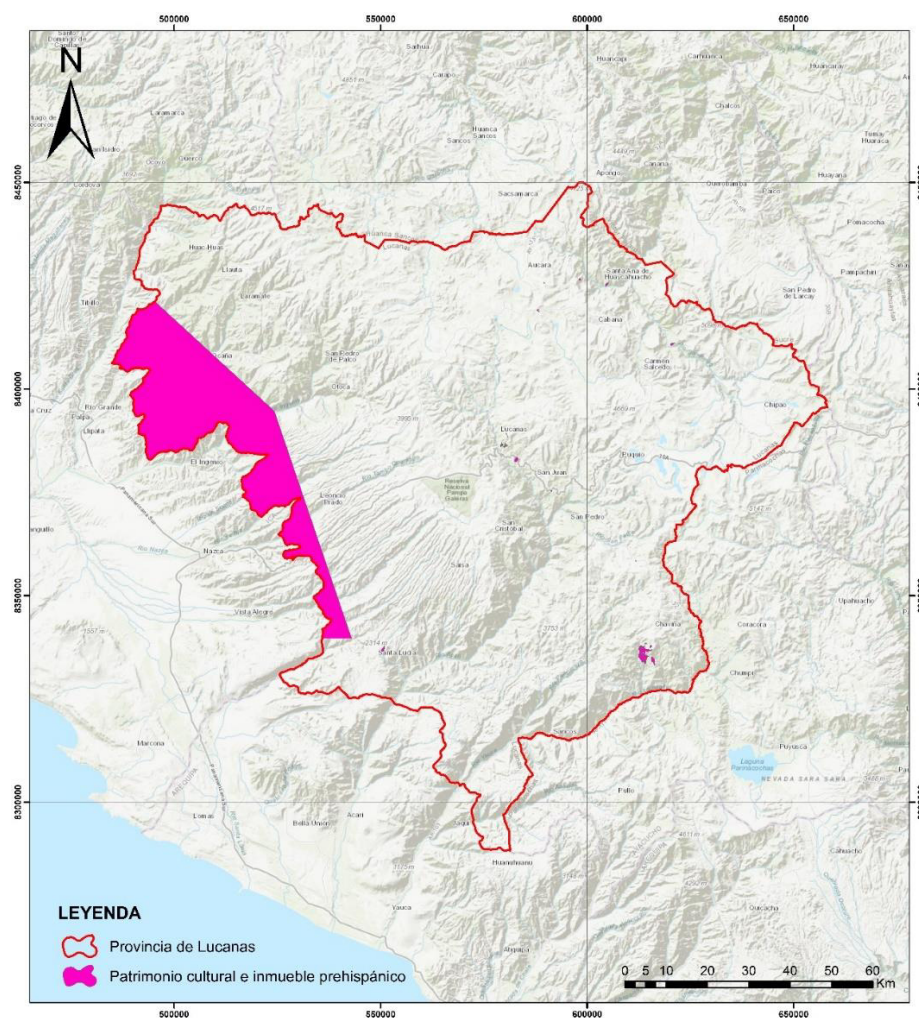


Fuente: Elaboración propia

- Patrimonio cultural inmueble prehispánico.** Según el inciso 6.1 del artículo 6 de la Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación, Ley N° 28296, “Todo bien inmueble integrante del Patrimonio Cultural de la Nación de carácter prehispánico es de propiedad del Estado, así como sus partes integrantes y/o accesorios y sus componentes descubiertos o por descubrir, independientemente de que se encuentre ubicado en predio de propiedad pública o privada. Dicho bien inmueble integrante del Patrimonio Cultural de la Nación tiene la condición de intangible, inalienable e imprescriptible, siendo administrado por el Estado.” (ver figura 20)

Figura 20

Representación cartográfica de patrimonio cultural inmueble prehispánico

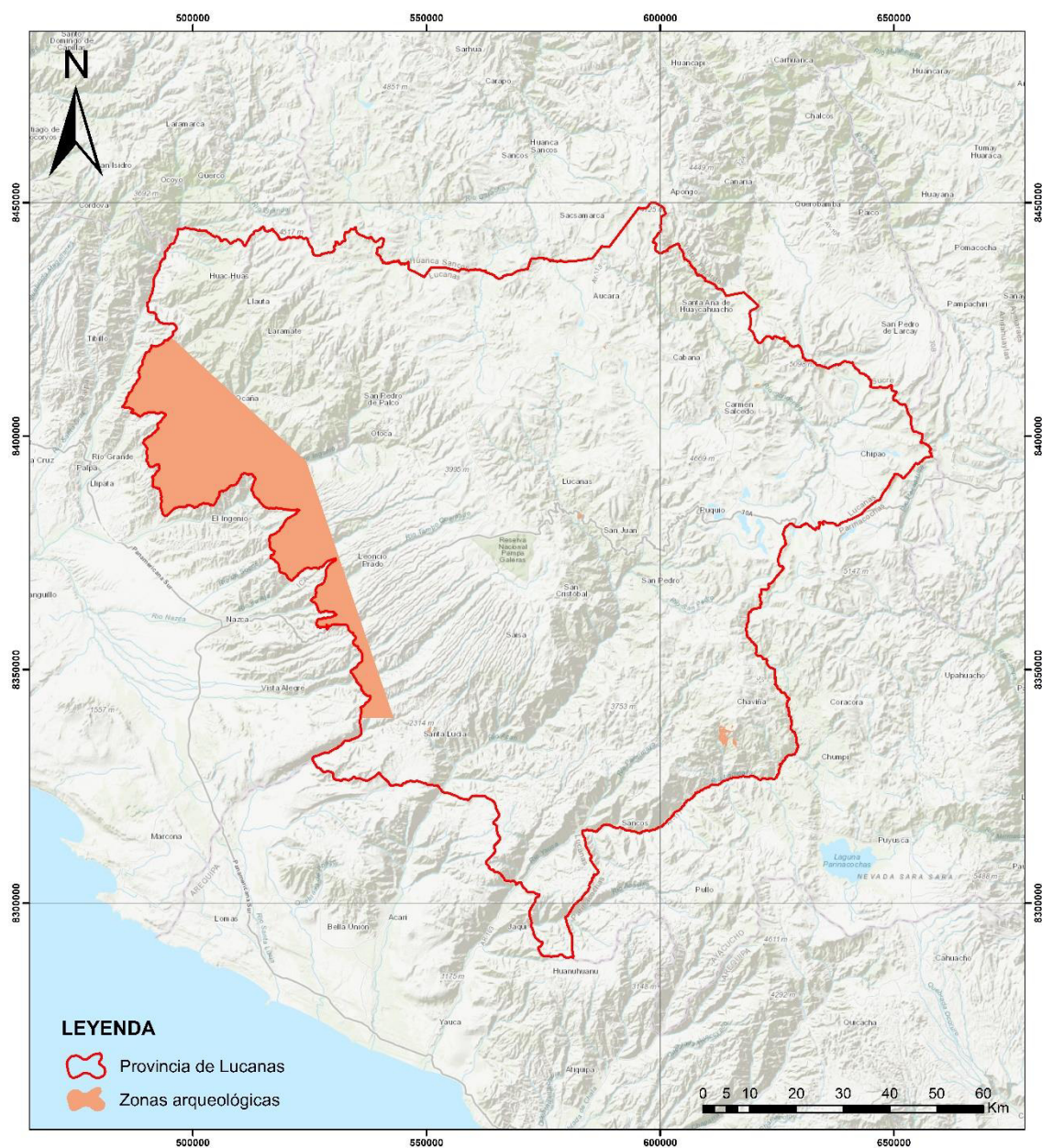


Fuente: Elaboración propia.

- **Zonas arqueológicas.** Considerando el artículo 5 de Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación, Ley N° 28296, “los bienes arqueológicos (...) mantienen la condición de bienes públicos. Son bienes intangibles e imprescriptibles”, son considerados bienes públicos, por lo tanto, son intangibles e inamovibles. Por lo cual ese espacio no podrá ser ocupada por otro objeto o realizarse actividades. (ver figura 21)

Figura 21

Representación cartográfica de zonas arqueológicas



Fuente: Elaboración propia

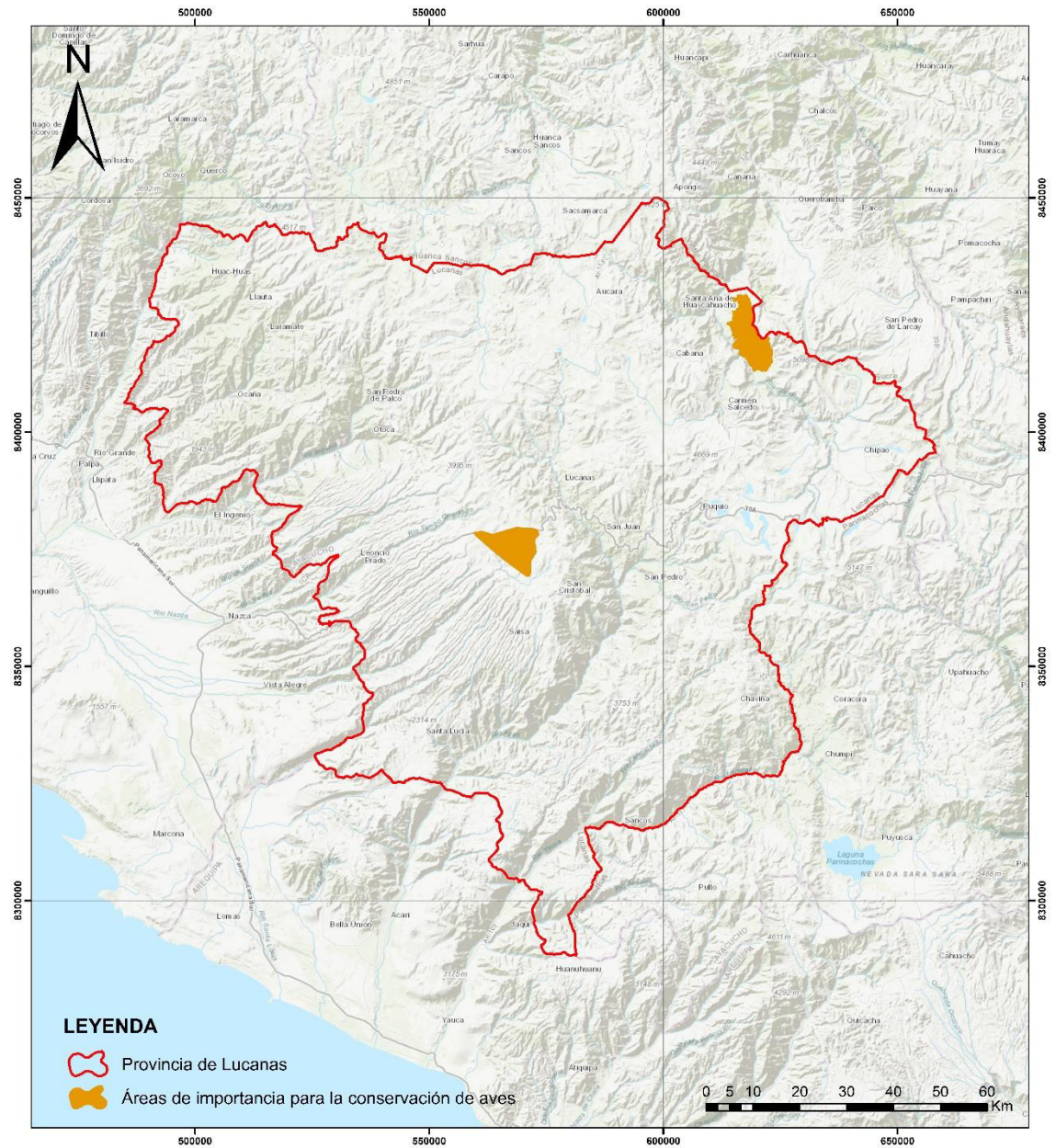
4.1.2. Indicadores de ponderación

- **Áreas de importancia para la conservación de aves.** Las áreas importantes para la conservación de las aves (IBAs) en Perú fueron publicadas a partir del año 2005, desde entonces, estas se fueron actualizando. Se precisa que estas IBAs son identificadas mediante criterios acordados por investigadores y expertos si bien no es una figura de protección oficial estas son consideradas debido a su importancia en el avistamiento

de especies amenazadas. En el área de análisis de Lucanas se tienen identificados dos (02) áreas con prioridad para la conservación de aves: Río Moyobamba y Pampa Galeras Barbara D’Achille. (ver figura 22)

Figura 22

Representación cartográfica de áreas de importancia para la conservación de aves

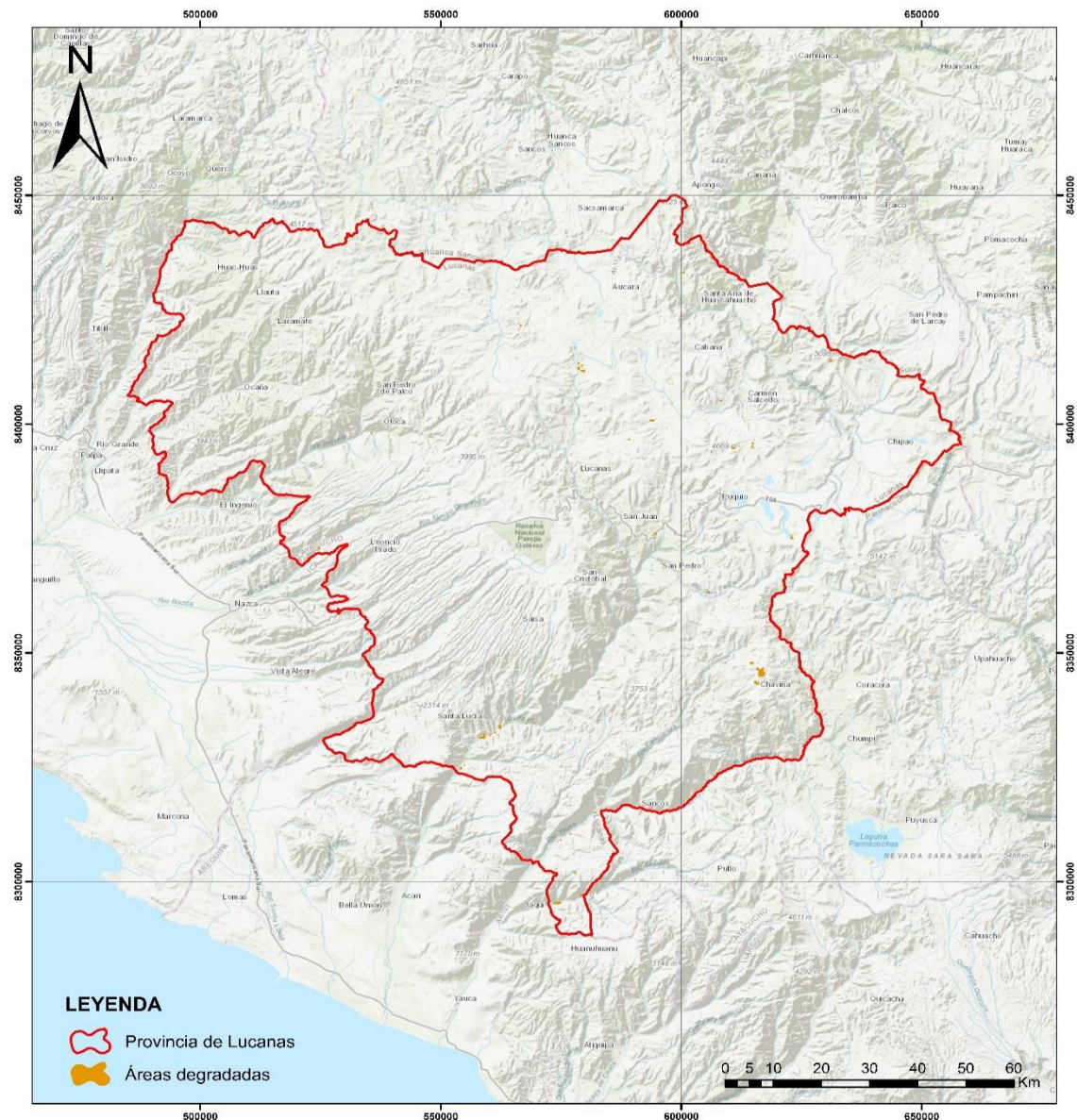


Fuente: Elaboración propia

- **Áreas degradadas.** Las hectáreas que han sido identificadas, categorizadas y caracterizadas con una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o brindar servicios se consideran degradadas según el Sistema nacional de Información Ambiental (SINIA) del Ministerio del Ambiente. Los pasivos ambientales, la disminución de la productividad de la tierra, los cambios en la cobertura vegetal y la fragmentación de los bosques fueron los datos utilizados para identificar estas áreas. (ver figura 23)

Figura 23

Representación cartográfica de áreas degradadas



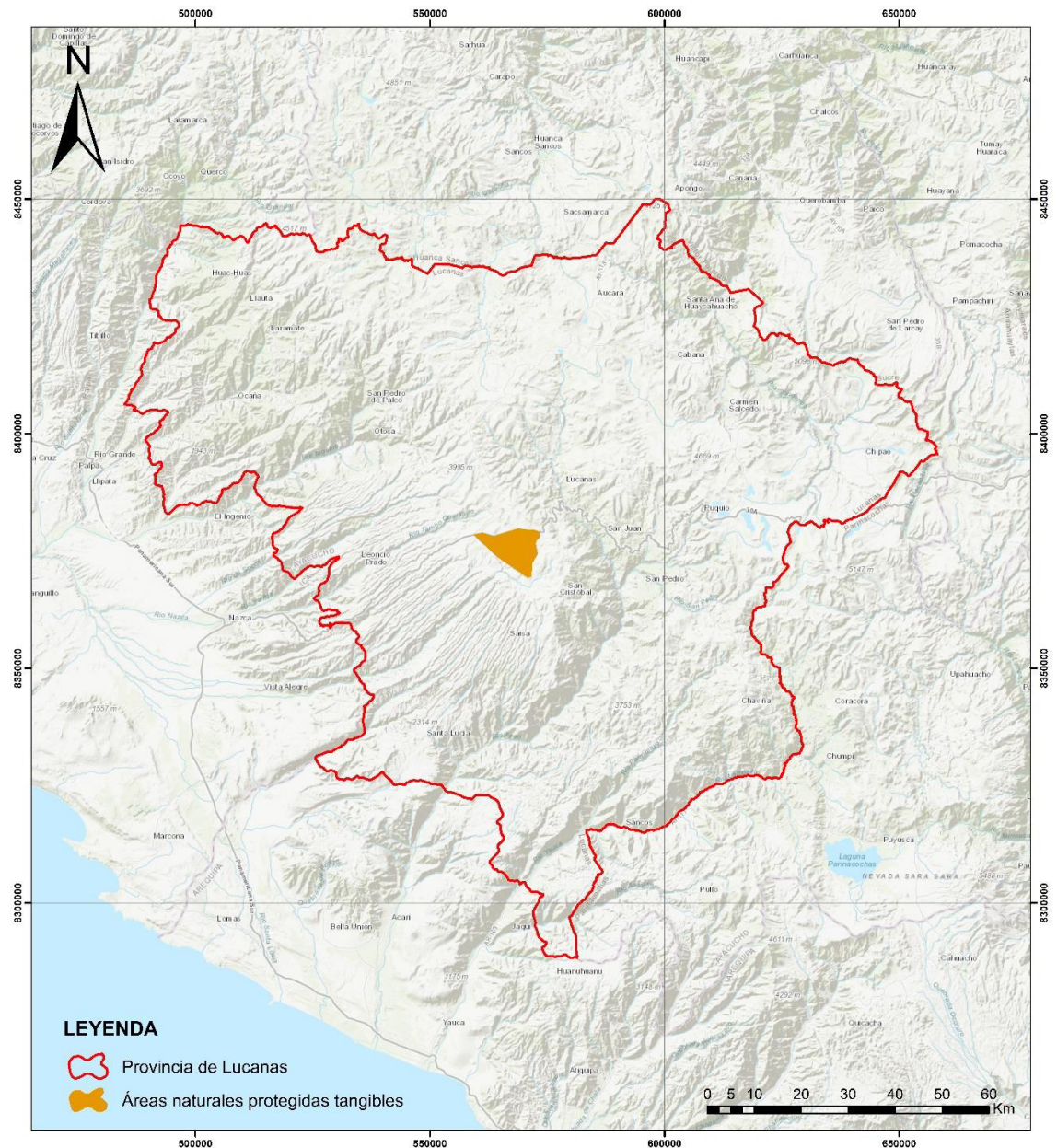
Fuente: Elaboración propia

- **Áreas naturales protegidas tangibles.** Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son áreas reconocidas, establecidas y protegidas legalmente por el estado debido a su importancia para la conservación de la biodiversidad y su contribución al desarrollo sostenible del país. Aunque algunas ANP tienen la condición de intangibles, otras no lo especifican, como las reservas nacionales, los bosques de protección, los cotos de caza, los refugios de vida silvestre, las reservas comunales y las reservas paisajísticas.

La reserva nacional Pampa Galeras se encuentra en el área de trabajo. Bárbara D'Achille. (ver figura 24)

Figura 24

Representación cartográfica de áreas naturales protegidas tangibles



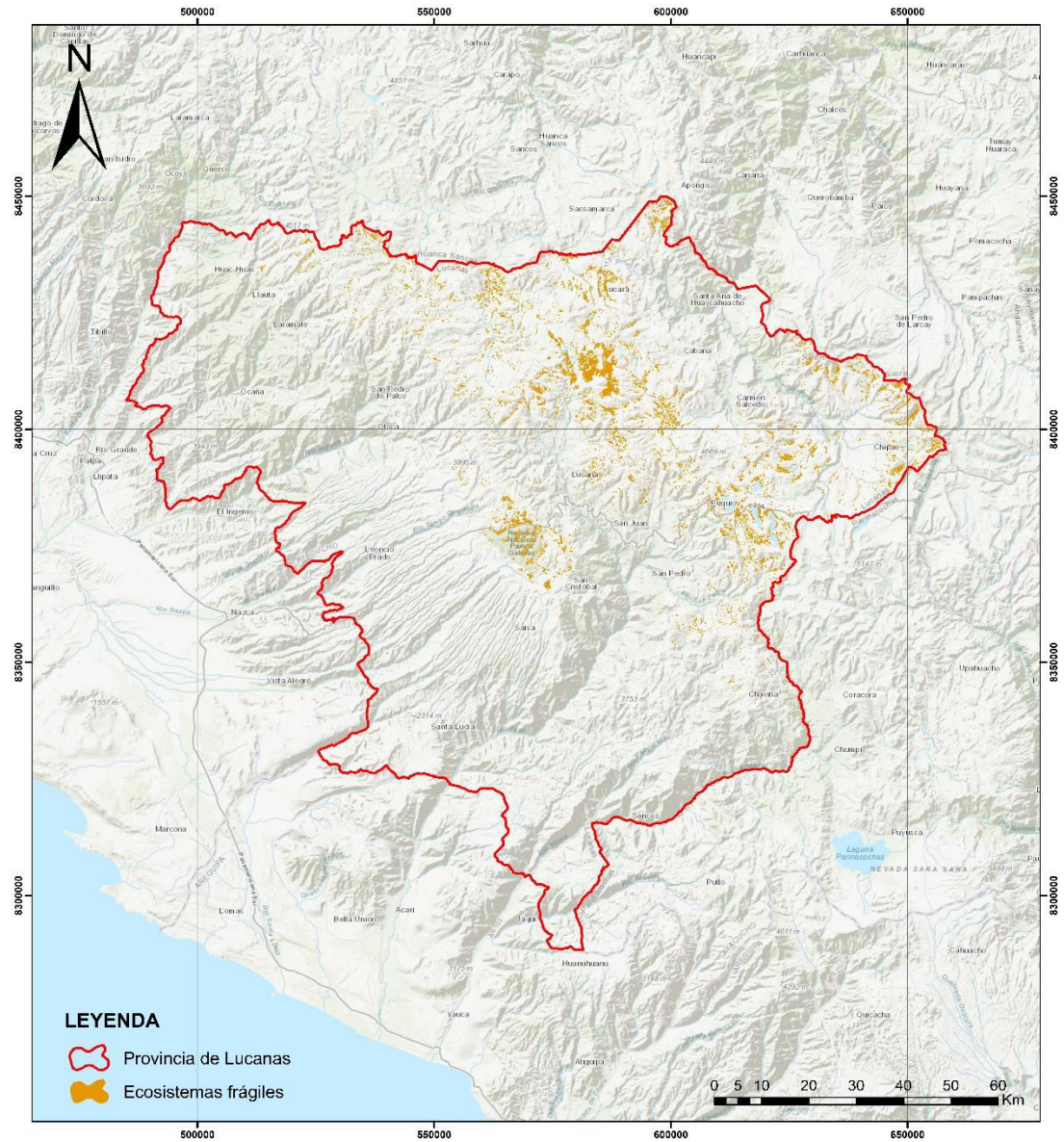
Fuente: Elaboración propia

- **Ecosistemas Frágiles.** Los ecosistemas frágiles en la Ley General del ambiente y su modificatoria, no tienen un enfoque de protección cerrada, sino por el contrario, tienen que ser gestionados adecuadamente con una visión amplia. En ellas se debe fomentar la inversión pública y privada para su conservación y aprovechamiento sostenible

(Ley General del Ambiente, art. 97). En el área de trabajo se encuentra identificado el ecosistema bofedal.

Figura 25

Representación cartográfica de ecosistemas frágiles



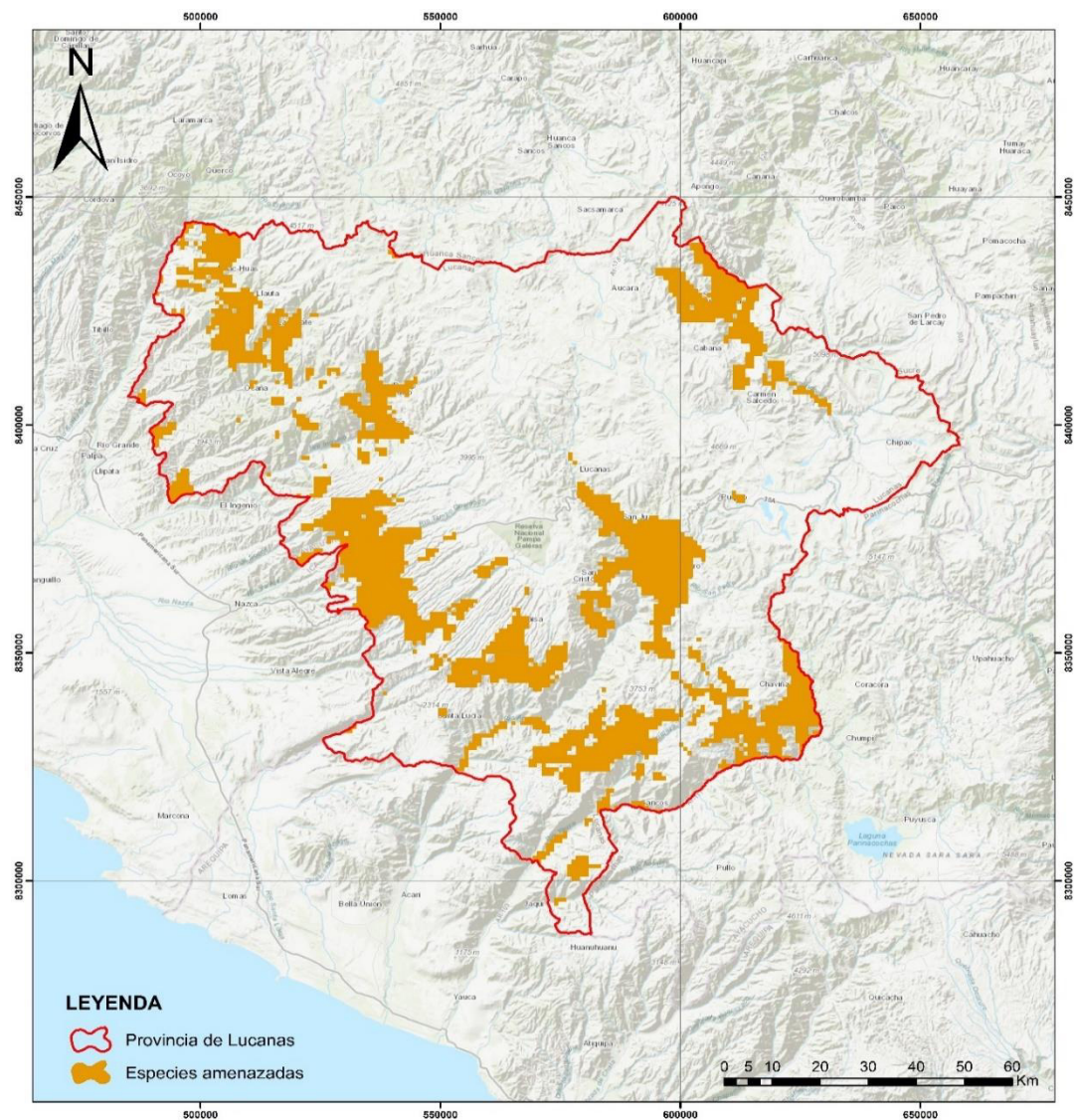
Fuente: Elaboración propia

- **Especies amenazadas y endémicas.** Desde el 21 de enero de 1975, el Perú ratificó la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) por medio del Decreto Ley N° 21080, lo que significa que su

cumplimiento es obligatorio en nuestro país. Según la CITES, su contenido es vinculante. Este indicador representa las especies de flora y fauna endémicas que el MINAM ha registrado espacialmente y cuya distribución natural está limitada a una región específica. Considerando esto, se encuentran siete especies CITES amenazadas y endémicas que se encuentran en la provincia de Lucanas. De estas especies, cinco son plantas (Sancayo, Cactus San Pedro, Ayrampo, Asiento de la suegra y Huarango), una es ave (halcón peregrino) y una es mamífero (Taruca).

Figura 26

Representación cartográfica de especies amenazadas y endémicas

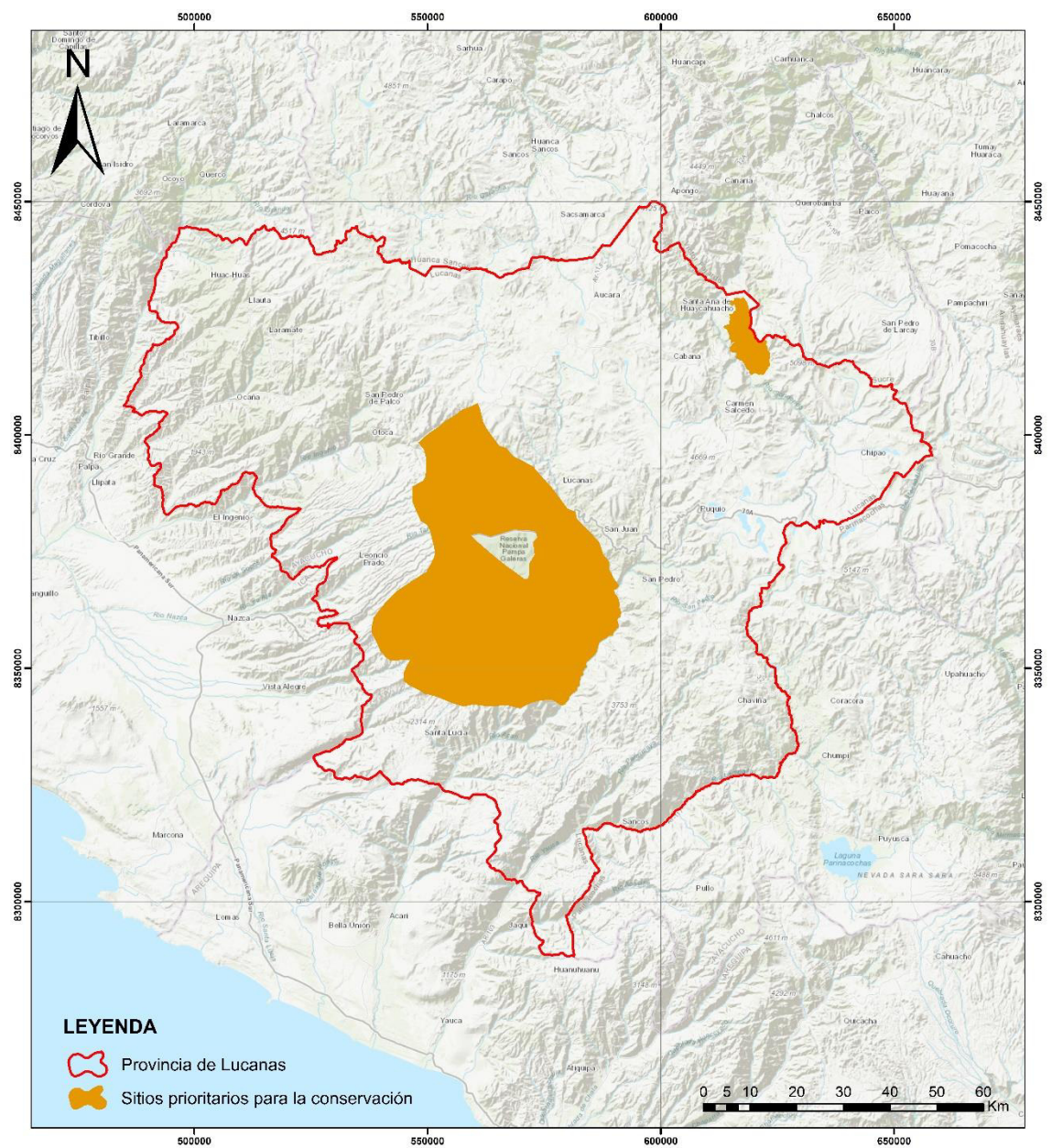


Fuente: Elaboración propia

- **Sitios Prioritarios para la conservación.** Específicamente en el área de análisis de la provincia de Lucanas, encontramos dos (02) zonas prioritarias para la conservación (Río Moyobamba, Alrededores de la Reserva Nacional Pampa Galeras). (ver figura 27)

Figura 27

Representación cartográfica de sitios prioritarios para la conservación

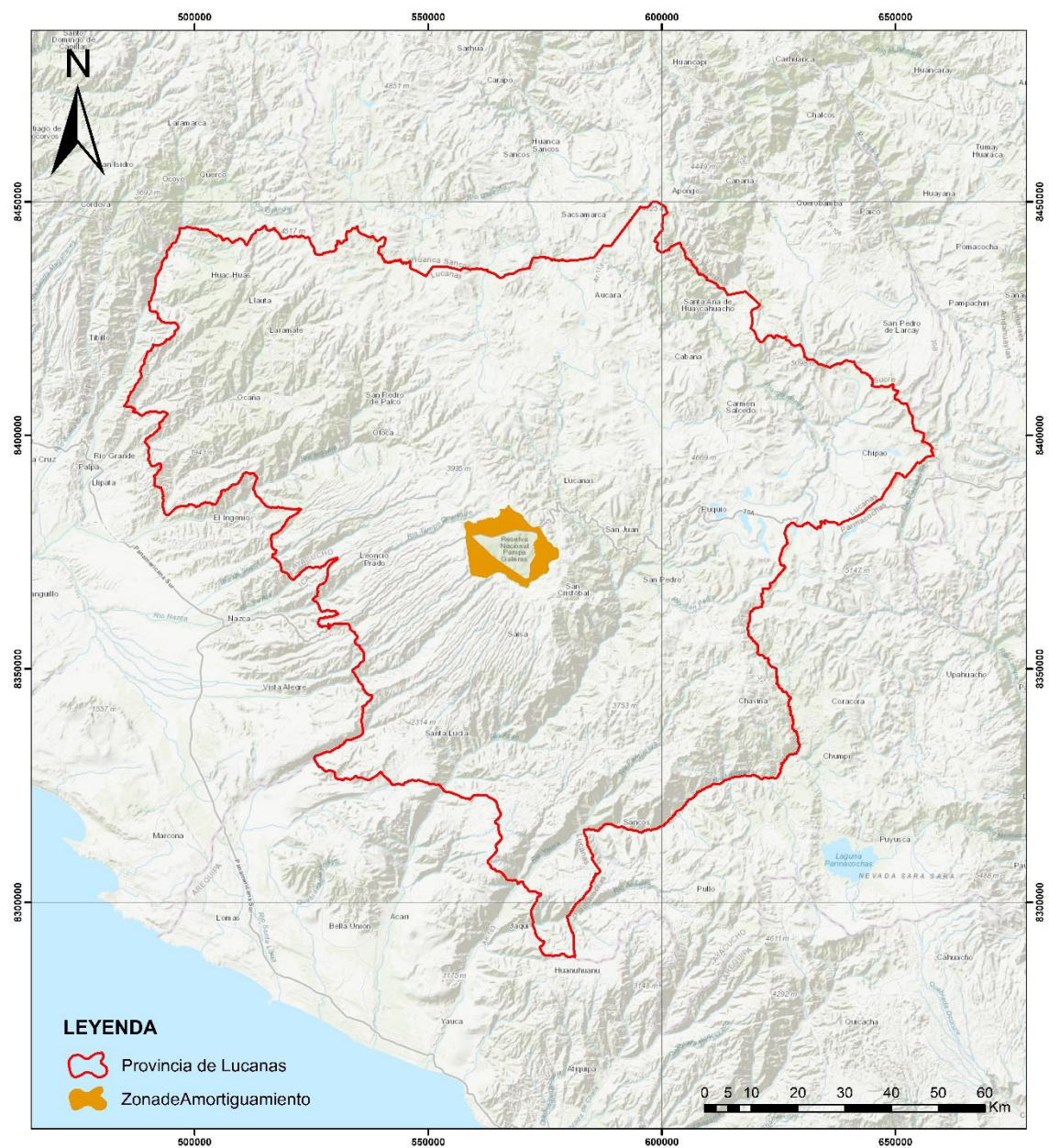


Fuente: Elaboración propia

- Zonas de amortiguamiento:** Son zonas cercanas que recubren a las Áreas Naturales Protegidas (ANP), que requieren un tratamiento especial para asegurar su conservación debido a su naturaleza y ubicación. Encontramos una zona de amortiguamiento (01) al borde de la ANP, la reserva nacional Pampa Galeras Barbara D'Achille, en el área de análisis.

Figura 28

Representación cartográfica de zonas de amortiguamiento

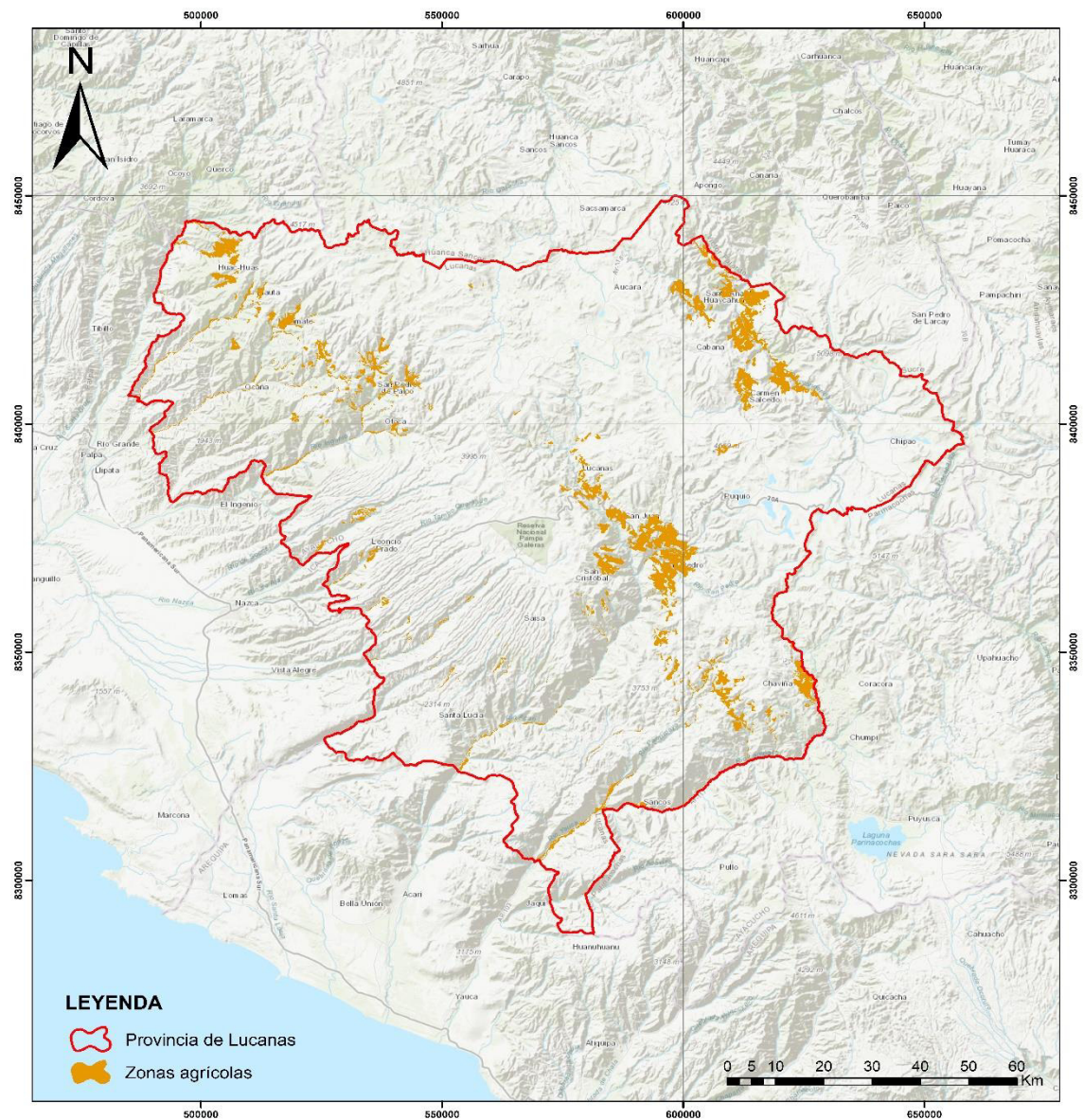


Fuente: Elaboración propia

- **Zonas agrícolas.** El Atlas de la Superficie Agrícola del Perú ha sido creado por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), el cual representa la distribución espacial de las tierras de uso agrícola en el país. Según este documento, la superficie o zonas agrícolas son el conjunto de tierras dedicadas a la producción agrícola, incluidas las que poseen cultivos permanentes y transitorios, así como tierras en barbacoa y descanso.

Figura 29

Representación cartográfica de zonas agrícolas



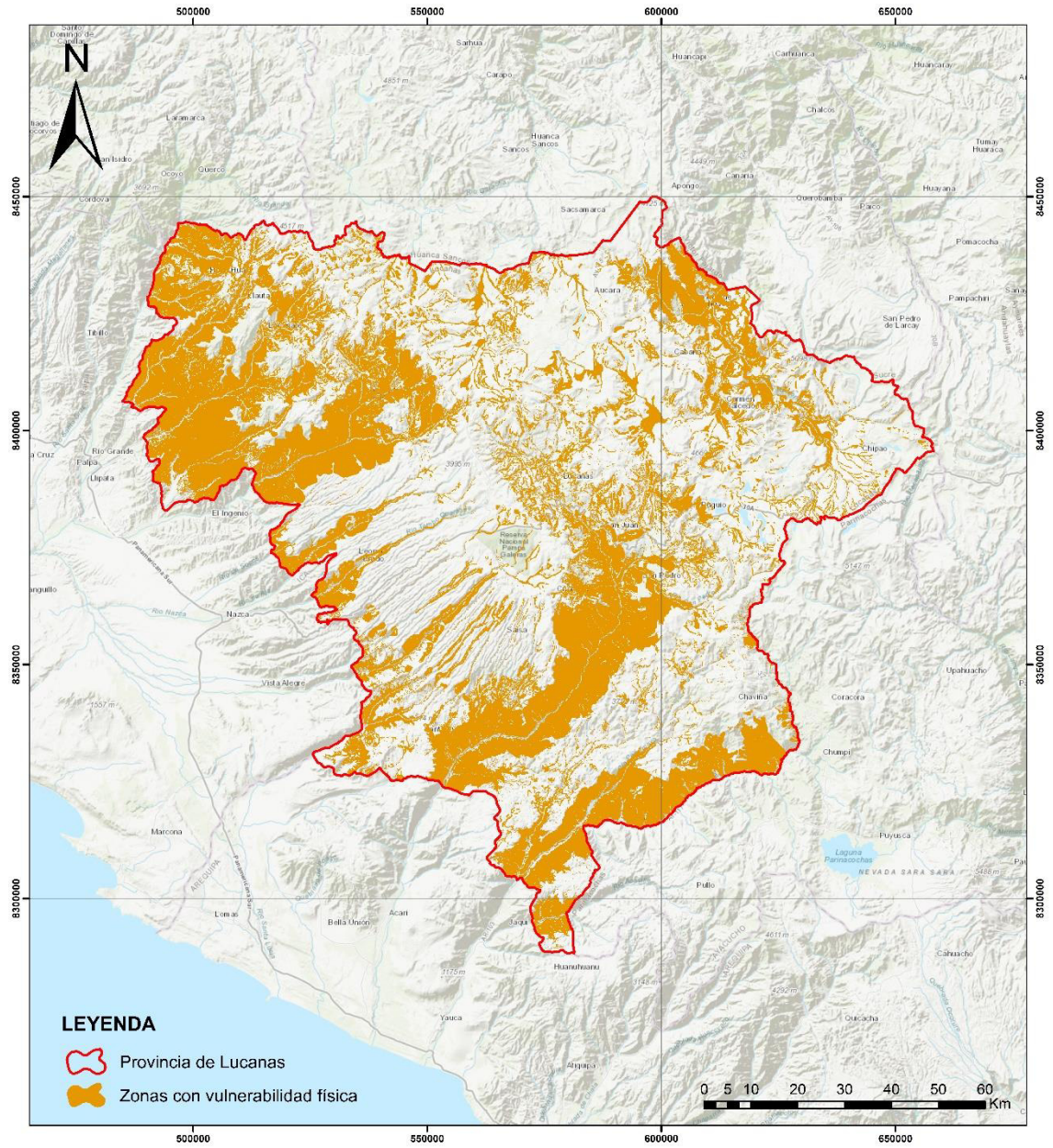
Fuente: Elaboración propia

- **Zonas con vulnerabilidad física.** Se han considerado las áreas expuestas a inundaciones, las áreas con alta y muy alta susceptibilidad a inundaciones y los movimientos de masa relacionados con los eventos del Niño para representar este indicador de sensibilidad en el área de análisis. Incluye también áreas que están en alto peligro de inundaciones durante el fenómeno de El Niño y áreas que experimentan un exceso de lluvia durante el fenómeno de El Niño.

La ubicación de proyectos solares en estas áreas puede aumentar la probabilidad de sufrir efectos físicos como inundaciones y movimientos en masa. Estos fenómenos se producen naturalmente por procesos geológicos, químicos y mecánicos o por acción humana. Las inundaciones ocurren cuando las lluvias superan la capacidad de campo del suelo y no pueden ser absorbidas por el río, lo que provoca desbordes en los terrenos cercanos. (ver figura 30)

Figura 30

Representación cartográfica de zonas con vulnerabilidad física

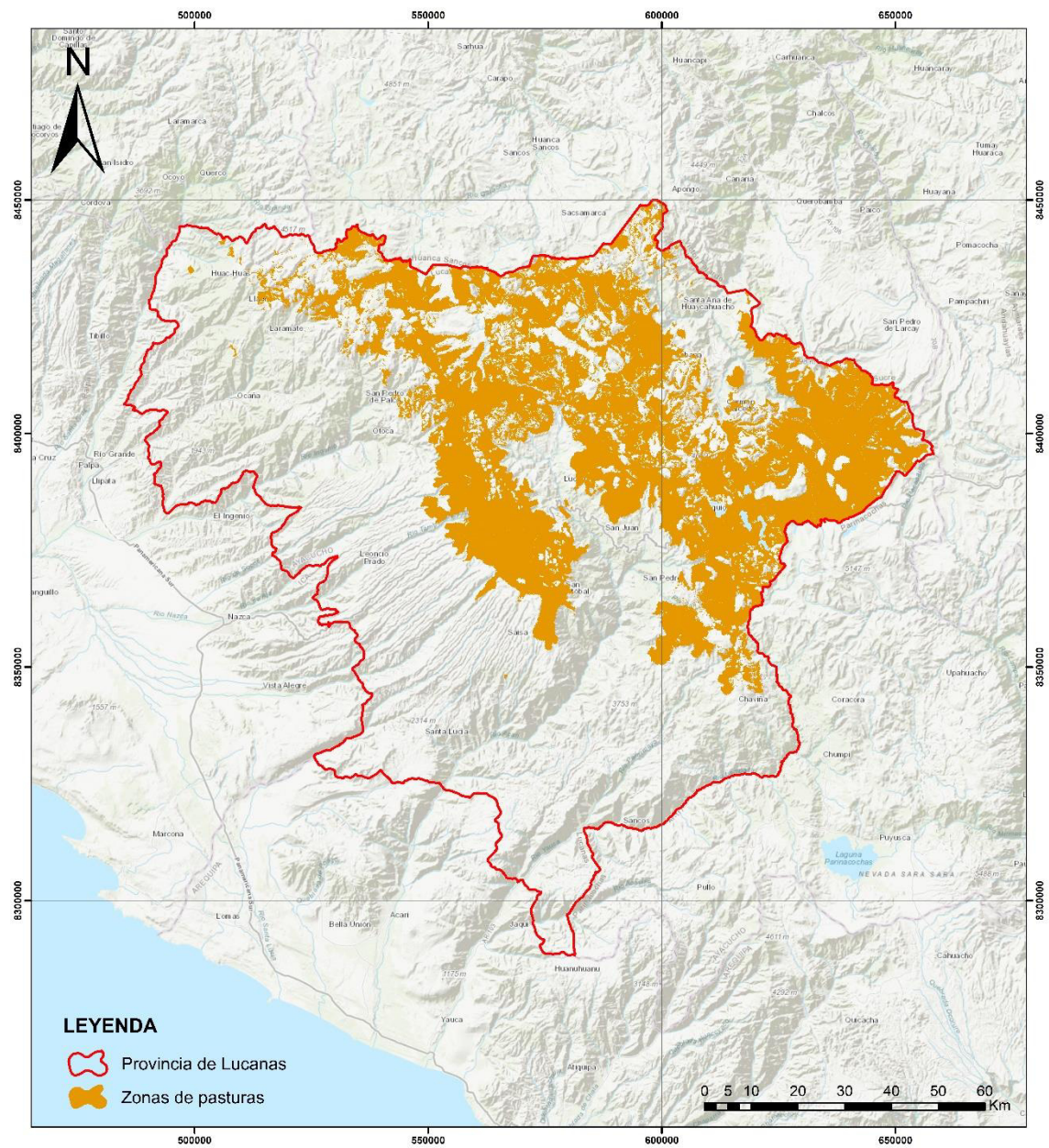


Fuente: Elaboración propia

- **Zonas de pasturas.** Para la representación de las zonas de pasturas en el área de análisis, se consideraron los pastizales/herbazales que permanecen como tales de acuerdo con el mapa del cambio de uso de la tierra del año 2018-2020 del programa Geobosques del MINAM.

Figura 31

Representación cartográfica de zonas de pasturas

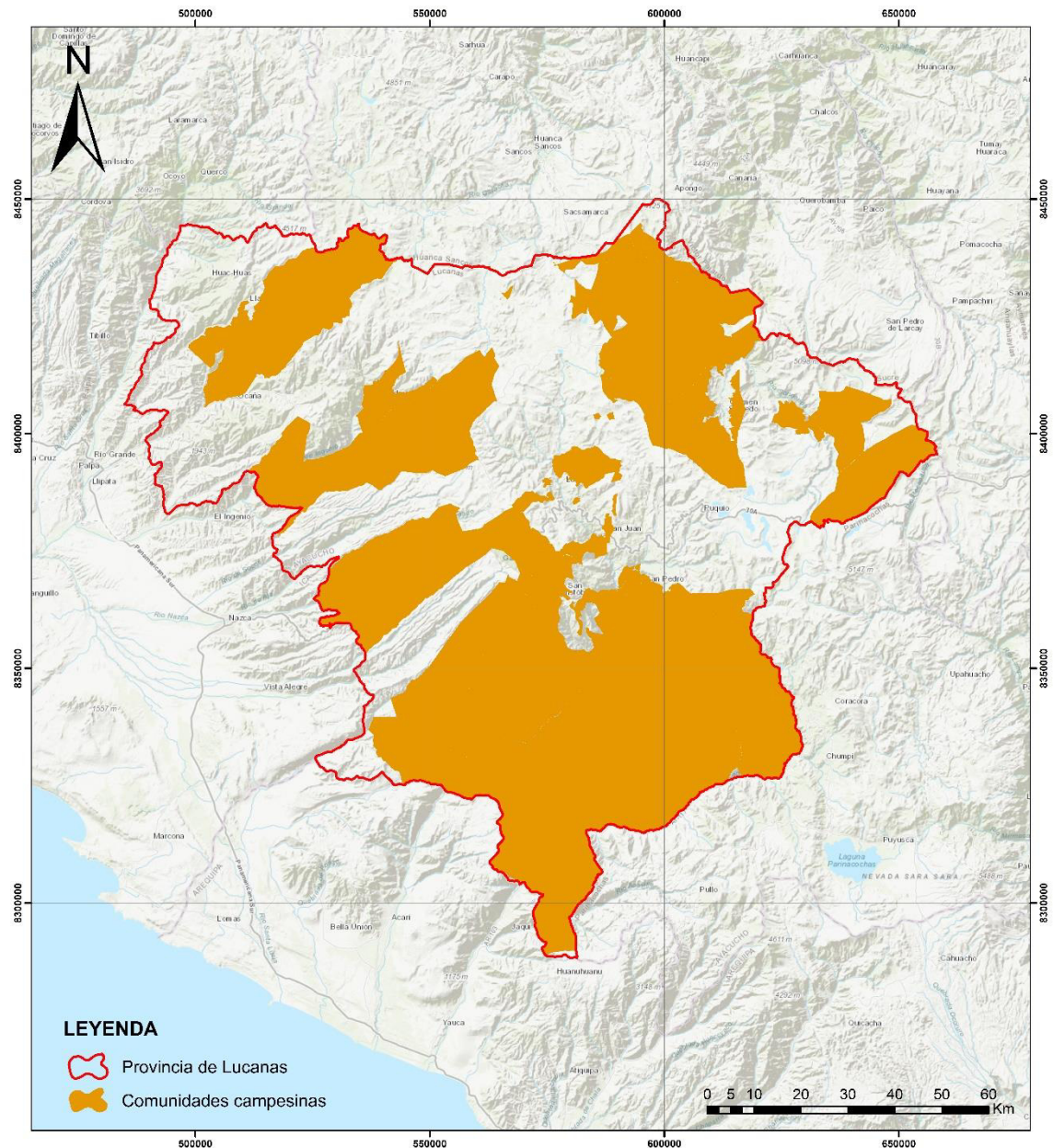


Fuente: Elaboración propia

- **Comunidades campesinas.** Este indicador muestra los territorios donde se encuentran las comunidades campesinas de la provincia de Lucanas, que según la Ley N°24656, son organizaciones de interés público con existencia legal y personería jurídica, integradas por familias que habitan y controlan ciertos territorios, conectadas por vínculos ancestrales, sociales, económicos y culturales expresados en la propiedad comunal de la tierra, ayuda mutua, el gobierno democrático y el desarrollo de actividades. (ver figura 32)

Figura 32

Representación cartográfica de comunidades campesinas



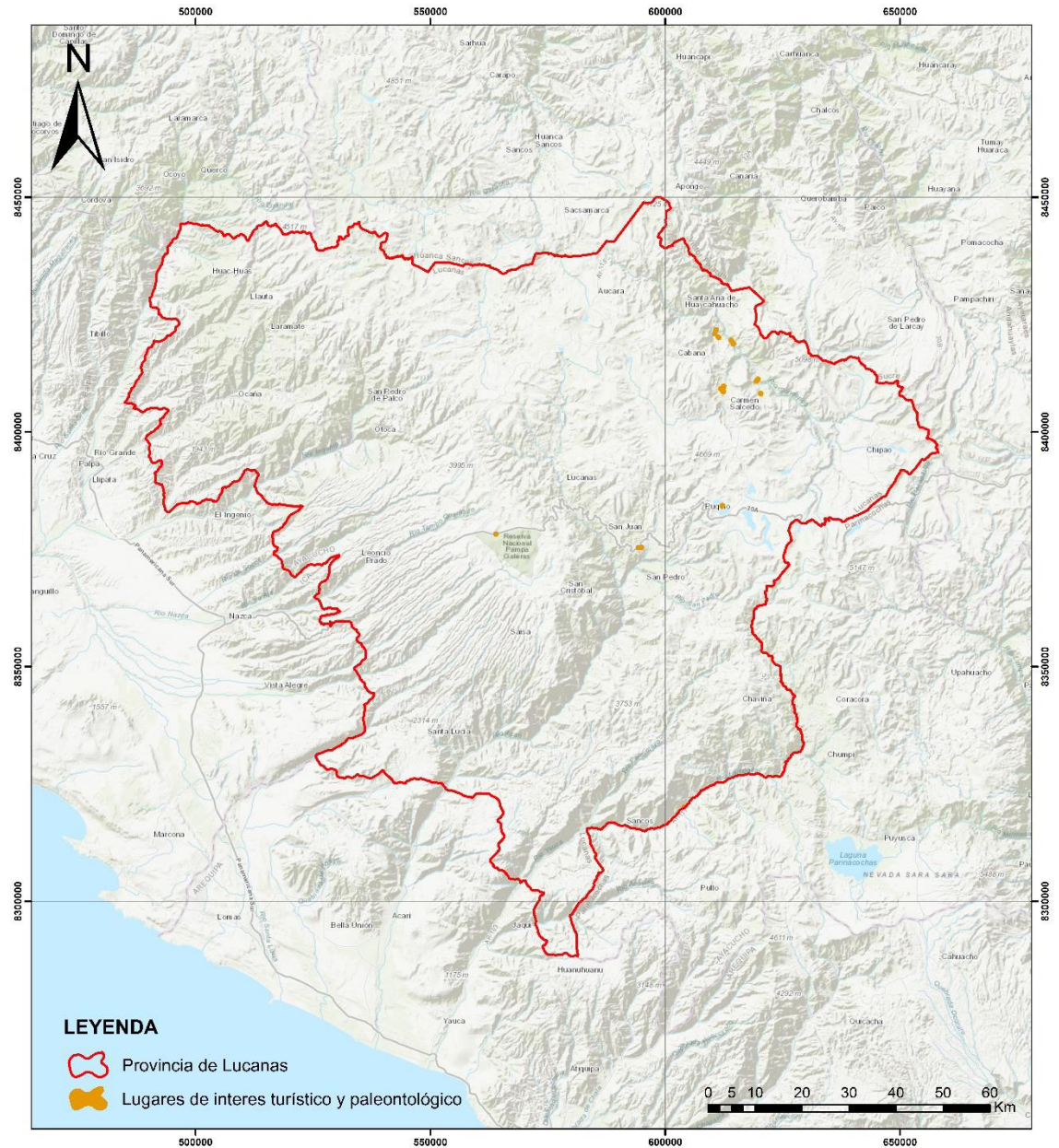
Fuente: Elaboración propia

- **Lugares de interés paleontológicos y turísticos.** Según la Ley General de Turismo N° 29408, se entiende por recurso turístico “A las expresiones de la naturaleza, la riqueza arqueológica, expresiones históricas materiales e inmateriales de gran tradición y valor que constituyen la base del producto turístico”. Este indicador consideró un buffer de 600 m a la información espacial representada como un punto

(geolocalizado), considerando la medida del espacio identificado con el programa libre Google earth.

Figura 33

Representación cartográfica de lugares de interés paleontológico y turístico



Fuente: Elaboración propia

4.2. Resolución del proceso de análisis jerárquico – Matriz de Saaty.

La matriz de Saaty es útil cuando tenemos que evaluar varios datos, para poder asignar un peso a los indicadores y compararlos entre ellos, determinando el grado de importancia.

Los datos que se utilizan en esta primera parte son los indicadores de ponderación, se le deben asignar un grado de importancia entre ellos, esta asignación de importancia se debe realizar bajo criterio del especialista, considerando que cada persona cuenta con un criterio diferente y debe de realizarse previamente a la evaluación en una matriz de comparación.

Tabla 14

Asignación de importancia en indicadores de ponderación

INDICADOR	ASIGNACION DE IMPORTANCIA					Importancia de comparación
	Muy Alta	Alta	Importante	Baja	Muy Baja	
1. Áreas de importancia para la conservación de aves		2	3			3
2. Áreas degradadas		1	1	3		4
3. Áreas naturales protegidas tangibles	1	3	1			2
4. Ecosistemas frágiles	1	3	1			2
5. Especies amenazadas y endémicas	3	2				1
6. Sitios prioritarios para la conservación	1	1	3			3
7. Zonas de amortiguamiento	1	2	2			2
8. Zonas agrícolas			3	2		3
9. Zonas con vulnerabilidad física		1	3	1		3
10. Zonas de pasturas			2	3		4
11. Comunidades campesinas			2	3		4
12. Lugares de interés turísticos y paleontológicos		2	3			3

Fuente: Elaboración propia

Luego de contar con la importancia entre los indicadores de ponderación se deberán comparar con un valor numérico, realizando la pregunta “¿el indicador de la columna izquierda es más importante que el indicador de encabezado?”.

Tabla 15*Escala de grado de importancia*

Planteamiento verbal de la importancia	Valor numérico
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Fuente: Elaboración propia

Al tener identificado la importancia de cada indicador de ponderación, asignamos un valor dentro de la matriz de comparación, tener en cuenta que, si el indicador es de importancia menor, el número será la fracción de la tabla anterior. Los datos llegan a cruzarse de forma horizontal y vertical para que puedan tener relación. (Ver figura 34)

Figura 34

Matriz de comparación

MATRIZ DE COMPARACIÓN SOLAR		MEDIO BIOLÓGICO							MEDIO FÍSICO			MEDIO SOCIAL	
		Áreas de importancia para la conservación	Áreas degradadas	Áreas naturales protegidas tangibles	Ecosistemas frágiles	Especies amenazadas y endémicas	Sitios prioritarios para la conservación	Zonas de amortiguamiento	Zonas agrícolas	Zonas con vulnerabilidad física	Zonas de pasturas	Comunidades campesinas	Lugares de interés turístico y paleontológico
MEDIO BIOLÓGICO	Áreas de importancia para la conservación de	1	3	1/3	1/3	1/6	1/2	1/2	3	2	4	4	1
	Áreas degradadas	1/3	1	1/5	1/5	1/7	1/3	1/6	1/3	1/3	2	2	1/4
	Áreas naturales protegidas tangibles	3	5	1	1	1/4	3	2	4	4	6	6	4
	Ecosistemas frágiles	3	5	1	1	1/4	3	3	4	4	6	6	3
	Especies amenazadas y endémicas	6	7	4	4	1	5	4	5	5	7	7	5
	Sitios prioritarios para la conservación	2	3	1/3	1/3	1/5	1	1/3	3	2	4	4	2
	Zonas de amortiguamiento	2	6	1/2	1/3	1/4	3	1	4	4	5	5	3
MEDIO FÍSICO	Zonas agrícolas	1/3	3	1/4	1/4	1/5	1/3	1/4	1	1/2	3	3	1/2
	Zonas con vulnerabilidad física	1/2	3	1/4	1/4	1/5	1/2	1/4	2	1	4	4	1/2
	Zonas de pasturas	1/4	1/2	1/6	1/6	1/7	1/4	1/5	1/3	1/4	1	2	1/3
MEDIO SOCIAL	Comunidades campesinas	1/4	1/2	1/6	1/6	1/7	1/4	1/5	1/3	1/4	1/2	1	1/3
	Lugares de interés turístico y paleontológicos	1	4	1/4	1/3	1/5	2	1/3	2	2	3	3	1
Sumatoria		19.67	41.00	8.45	8.37	3.15	19.17	12.23	29.00	25.33	45.50	47.00	20.92

Fuente: Elaboración propia

La matriz de importancia debe ser normalizada para que los resultados de la evaluación de cada indicador sean comparables entre sí, de modo que pueda realizarse la asignación de pesos a cada indicador del modelo. Para eso debe operarse cada valor asignado luego de la comparación, se debe de dividir el valor seleccionado entre el sumatorio total del indicador que encabeza la columna, este proceso se repite para todos los valores. (ver figura 35)

Figura 35

Operación de matriz de comparación a normalizada

MATRIZ DE COMPARACIÓN SOLAR		MEDIO BIOLÓGICO						MEDIO FÍSICO			MEDIO SOCIAL		
		Áreas de importancia para la conservación	Áreas degradadas	Áreas naturales protegidas tangibles	Ecosistemas frágiles	Especies amenazadas y endémicas	Sitios prioritarios para la conservación	Zonas de amortiguamiento	Zonas agrícolas	Zonas con vulnerabilidad física	Zonas de pasturas	Comunidades campesinas	Lugares de interés turístico y paleontológico
MEDIO BIOLÓGICO	Áreas de importancia para la conservación de	1	3	1/3	1/3	1/6	1/2	1/2	3	2	4	4	1
	Áreas degradadas	1/3	1	1/5	1/5	1/7	1/3	1/6	1/3	1/3	2	2	1/4
	Áreas naturales protegidas tangibles	3	5	1	1	1/4	3	2	4	4	6	6	4
	Ecosistemas frágiles	3	5	1	1	1/4	3	3	4	4	6	6	3
	Especies amenazadas y endémicas	6	7	4	4	1	5	4	5	5	7	7	5
	Sitios prioritarios para la conservación	2	3	1/3	1/3	1/5	1	1/3	3	2	4	4	2
	Zonas de amortiguamiento	2	6	1/2	1/3	1/4	3	1	4	4	5	5	3
MEDIO FÍSICO	Zonas agrícolas	1/3	3	1/4	1/4	1/5	1/3	1/4	1	1/2	3	3	1/2
	Zonas con vulnerabilidad física	1/2	3	1/4	1/4	1/5	1/2	1/4	2	1	4	4	1/2
	Zonas de pasturas	1/4	1/2	1/6	1/6	1/7	1/4	1/5	1/3	1/4	1	2	1/3
MEDIO SOCIAL	Comunidades campesinas	1/4	1/2	1/6	1/6	1/7	1/4	1/5	1/3	1/4	1/2	1	1/3
	Lugares de interés turístico y paleontológicos	1	4	1/4	1/3	1/5	2	1/3	2	2	3	3	1
Sumatoria		19.67	41.00	8.45	8.37	3.15	19.17	12.23	29.00	25.33	45.50	47.00	20.92

Fuente: Elaboración propia

Los datos resultantes de esta división se muestran en la matriz normalizada con valores decimales que, al volverlos a sumar verticalmente, alcanzan el valor de 1 para que puedan guardar una consistencia, se puede visualizar en la figura 36.

Figura 36

Matriz normalizada

MATRIZ NORMALIZADA SOLAR	MEDIO BIOLÓGICO							MEDIO FÍSICO			MEDIO SOCIAL		PONDERACIÓN (PESOS)
	Áreas de importancia para la conservación	Áreas degradadas	Áreas naturales protegidas tangibles	Ecosistemas frágiles	Especies amenazadas y endémicas	Sitios prioritarios para la conservación	Zonas de amortiguamiento	Zonas con vulnerabilidad física	Zonas agrícolas	Zonas de pasturas	Comunidades campesinas	Lugares de interés turístico y paleontológico	
Áreas de importancia para la conservación de aves	0.051	0.073	0.039	0.040	0.053	0.026	0.041	0.103	0.079	0.088	0.085	0.048	0.061
Áreas degradadas	0.017	0.024	0.024	0.024	0.045	0.017	0.014	0.011	0.013	0.044	0.043	0.012	0.024
Áreas naturales protegidas tangibles	0.153	0.122	0.118	0.120	0.079	0.157	0.163	0.138	0.158	0.132	0.128	0.191	0.138
Ecosistemas frágiles	0.153	0.122	0.118	0.120	0.079	0.157	0.245	0.138	0.158	0.132	0.128	0.143	0.141
Especies amenazadas y endémicas	0.305	0.171	0.473	0.478	0.318	0.261	0.327	0.172	0.197	0.154	0.149	0.239	0.270
Sitios prioritarios para la conservación	0.102	0.073	0.039	0.040	0.064	0.052	0.027	0.103	0.079	0.088	0.085	0.096	0.071
Zonas de amortiguamiento	0.102	0.146	0.059	0.040	0.079	0.157	0.082	0.138	0.158	0.110	0.106	0.143	0.110
Zonas con vulnerabilidad física	0.017	0.073	0.030	0.030	0.064	0.017	0.020	0.034	0.020	0.066	0.064	0.024	0.038
Zonas agrícolas	0.025	0.073	0.030	0.030	0.064	0.026	0.020	0.069	0.039	0.088	0.085	0.024	0.048
Zonas de pasturas	0.013	0.012	0.020	0.020	0.045	0.013	0.016	0.011	0.010	0.022	0.043	0.016	0.020
Comunidades campesinas	0.013	0.012	0.020	0.020	0.045	0.013	0.016	0.011	0.010	0.011	0.021	0.016	0.017
Lugares de interés turístico y paleontológicos	0.051	0.098	0.030	0.040	0.064	0.104	0.027	0.069	0.079	0.066	0.064	0.048	0.062
Sumatoria	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

La ponderación de pesos se halla con la suma horizontal de los valores de la matriz normalizada y luego dividida entre la cantidad de valores de ponderación, siendo 12 indicadores de ponderación.

Figura 37

Valores de ponderación

MATRIZ NORMALIZADA SOLAR	MEDIO BIOLÓGICO							MEDIO FÍSICO			MEDIO SOCIAL		PONDERACIÓN (PESOS)
	Áreas de importancia para la conservación	Áreas degradadas	Áreas naturales protegidas tangibles	Ecosistemas frágiles	Especies amenazadas y endémicas	Sitios prioritarios para la conservación	Zonas de amortiguamiento	Zonas con vulnerabilidad física	Zonas agrícolas	Zonas de pasturas	Comunidades campesinas	Lugares de interés turístico y paleontológico	
Áreas de importancia para la conservación de aves	0.051	0.073	0.039	0.040	0.053	0.026	0.041	0.103	0.079	0.088	0.085	0.048	0.061
Áreas degradadas	0.017	0.024	0.024	0.024	0.045	0.017	0.014	0.011	0.013	0.044	0.043	0.012	0.024
Áreas naturales protegidas tangibles	0.153	0.122	0.118	0.120	0.079	0.157	0.163	0.138	0.158	0.132	0.128	0.191	0.138
Ecosistemas frágiles	0.153	0.122	0.118	0.120	0.079	0.157	0.245	0.138	0.158	0.132	0.128	0.143	0.141
Especies amenazadas y endémicas	0.305	0.171	0.473	0.478	0.318	0.261	0.327	0.172	0.197	0.154	0.149	0.239	0.270
Sitios prioritarios para la conservación	0.102	0.073	0.039	0.040	0.064	0.052	0.027	0.103	0.079	0.088	0.085	0.096	0.071
Zonas de amortiguamiento	0.102	0.146	0.059	0.040	0.079	0.157	0.082	0.138	0.158	0.110	0.106	0.143	0.110
Zonas con vulnerabilidad física	0.017	0.073	0.030	0.030	0.064	0.017	0.020	0.034	0.020	0.066	0.064	0.024	0.038
Zonas agrícolas	0.025	0.073	0.030	0.030	0.064	0.026	0.020	0.069	0.039	0.088	0.085	0.024	0.048
Zonas de pasturas	0.013	0.012	0.020	0.020	0.045	0.013	0.016	0.011	0.010	0.022	0.043	0.016	0.020
Comunidades campesinas	0.013	0.012	0.020	0.020	0.045	0.013	0.016	0.011	0.010	0.011	0.021	0.016	0.017
Lugares de interés turístico y paleontológicos	0.051	0.098	0.030	0.040	0.064	0.104	0.027	0.069	0.079	0.066	0.064	0.048	0.062
Sumatoria	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El último paso por realizar es la consistencia de la ecuación, los juicios realizados en la matriz deben guardar consistencia entre sí. Se considera que la evaluación es aceptable cuando se obtiene un valor no mayor a 0.10. En caso contrario se debe revisar las valoraciones asignadas a cada indicador. (ver figura 38)

La fórmula del cálculo de la razón de consistencia empleada fue la siguiente:

- Índice de consistencia $C_i = (\text{sumatoria de valor único} - n)/(n-1)$
- Índice aleatorio $R_{ci} = 1,98*(n-2)/n$
- Coeficiente de consistencia $CR = C_i / R_{ci}$
- Siendo n la cantidad total de indicadores a ser analizado

Figura 38

Matriz de consistencia de coeficiente

INDICADOR	Áreas de importancia para la	Áreas degradadas	Áreas naturales protegidas tangibles	Ecossistemas frágiles	Especies amenazadas y endémicas	Sitios prioritarios para la conservación	Zonas de amortiguamiento	Zonas con vulnerabilidad física	Zonas agrícolas	Zonas de pasturas	Comunidades campesinas	Lugares de interés turísticos y	λmax (SUMA)
VALOR ÚNICO	0.783	0.300	1.896	1.945	3.713	0.931	1.487	0.473	0.594	0.252	0.225	0.817	13.415
COEFICIENTE DE CONSISTENCIA (CR) SOLAR													
C _i	0.1286												
R _{ci}	1.6500												
CR	0.0780												
	CONSISTENTE												

Fuente: Elaboración propia

Resultando datos que serán multiplicados a las capas ráster para determinar la priorización de capas y determinar la sensibilidad ambiental. Estos pesos serán multiplicados por cada capa ráster de información; para corroborar la asignación de valores podemos verificar la sumatoria de cada indicador debe resultar el valor de 1.

Figura 39

Priorización de pesos de ponderación solar

INDICADOR	PONDERACIÓN SOLAR
Especies amenazadas y endémicas	0.270
Ecosistemas frágiles	0.141
Áreas naturales protegidas tangibles	0.138
Zonas de amortiguamiento	0.110
Sitios prioritarios para la conservación	0.071
Lugares de interés turísticos y paleontológicos	0.062
Áreas de importancia para la conservación de aves	0.061
Zonas agrícolas	0.048
Zonas con vulnerabilidad física	0.038
Áreas degradadas	0.024
Zonas de pasturas	0.020
Comunidades campesinas	0.017
	1.000

Fuente: elaboración propia

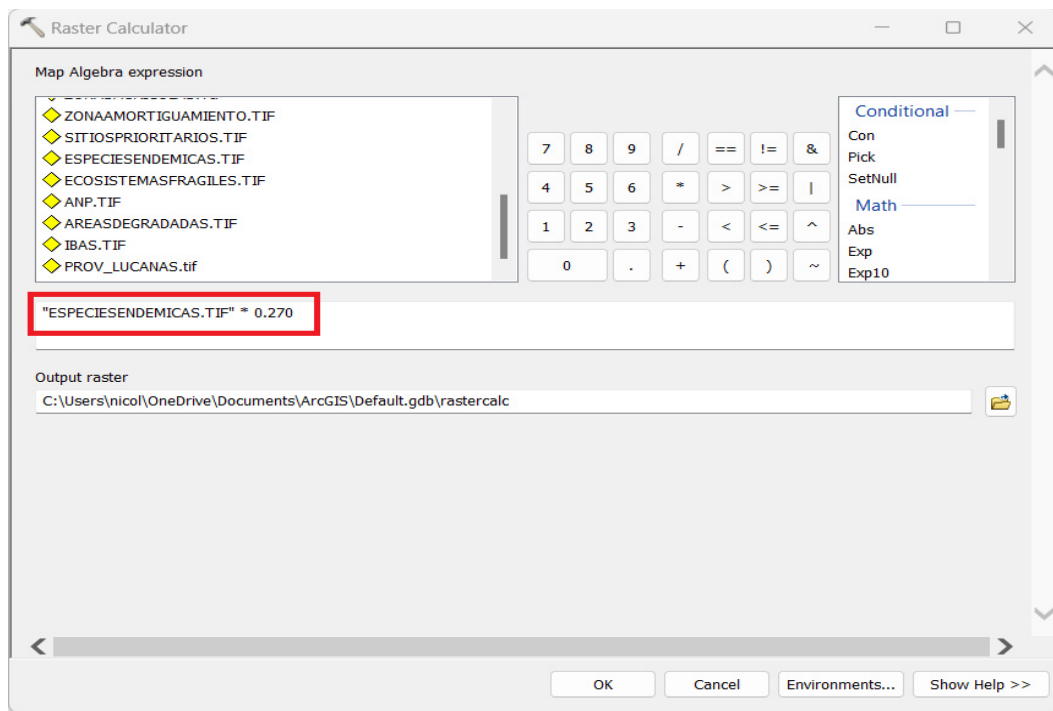
4.3. Multiplicación de indicadores con los resultados de la matriz.

En este paso se utilizará los datos de la priorización de pesos de ponderación solar que se aprecia en la figura 36, se multiplican a cada valor de ponderación con una herramienta del programa ArcGIS para manipular los valores del formato ráster.

Podemos visualizar como ejemplo en la figura 40, como se multiplica el ráster del indicador de ponderación con su valor resultante de la matriz de Saaty.

Figura 40

Multiplicación de valores de ponderación solar y ráster de indicadores de ponderación



Fuente: Elaboración propia

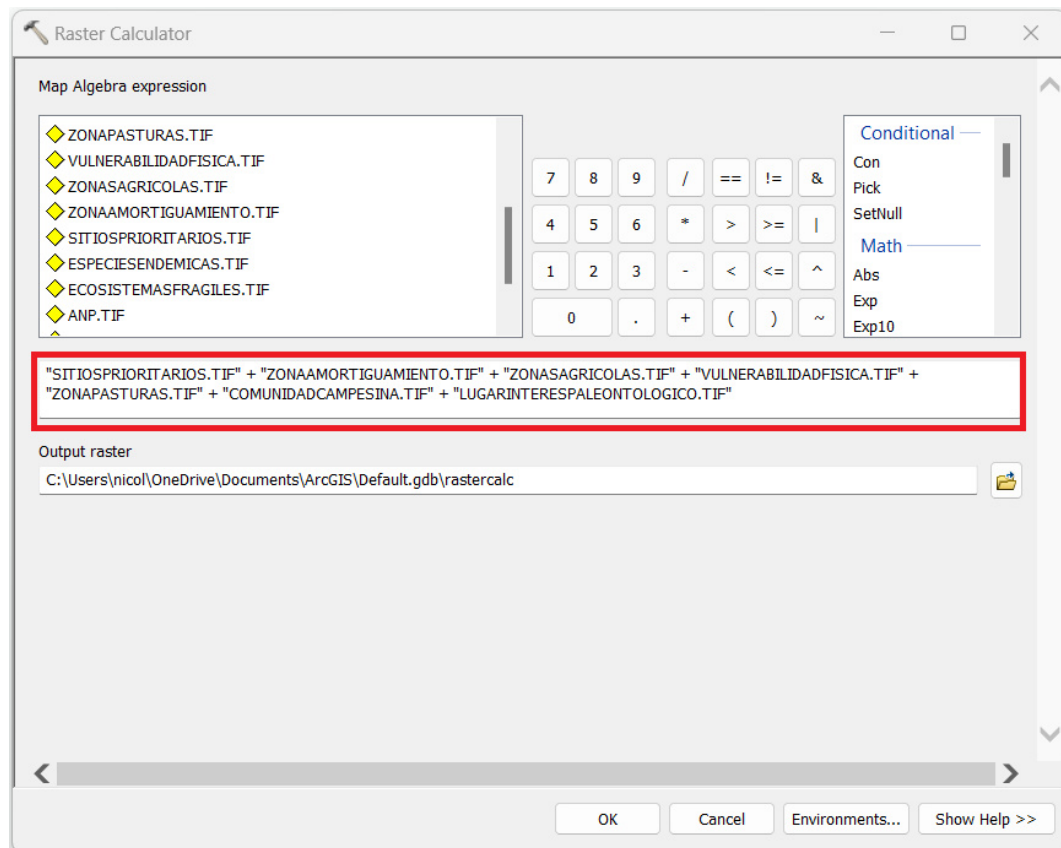
4.4. Determinación del indicador de importancia peso.

Para hallar la sensibilidad ambiental del área estudiada se procede con un paso importante, el cual es obtener la sumatoria de todas las capas multiplicadas con el valor de ponderación de la matriz de Saaty; llamando a este dato indicador de importancia peso. (ver figura 38)

Son doce (12) indicadores del área que ingresan a la suma, resultando en una capa global.

Figura 41

Procedimiento de sumatoria de las 12 capas de indicador de ponderación

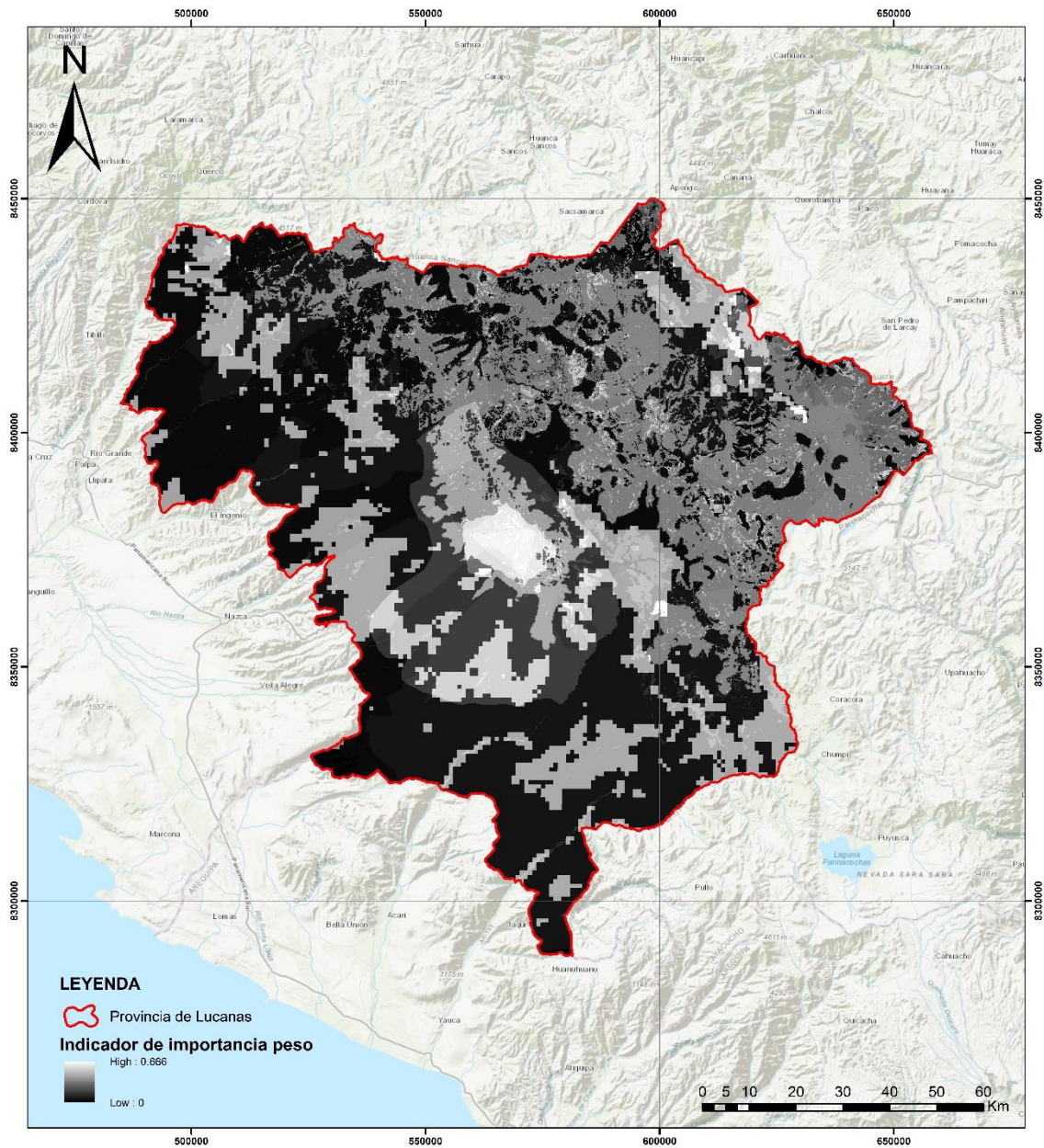


Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la suma de todas las capas con la herramienta ráster calculator del ArcGis, se genera el resultado del indicador de importancia peso en una sola capa, se puede visualizar los datos en la figura 42.

Figura 42

Resultado de sumatoria de 12 capas de ponderación – Indicador de importancia peso



Fuente: Elaboración propia.

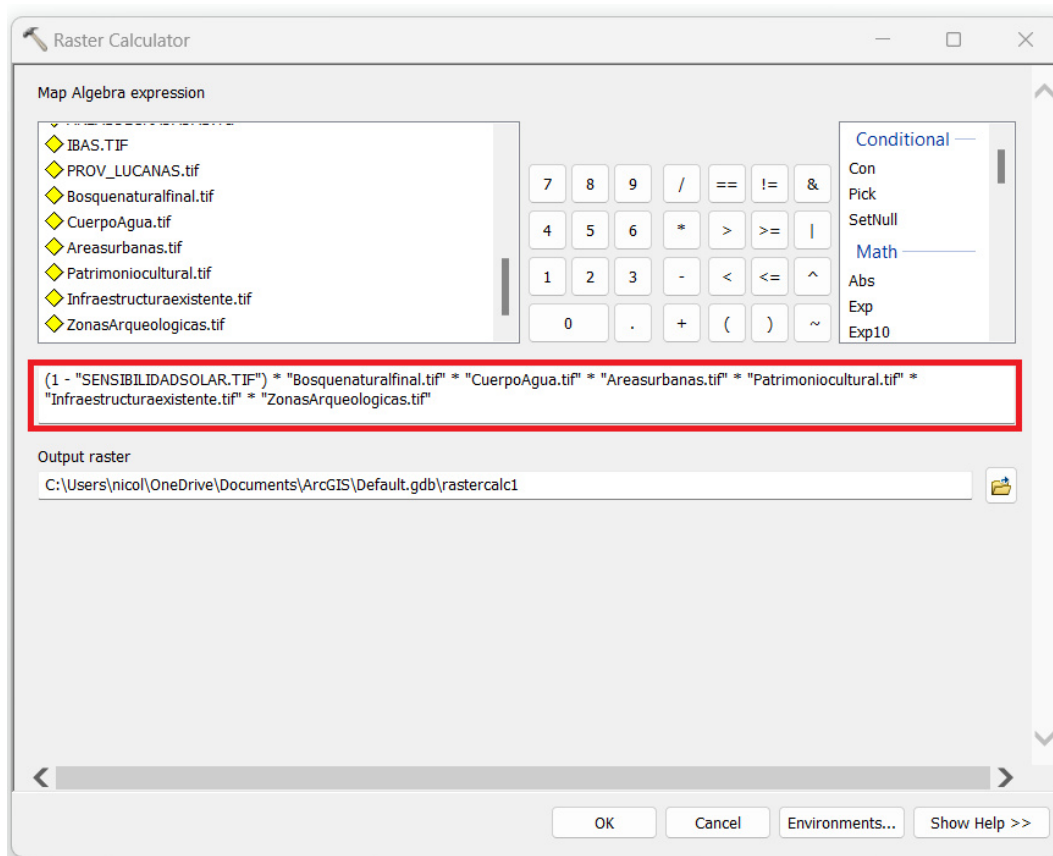
4.5. Determinación del indicador de sensibilidad ambiental de Lucanas.

Este es el último paso de la fórmula, en donde le restamos al valor 1 el indicador de importancia peso, el valor obtenido en la figura 39, este valor resultante de la diferencia se multiplica por todas las capas de exclusión. Generando una capa final con los vectores en donde

caen los indicadores de exclusión con un valor de 0; en la figura 43 podemos visualizar el desarrollo de la fórmula utilizada.

Figura 43

Procedimiento para determinar el indicador de sensibilidad ambiental

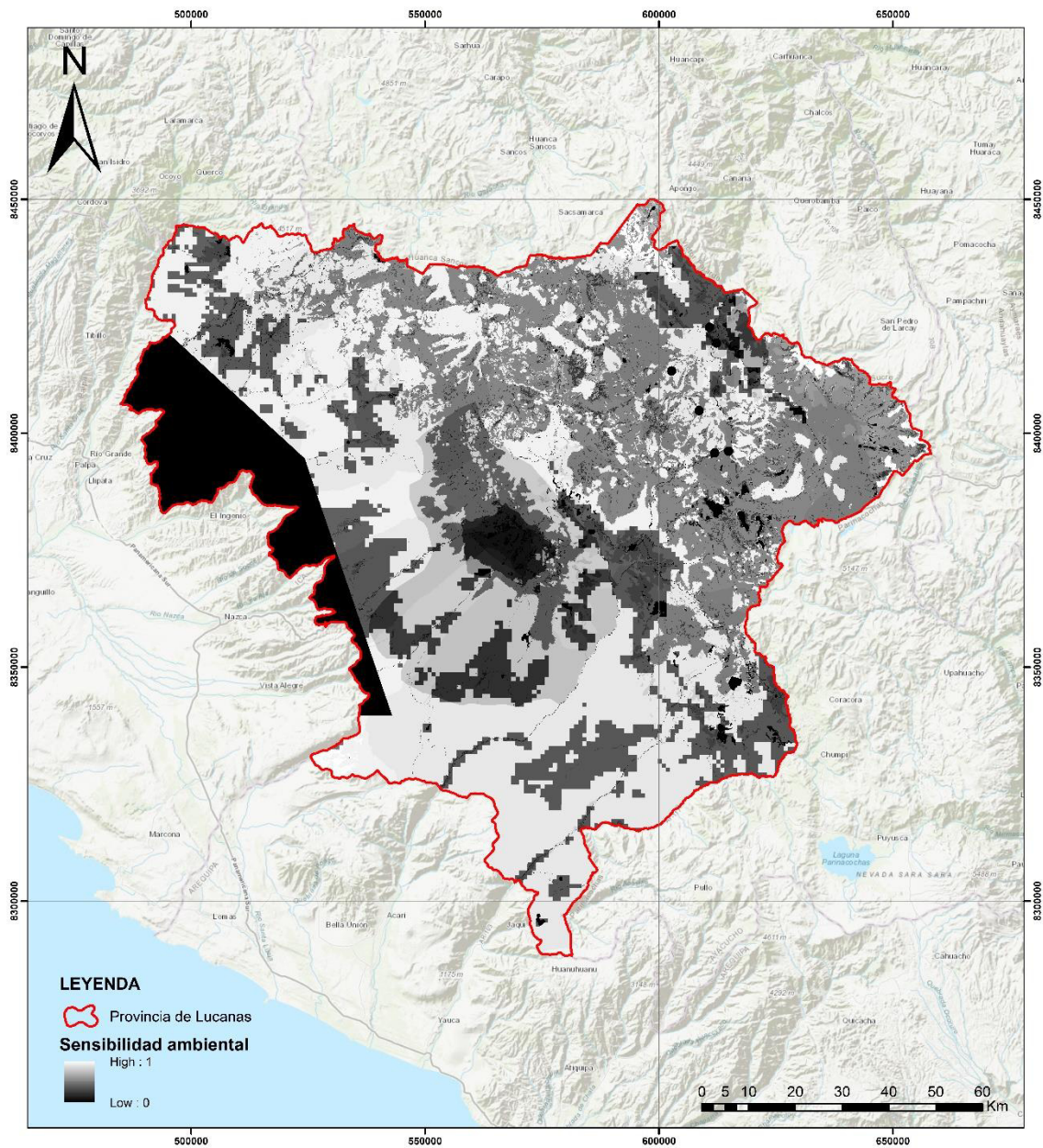


Fuente: Elaboración propia

Luego de ingresar los datos de la fórmula a la herramienta raster calculator, se generará el resultado del indicador de sensibilidad. Este resultado podremos visualizarlo en la figura 44.

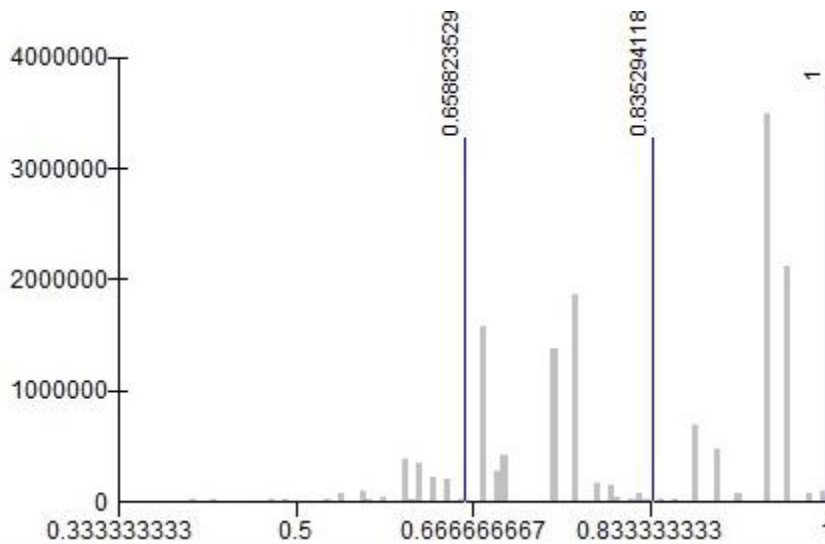
Figura 44

Resultado de formula del indice de sensibilidad ambiental



Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo el dato de sensibilidad ambiental en formato ráster, los valores numéricos van desde 0 hasta el 1, estos valores numéricos obtenidos fueron analizados en base su histograma para ser categorizados mediante el método Natural Jenks. Se puede visualizar en la figura 45 la distribución estadística.

Figura 45*Distribución estadística de la sensibilidad ambiental*

Fuente: elaboración propia

El método Natural Jenks, es un método de agrupación de datos diseñado para determinar la mejor disposición de valores en diferentes clases. Esto se hace buscando minimizar la desviación promedio de cada clase con respecto a la media de la clase, mientras se maximiza la desviación de cada clase con respecto a las medias de las otras clases. Es decir, el método busca reducir la varianza dentro de las clases y maximizar la varianza entre clases.

El uso del método de Natural Jenks permitió una sencilla interpretación espacial en donde los valores más cercanos a 0 corresponden a áreas con muy alta sensibilidad ambiental mientras que los valores más altos demuestran todo lo contrario, podremos ver el detalle en la tabla 16.

Tabla 16*Categorización de la sensibilidad ambiental con valores estadísticos*

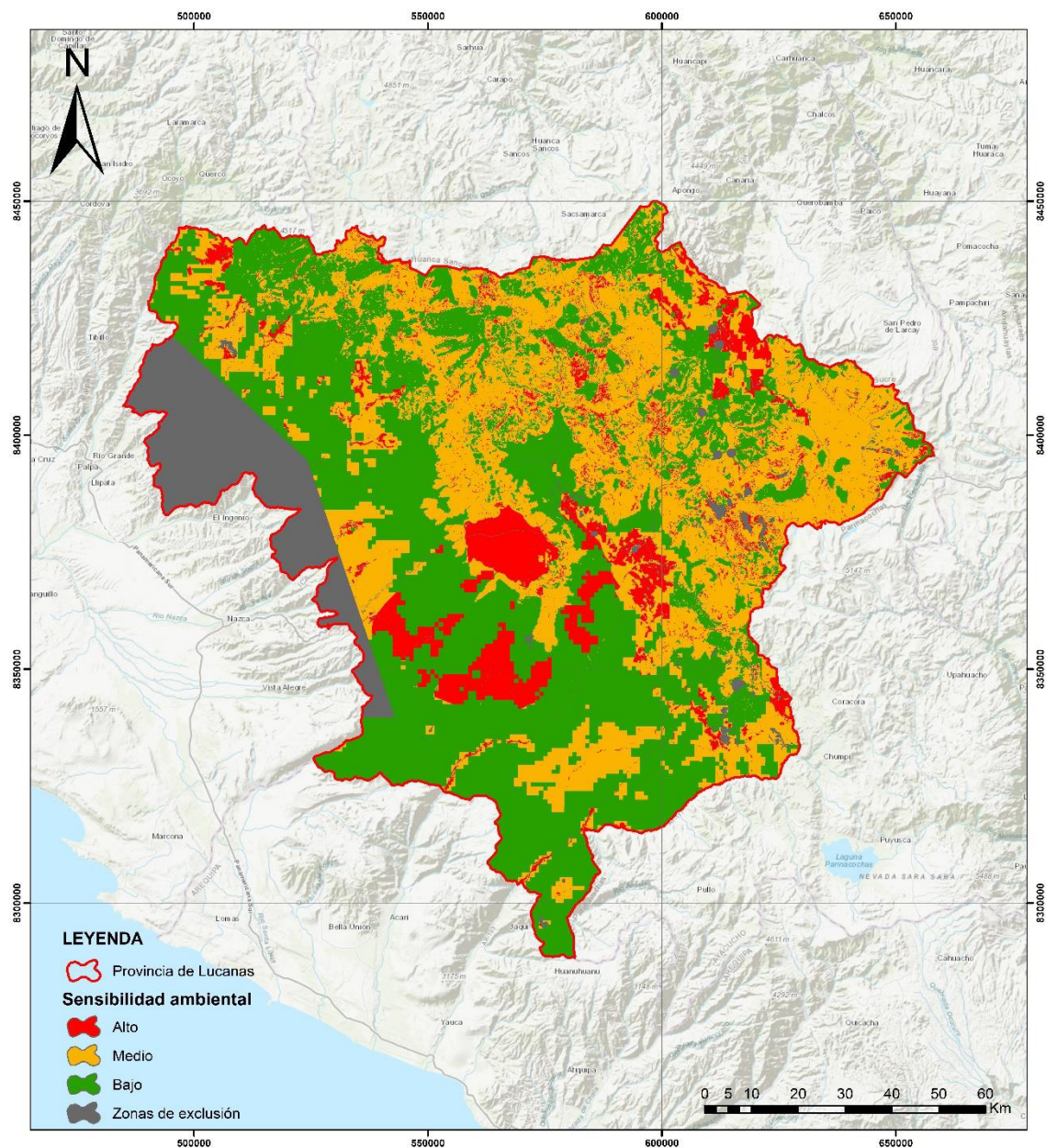
Índice de sensibilidad ambiental	Valores de sensibilidad ambiental
Alto	0.33 – 0.65
Medio	0.65 – 0.83
Baio	0.83 - 1

Fuente: Elaboración propia

Teniendo la clasificación de sensibilidad ambiental podemos representarlo espacialmente, apreciando que gran parte del área de estudio cuenta con baja sensibilidad ambiental, es decir que tiene condiciones para poder implementarse proyectos de recurso de energía renovable solar, a mayor detalle se podrá visualizar en la figura 46.

Figura 46

Representación espacial de la clasificación de sensibilidad ambiental



Fuente: Elaboración propia

4.6. Datos de idoneidad técnica de recurso solar.

El procesamiento cartográfico para determinar la idoneidad técnica se aplicó de modo que permita obtener las zonas que poseen las condiciones más idóneas para el desarrollo de estos proyectos de recurso de energía solar en la provincia de Lucanas.

El potencial solar fue obtenido de la base de datos de acceso público SENAMHI, contando con valores altos para la provincia, los valores de la irradiancia directa solar se encuentran en un margen de 5.0 A 7.0 kWh/m², estos datos cuentan con una clasificación el cual se muestra a detalle en la tabla 17. Según el Atlas de energía solar del Perú del SENAMHI en el territorio peruano, la región con el mayor potencial de energía solar es la costa sur (16° a 18° S), con una capacidad de 6,0 a 6,5 kW h/m². Existen otras áreas con una alta disponibilidad de energía solar diaria, que oscila entre 5,5 y 6,0 kW h/m², como la costa norte (3 a 8° S) y una gran parte de la sierra sobre los 2 500 metros sobre el nivel del mar, siendo las sierras sur, central y norte las más importantes en términos de extensión superficial. La selva es la región con valores de energía solar más bajos, con valores de 4,5 a 5,0 kW h/m² y una zona de mínimos valores en el extremo norte cerca del ecuador (0° a 2° S); Es importante destacar que la costa sur tiene la mayor variación anual (desviación estándar) en los valores de energía solar recibida en la superficie. (SENAMHI, 2003)

Tabla 17

Clasificación de radiación solar

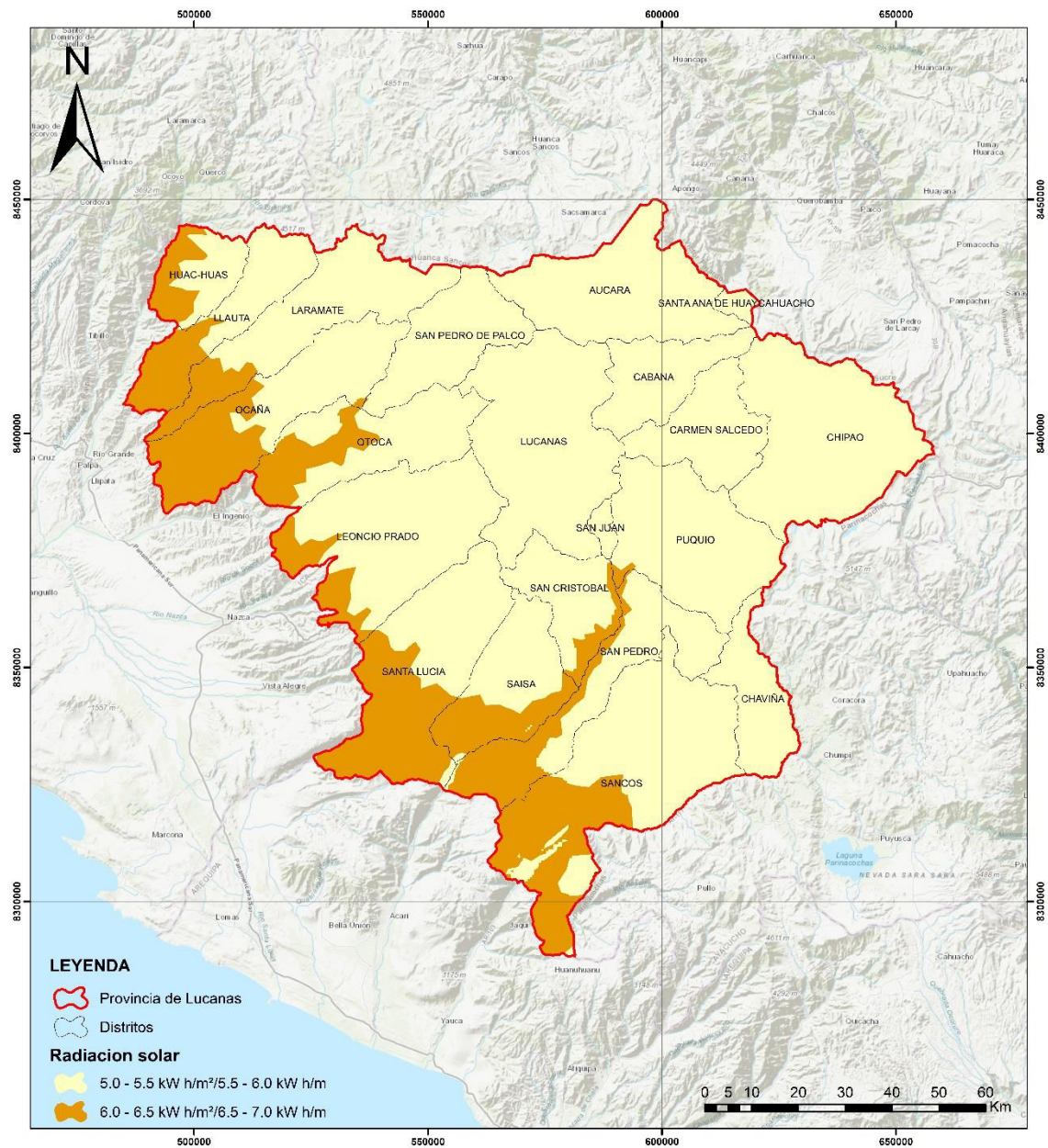
Rango de radiación solar	Clasificación
6.0 – 7.0 kWh/m ²	Excelente
5.0 – 6.0 kWh/m ²	Bueno

Fuente: Elaboración propia

El mapa de radiación solar se obtuvo a partir de la representación espacial del potencial del recurso, espacializándose a un ráster de 30m x 30m, en la figura 44 podemos apreciar los distritos que pertenecen a la provincia de Lucanas y el rango de radiación que poseen (ver figura 47)

Figura 47

Mapa de rango de radiación solar en la provincia de Lucanas



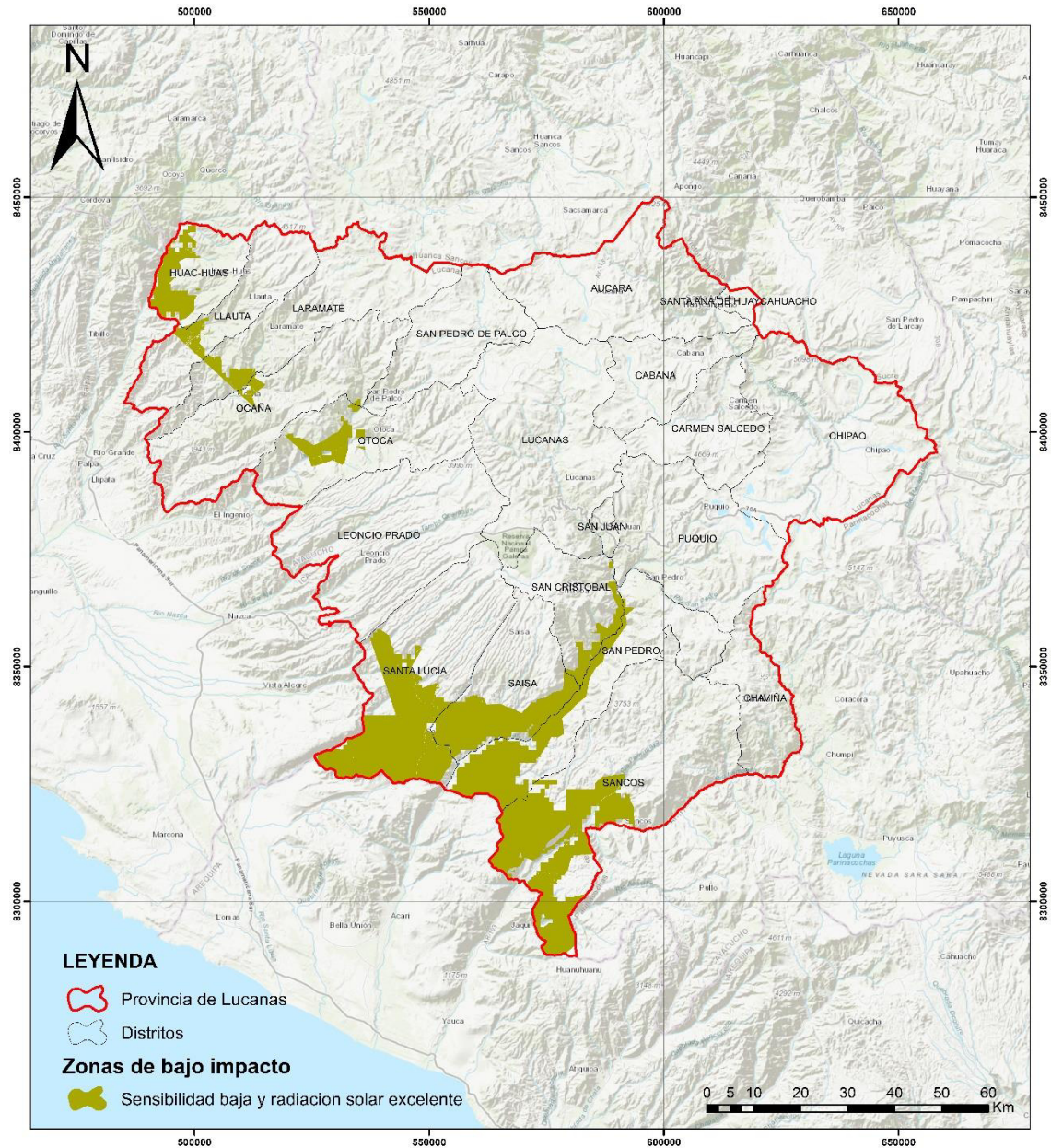
Fuente: Elaboración propia

Luego de tener el rango y clasificación de la radiación solar en el área de estudio, procedemos a determinar las zonas de bajo impacto, primero debemos considerar la baja sensibilidad ambiental señalado en la figura 45, superponiendo con los datos de radiación solar

señalado en la figura 46, teniendo como resultado la figura 47 en donde los espacios visibles muestran la sensibilidad ambiental baja y la radiación excelente.

Figura 48

Zonas de bajo impacto



Fuente: Elaboración propia

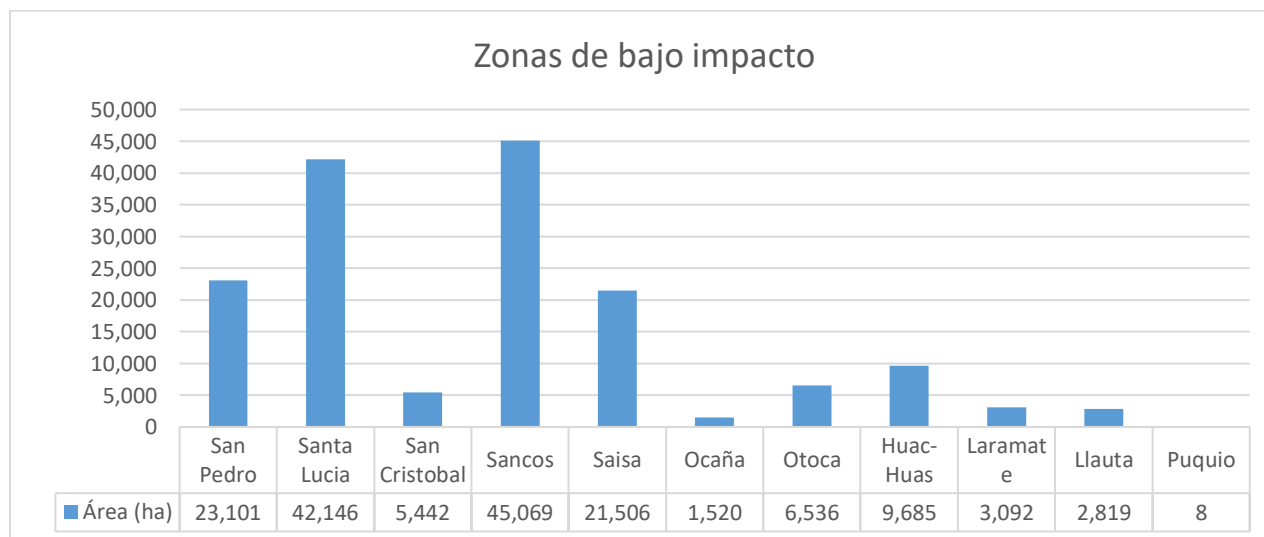
Estas zonas de bajo impacto se encuentran presentes en 11 distritos, teniendo cada una un espacio idóneo para la construcción de proyectos de recurso de energía renovable solar, en la siguiente tabla se mostrará el espacio que cuenta accesible para cada distrito.

Tabla 18*Datos de distritos con zonas de bajo impacto*

Distrito	Sancos	Santa Lucia	San Pedro	Saisa	Huac-Huas	Otoca	San Cristobal	Laramate	Llauta	Puquio
Área (ha)	45 069	42 146	23 101	21 506	9 685	6 536	5 442	3 092	2 819	8

Fuente: Elaboración propia

A continuación, podemos visualizar los datos de los distritos que presentan zonas de bajo impacto dentro de la provincia de Lucanas, estos se presentan en barras dinámicas para facilitar a la diferenciación de datos.

Figura 49*Distritos con zonas de bajo impacto*

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La obtención de resultados nos permite poder deducir, interpretar y/o relacionar diferencias y/o similitudes con los encontrados en la bibliografía consultada, los cuales son:

De acuerdo a lo indicado por Ponce Valdivia y Ramos Mendoza (2021), la energía solar fotovoltaica es una fuente importante que puede ser utilizada en regiones urbanas y rurales, siendo confiable y constante durante todo el día, lo que está de acuerdo con el presente estudio, este recurso es una fuente inagotable podría utilizarse en poblaciones urbanas y rurales de la provincia de Lucanas, ya que la población se mantiene en constante crecimiento y las líneas de transmisión de energía nacionales no pueden acercarse a todo el territorio peruano, condicionando que el costo de instalación sería más costoso, menos accesible y más difícil de que las viviendas en crecimiento cuenten con una conexión de este recurso.

Así mismo Atarama (2019), realizó su estudio de potencial de energía solar para generar energía eléctrica en 7 provincias de la región Piura, concluyendo que en la región Piura está muy relacionada con la estacionalidad, llegando en verano una radiación máxima de 6.48 kWh/m² y en invierno un mínimo de 2.6 kWh/m²; determinando que en la región Piura puede ser utilizado la radiación solar como fuente de energía. A lo contrario de esta investigación se pudo calcular que en la provincia de Lucanas podemos obtener como mínimo 5.0 kWh/m² y como máximo 7.0 kWh/m² en el promedio anual según el atlas de energía solar del SENAMHI; considerando que toda la provincia podría ser apta para la implementación de proyectos de recurso de energía renovable solar y solo estamos considerando las zonas con un índice de radiación excelente el cual genera un rango de 6.0 a 7.0 kWh/m² y zonas de baja sensibilidad.

Además, Reyes Angeles (2019), realizó su estudio para mejorar la eficiencia energética y disminuir las emisiones de dióxido de carbono CO₂ en el edificio de su centro de estudio, diseñando un sistema fotovoltaico para el suministro de energía y demostrando un alto

consumo de esta, en el análisis de datos del edificio de la universidad ESAN ubicado en Lima se determinó la radiación anual emitida en su punto de captación es de 5.6 kWh/m^2 , siendo un valor que pudo permitir el funcionamiento de estos equipos. En la provincia de Lucanas se cuenta con radiación solar anual promedio de 5 a 7 kWh/m^2 dando la posibilidad de implementar proyectos de energía solar en los espacios que resultaron zonas de bajo impacto y por tener un índice de radiación anual superior a 5 kWh/m^2 .

En otros estudios similares a nivel internacional que utilizaron la energía solar como fuente de energía eléctrica para sus proyectos, empresas o estudios; podemos considerar que siempre se busca la tecnología, mejora y cuidado al ambiente sea por incentivo propio o por normativa de una institución. Como es el caso de Juárez Luna (2022), construyó por motivación propia un prototipo de concentrador solar térmico, para proporcionar calor e incrementar la temperatura de un fluido al ver que la producción de bienes y servicios en la actualidad demanda mayor cantidad de energía eléctrica y esta proviene en su mayoría de combustibles fósiles, emitiéndose grandes cantidades de dióxido de carbono al ambiente y dañándolo, además considera que existe una incertidumbre de la disponibilidad de combustibles fósiles para el futuro. Por lo tanto, mantiene relevancia con el presente estudio porque al incentivar el uso de energías renovables solar se reduce las emisiones de dióxido de carbono al ambiente y el costo de acceso a este recurso bajaría considerablemente porque los combustibles fósiles van escaseando y el precio va subiendo.

VI. CONCLUSIONES

De lo desarrollado en el presente trabajo de investigación, se puede concluir lo siguiente:

- Se concluye que los factores ambientales que tendrán relación directa a la viabilidad de un proyecto de energía solar en esta provincia son denominados indicadores, los indicadores se dividen en exclusión y ponderación. Indicadores de exclusión son los bosques naturales primarios, cuerpos de agua, áreas urbanas, infraestructuras existentes, patrimonio cultural e inmueble prehispánico y zonas arqueológicas; indicadores de ponderación son áreas de importancia para la conservación de aves, áreas degradadas, áreas naturales protegidas tangibles, ecosistemas frágiles, especies amenazadas y endémicas, sitios prioritarios para la conservación, zonas agrícolas, zonas con vulnerabilidad física, zonas de pasturas, comunidades campesinas y lugares de interés turístico y paleontólogo.
- Se concluye que el modelamiento espacial tiene una relación directa con la implementación de proyectos de energía solar, se realizó las ecuaciones correspondientes a cada indicador presente en la zona, ingresaron todos los indicadores de exclusión y ponderación a la ecuación de sensibilidad ambiental, determinando las zonas con baja sensibilidad ambiental y luego se contrastaron con el potencial de recurso solar brindando áreas en 11 distritos dentro de Lucanas que cumplen con todo lo requerido para la implementación de un proyecto de energía solar. El espacio total que puede ser utilizado para la implementación de estos proyectos es de 160 924 ha.
- Se concluye que dentro de la provincia de Lucanas contamos con 11 distritos que pueden adoptar este tipo de proyectos de recurso de energía renovable, siendo Sancos (45 069 ha) y Santa Lucia (42 146 ha) los distritos con mayor extensión para implementar un proyecto.

VII. RECOMENDACIONES

- Recomiendo incluir este modelo de investigación que realiza un modelamiento ambiental en procesos de planificación territorial, en procesos de zonificación Ecológica Económica, planes de desarrollo concertado siendo estos elaborados por gobiernos regionales o locales.
- Si bien es posible acceder a la información ambiental espacial nacional a través de portales web, se recomienda la creación de una única plataforma que concentre las diferentes capas cartográficas relacionadas a los componentes físicos, biológicos y sociales abordados en los estudios ambientales. Capas que deberían ser actualizadas con periodicidad y sobre todo que puedan ser descargadas por el usuario de la plataforma.
- Se recomienda que la normativa del sector energético incorpore sugerencias mínimas de distancia de las centrales solares a elementos sensibles del territorio que pueden ser afectados por la implementación de proyecto; incluyendo a este modelamiento ambiental variables sociales y económicos, como pobreza, distribución de población, escenarios de cambio climático.

VIII. REFERENCIAS

- ANA. (2018). *Clasificación de cuerpos de agua continental: Parte 1*. 511, 59.
https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/clasificacion_de_cuerpos_de_agua_continental_parte_1.pdf
- Atarama N. (2019). *Evaluación del potencial de energía solar para generación de energía eléctrica, como una alternativa para disminuir el uso de combustibles fósiles, en la región Piura*. 1–110. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1813>
- Blanco, A., Ejecutivo, S., Castillo, T., García, F., Mosquera, L., Rivadeneira, T., Segura, K., Yujato, M., Gain, K., Guerra, L., & Loaiza, F. (2022). *Panorama Energético de América Latina y el caribe 2022*.
- Casola, L., Y Freier, A. (2018). El nexos entre cambio climático y energía renovable en el Mercosur. Un análisis comparativo de las legislaciones de Argentina y Brasil. *Revista Derecho Del Estado*, 40(40), 153–179. <https://doi.org/10.18601/01229893.N40.07>
- Castelao Caruana, M. E. (2019). La energía renovable en Argentina como estrategia de política energética e industrial. *Problemas Del Desarrollo*, 50(197), 131–156.
<https://doi.org/10.22201/IIEC.20078951E.2019.197.64625>
- Corrales, L. C., Antolínez Romero, D. M., Bohórquez Macías, J. A., & Corredor Vargas, A. M. (2015). Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *Nova*, 13(24), 55–81.
<https://doi.org/10.22490/24629448.1717>
- Enel. (2018). *Rubí, energía solar para una nueva era*.
<https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/rubi-la-central-solar-de-enel-mas-grande-del-peru.html>

- Engie. (2018, April 5). *ENGIE pone en operación comercial la Central Solar Intipampa en Perú*. <https://engie-energia.pe/notas-de-prensa/engie-pone-en-operacion-comercial-la-central-solar-intipampa-en-peru-con-la-presencia-de-la-ceo-mundial-del-grupo-isabelle-kocher>
- Espinoza Cipriano, M., Escobar Trujillo, E., Cabrera Qquellhua, N., Sandoval Díaz, M., & Ruiz Ríos, A. (2023). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2000 - 2019*. 1–62. https://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2023/01/Informe-INGEI-2019-VF_2.pdf
- Gobierno Regional de Ayacucho. (2012). *Zonificación Ecológica Económica Ayacucho*. 289.
- Gobierno Regional de Ayacucho. (2016). *Plan de Desarrollo Regional Concertado 2016 - 2021. Ayacucho*. 95. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1480855/Plan de Desarrollo Regional Concertado 2016-2021.pdf>
- Gómez Rolón, E. F. (2013). La afectación de la capa de ozono por la emisión de gases de efecto invernadero en Colombia y España. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24708/1/TDG - EDWIN GOMEZ ROLON - 2111642.pdf>
- Guardia, S. B. (2016). *Conservación del patrimonio cultural y desarrollo sostenible*. 18.
- INEI - Ayacucho. (2018). Resultados Definitivos. *Censos Económicos*, 1060.
http://www.inr.pt/uploads/docs/recursos/2013/20Censos2011_res_definitivos.pdf
- Instituto nacional de estadística e información. (1993). *Variables Contextuales*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib0014/varicont.htm

Leandro Valencia-Bautista, E. I., Miguel Farfán-Bone III, J., Alejandro Arboleda-Cheres, I. V., Joel Angulo-Guerrero, R. I., Joa Verá-Lozano, C. I., & Joel Orobio-Arboleda, T. V. (2022). Una revisión del suministro de energía renovable y las tecnologías de eficiencia energética. *Polo Del Conocimiento*, 7(4), 2012–2046.
<https://doi.org/10.23857/PC.V7I4.3934>

Maka, A. O. M., y Alabid, J. M. (2022). Solar energy technology and its roles in sustainable development. *Clean Energy*, 6(3), 476–483. <https://doi.org/10.1093/ce/zkac023>

Marin, G., Surculento, R., y Lopez, L. (2023). Revista Boliviana de Química. *Revista Boliviana de Química*, 40(4), 97–116.

Ministerio de Cultura. (2023). *DIRECCIÓN DE CATASTRO Y SANEAMIENTO FÍSICO LEGAL I Guía para la delimitación y monumentación de los bienes inmuebles prehispánicos integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación*. 1–30.

Ministerio de desarrollo agrario y riego. (2021). *Atlas de la superficie agrícola del Perú*. 64.

Ministerio de Energía y Minas, P. (2023). *Zonificación de Energías Renovables en Áreas de Bajo Impacto*. 1–8.

https://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=12&idPublicacion=659

Ministerio del ambiente. (2019). Mapa Nacional de Áreas Degradadas en Ecosistemas Terrestres Memoria Descriptiva. *Ministerio Del Ambiente Perú*, 44.

<https://geoservidor.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/Mapa-Nacional-de-Áreas-Degradadas-Terrestres.pdf>

MITECO. (2020). Zonificación Ambiental para la implantación de energías renovables: Eólica y Fotovoltaica. Sensibilidad ambiental y clasificación del territorio. Resumen ejecutivo. *Miteco*, 1–65. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion->

ambiental/temas/evaluacion-ambiental/documento0resumenejecutivo_tcm30-518037.pdf

Morales Lara, B. (2021). Calentamiento global y desarrollo sostenible, avances y retos actuales en la política pública de México. *Ciencia Económica*, 9(15), 25–41.
<https://doi.org/10.22201/fe.24484962e.2020.9.15.2>

Naciones Unidas. (n.d.). *¿Qué son las energías renovables?* United Nations. Retrieved January 12, 2023, from <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>

Organización Panamericana de Salud. (2020). Plan andino de salud y cambio climático 2020-2025. In *Plan andino de salud y cambio climático 2020-2025*.
<https://doi.org/10.37774/9789275323090>

Osinermin. (2019). Energías renovables: experiencia y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética. In B. Schmerler, Daniel; Velarde, José Carlos; Rodríguez, Abel y Solís (Ed.), *Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería*. OSINERGMIN.
https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Energias-Renovables-Experiencia-Perspectivas.pdf

Ponce Valdivia, B., y Ramos Mendoza, V. (2021). *Mejora de la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de zonas aisladas del Perú 2020*.

Reyes Angeles, E. C. (2019). *Propuesta de uso de energía solar para el suministro de energía eléctrica y mejora de la eficiencia energética en la universidad ESAN*.

Salazar, T. A. (2014). Actividad microbiana en el proceso de compostaje aerobio de residuos sólidos orgánicos. *Revista de Investigación Universitaria*, 3(2), 74–84.

Salvador Escoda S.A. (2018). *Libro Blanco de las Energías Renovables*.

Santander. (2022, May 13). *¿Qué es la biomasa y cómo se obtiene energía?* Blog Becas Santander. <https://www.becas-santander.com/es/blog/biomasa.html>

SENAMHI. (2003). *Atlas De Energía Solar del Perú 2003*, pg20.

SEOBirdLife. (n.d.). *Áreas importantes para las aves - SEO/BirdLife*. Retrieved April 11, 2024, from <https://seo.org/iba/>

SERFOR. (2021). Cuenta de Bosques del Perú Documento metodológico. *Serfor*, 77. www.gob.pe/serfor

SERNANP. (2013). *Áreas de Conservación Regional*. 44. <http://www.sernanp.gob.pe/documents/10181/147284/5+Doc+Trabajo+Areas+de+Conservacion+Regional+%281%29.pdf/ea712fc6-7e14-459c-b281-06007aa7aa02>

SERNANP. (2022). *Catálogo de Objetos geográfico de las Áreas Naturales Protegidas*.

Yang, M. M., Kim, D. J., y Alexe, M. (2018). Flexo-photovoltaic effect. *Science*, 360(6391), 904–907.

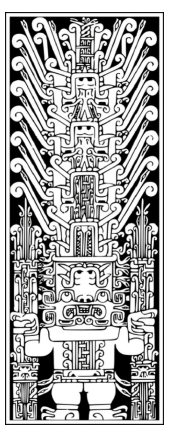
https://doi.org/10.1126/SCIENCE.AAN3256/SUPPL_FILE/AAN3256_YANG_SM.PDF

IX. ANEXOS

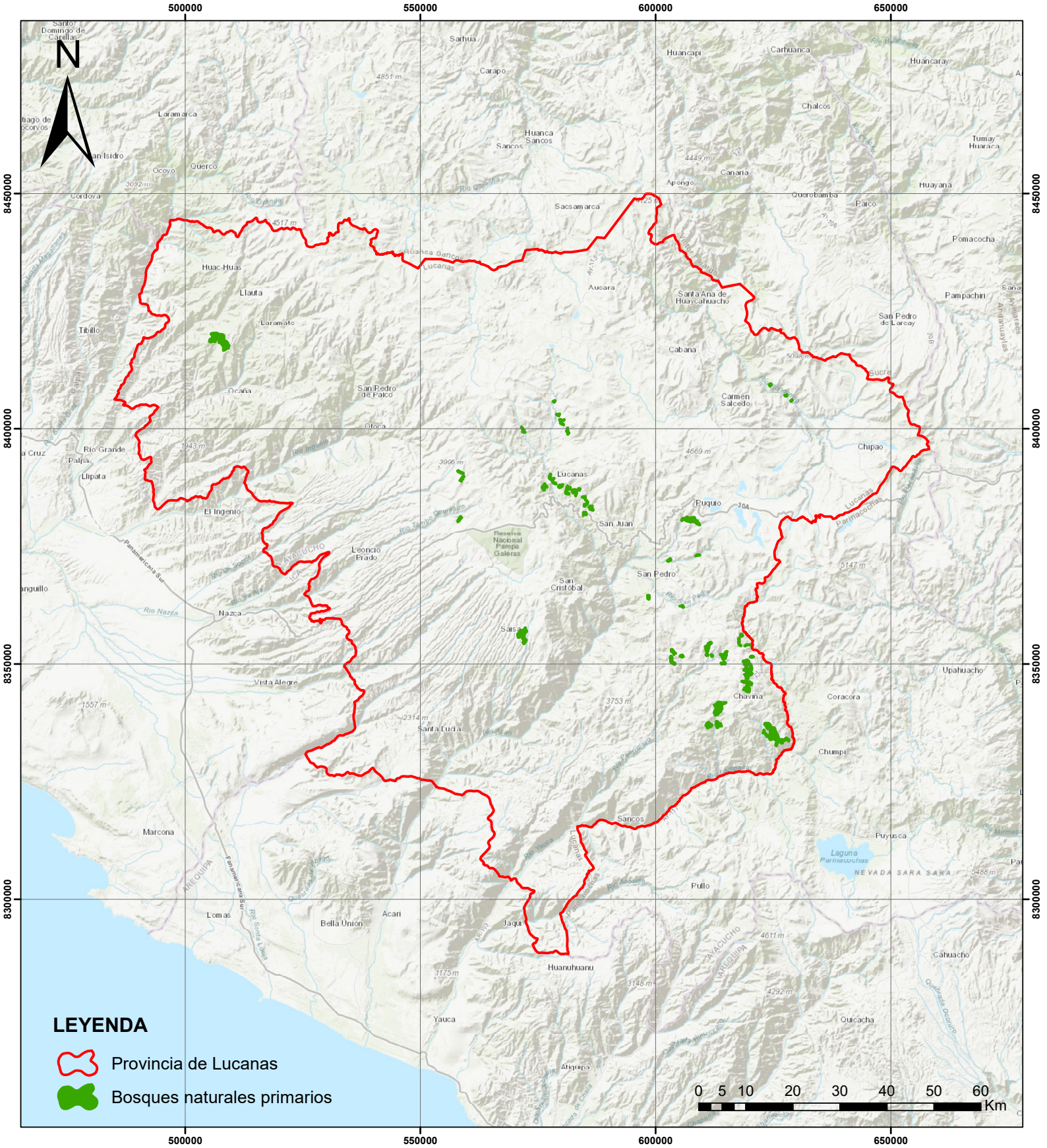
Anexo A: Mapa de Ubicación Lucanas





ESTUDIO	UBICACION GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE UBICACIÓN	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	01	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - UB - 01	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



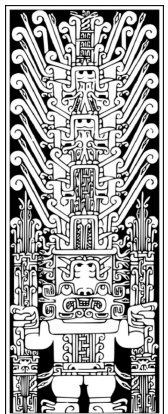
Anexo B: Mapa de Bosques naturales primarios



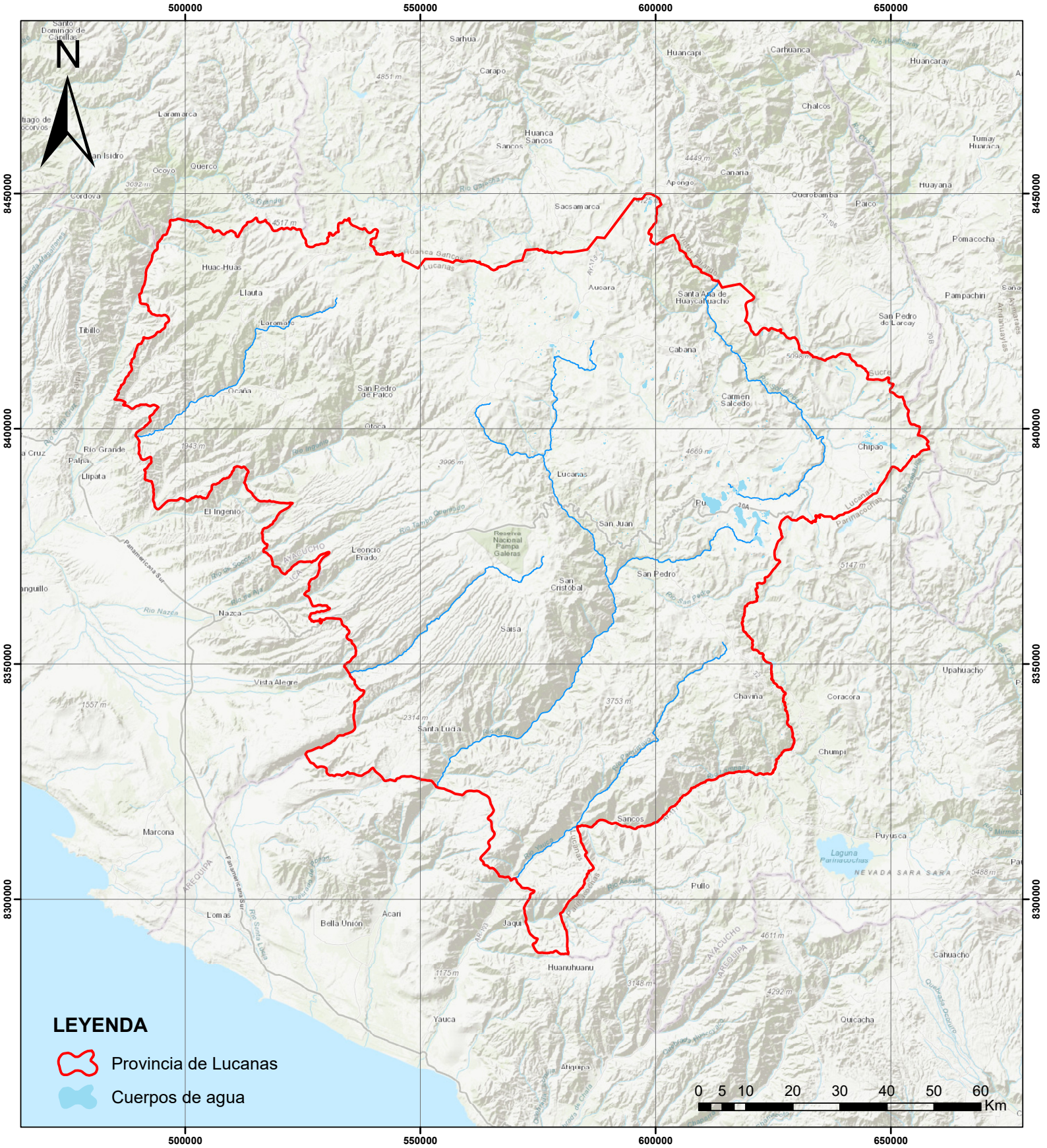
LEYENDA

-  Provincia de Lucanas
-  Bosques naturales primarios

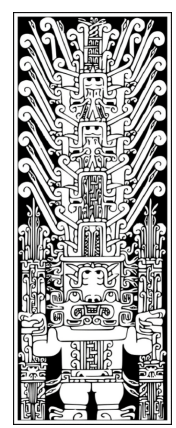
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS		UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	DR. JULIO CESAR MINGA	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE BOSQUES NATURALES PRIMARIOS	AYACUCHO		1:750,000	02	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
		CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL	
			MP - EX - 01	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



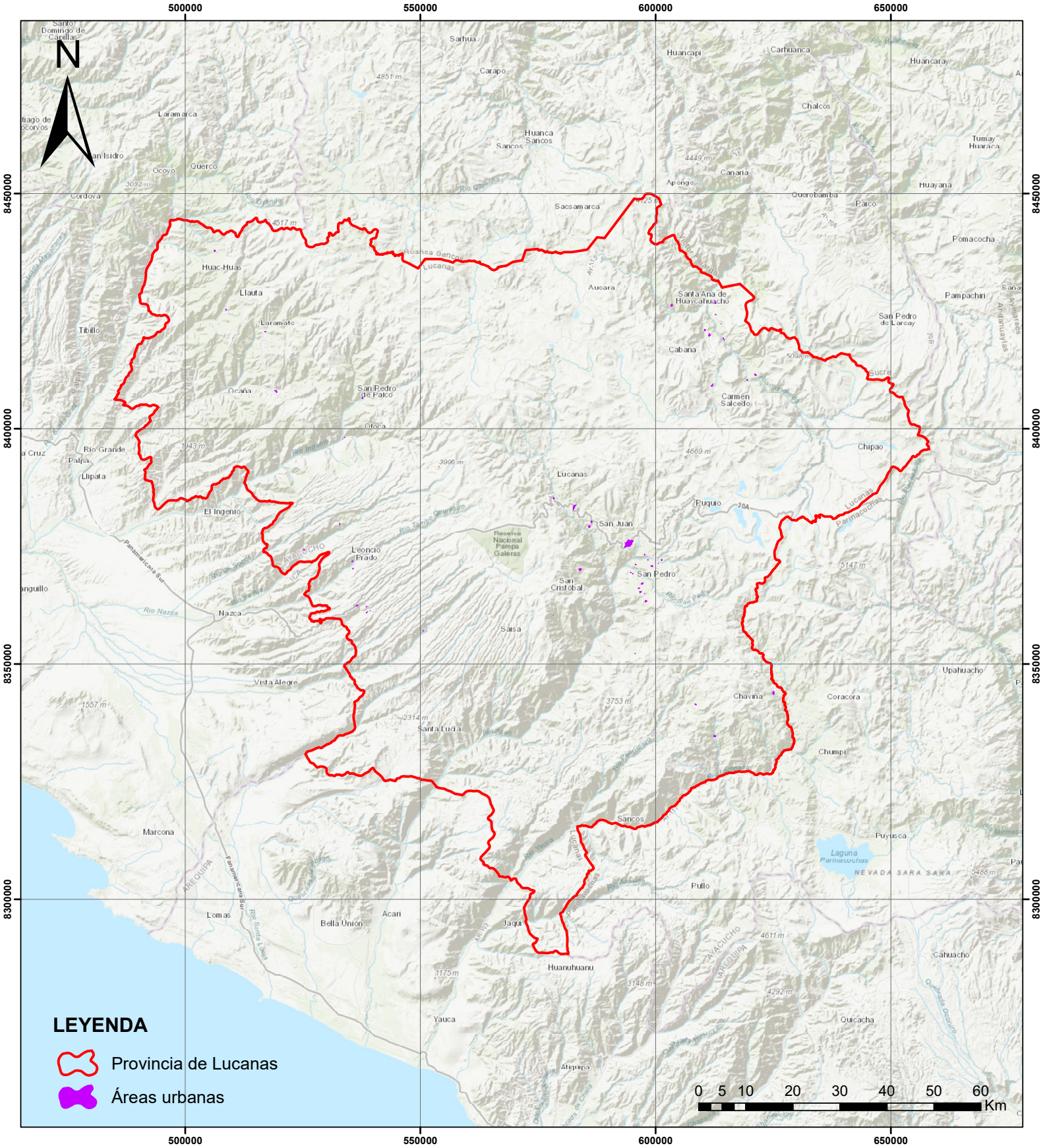
Anexo C: Mapa de cuerpos de agua



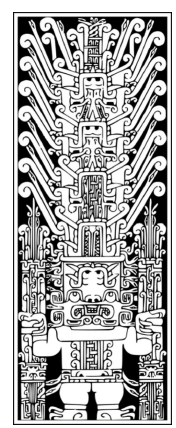
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS		UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	DR. JULIO CESAR MINGA	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE CUERPOS DE AGUA	AYACUCHO		1:750,000	03	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
		CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL	
			MP - EX - 02	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



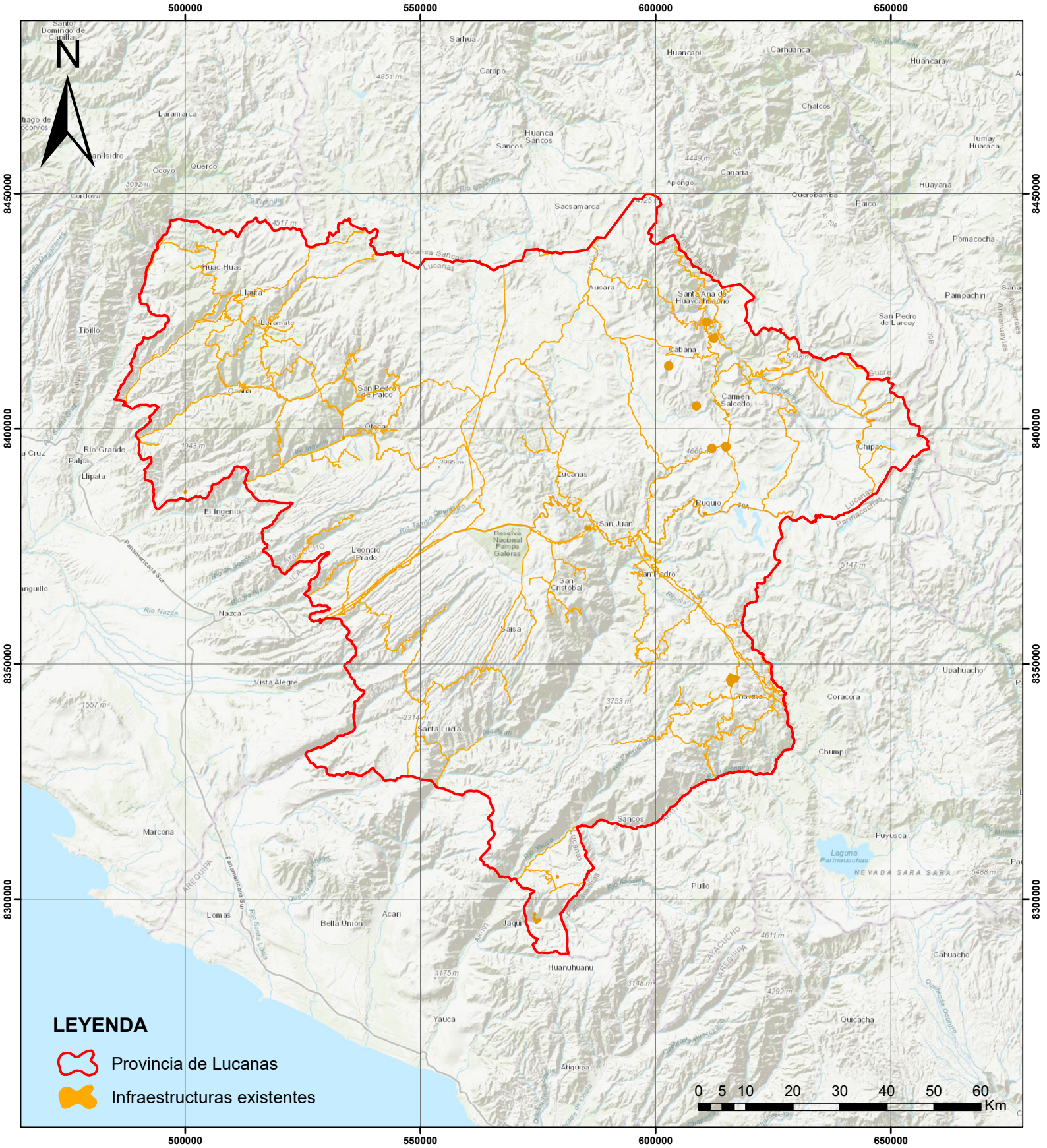
Anexo D: Mapa de áreas urbanas





ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS		UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	DR. JULIO CESAR MINGA	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ÁREAS URBANAS	AYACUCHO		1:750,000	04	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
		CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL	
			MP - EX - 03	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL

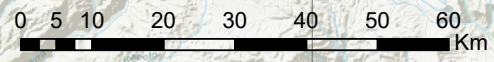


Anexo E: Mapa de infraestructuras existentes

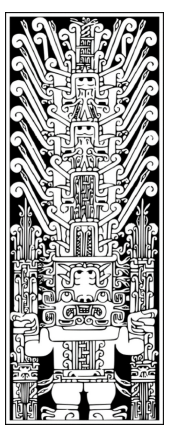


LEYENDA

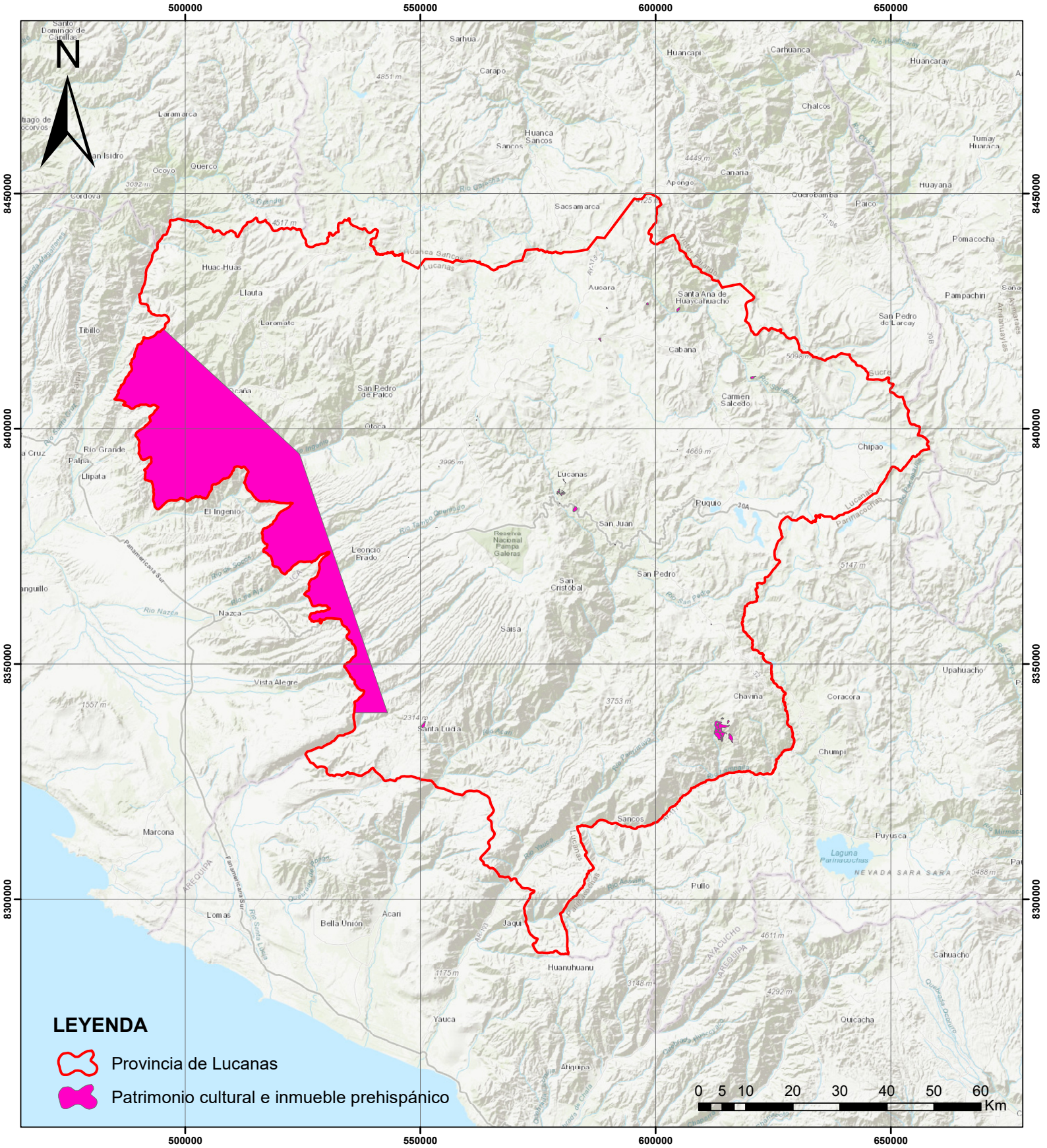
-  Provincia de Lucanas
-  Infraestructuras existentes



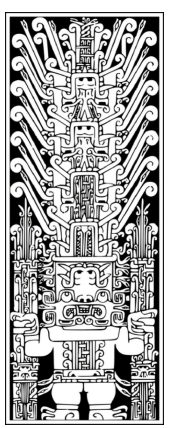
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	05	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - EX - 04	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



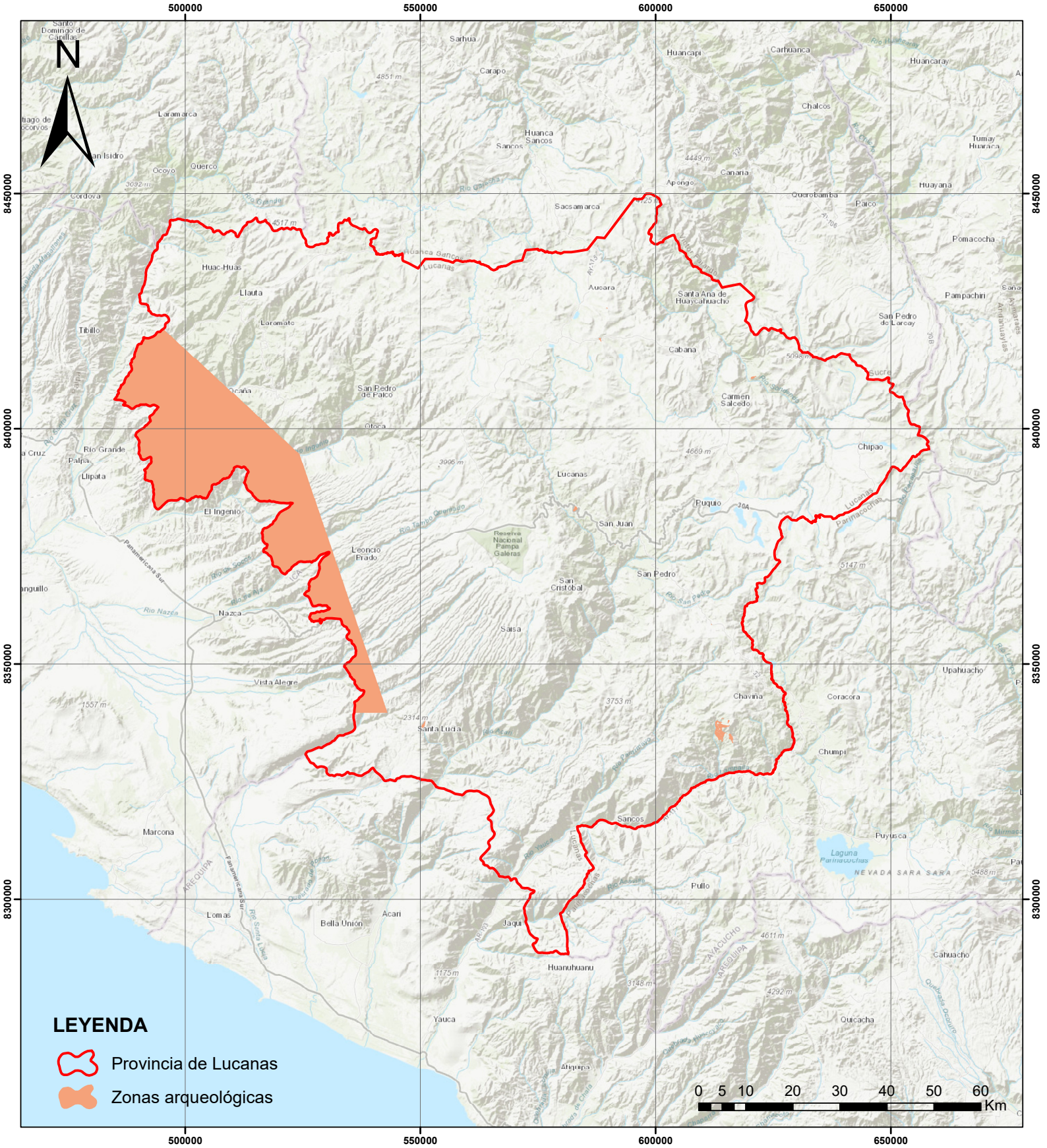
Anexo F: Mapa de patrimonio cultural e inmueble prehispánico



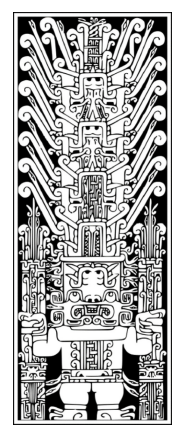
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS		UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR DR. JULIO CESAR MINGA	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE PATRIMONIO CULTURAL E INMUEBLE PREHISPÁNICO	AYACUCHO		1:750,000	06	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
		CODIFICACIÓN	MP - EX - 05	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
				FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



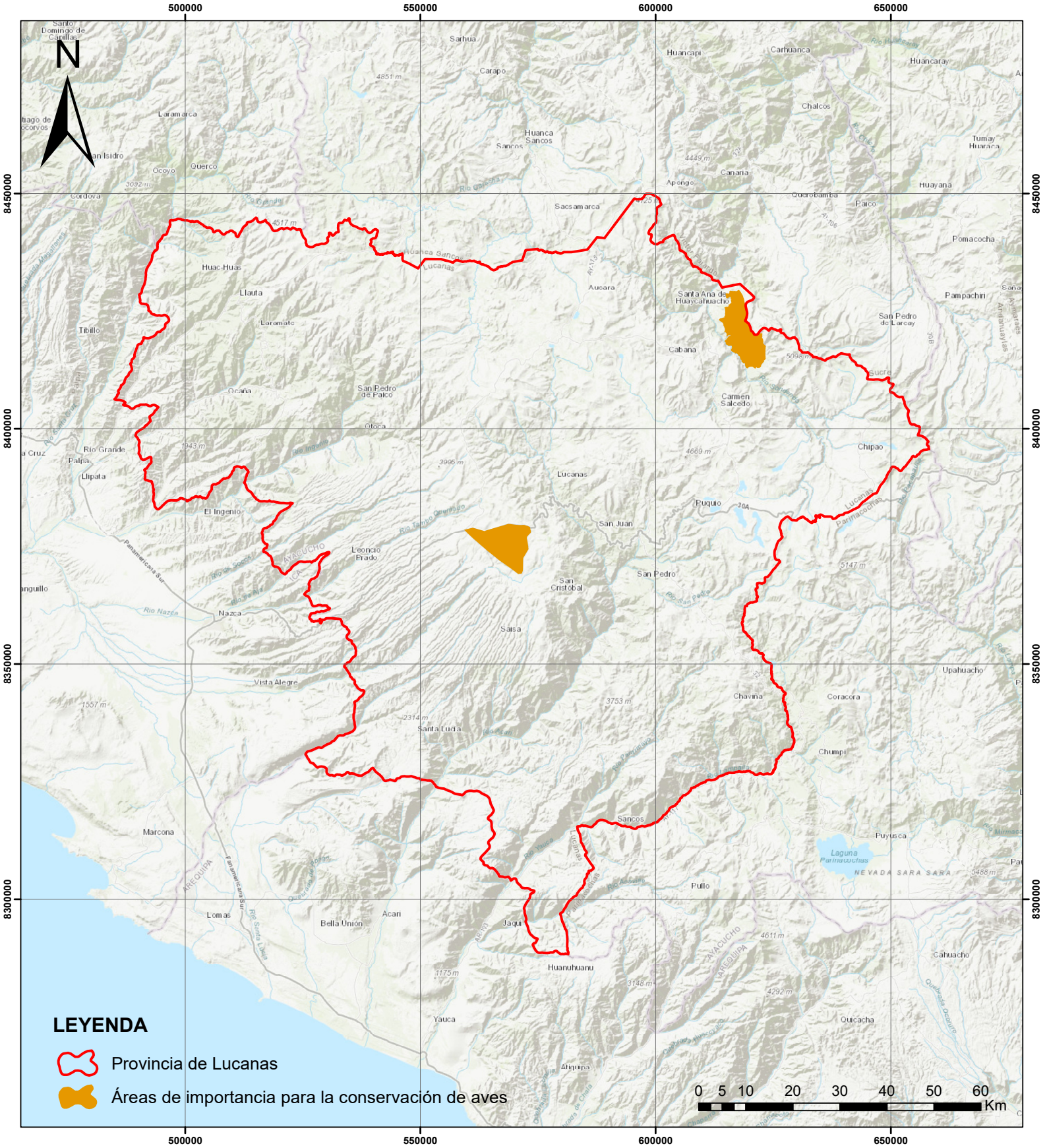
Anexo G: Mapa de zonas arqueológicas



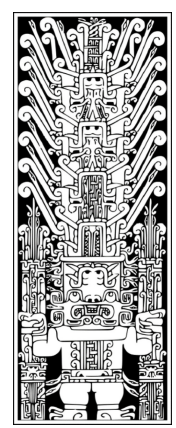
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ZONAS ARQUEOLÓGICAS	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	07	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - EX - 06	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



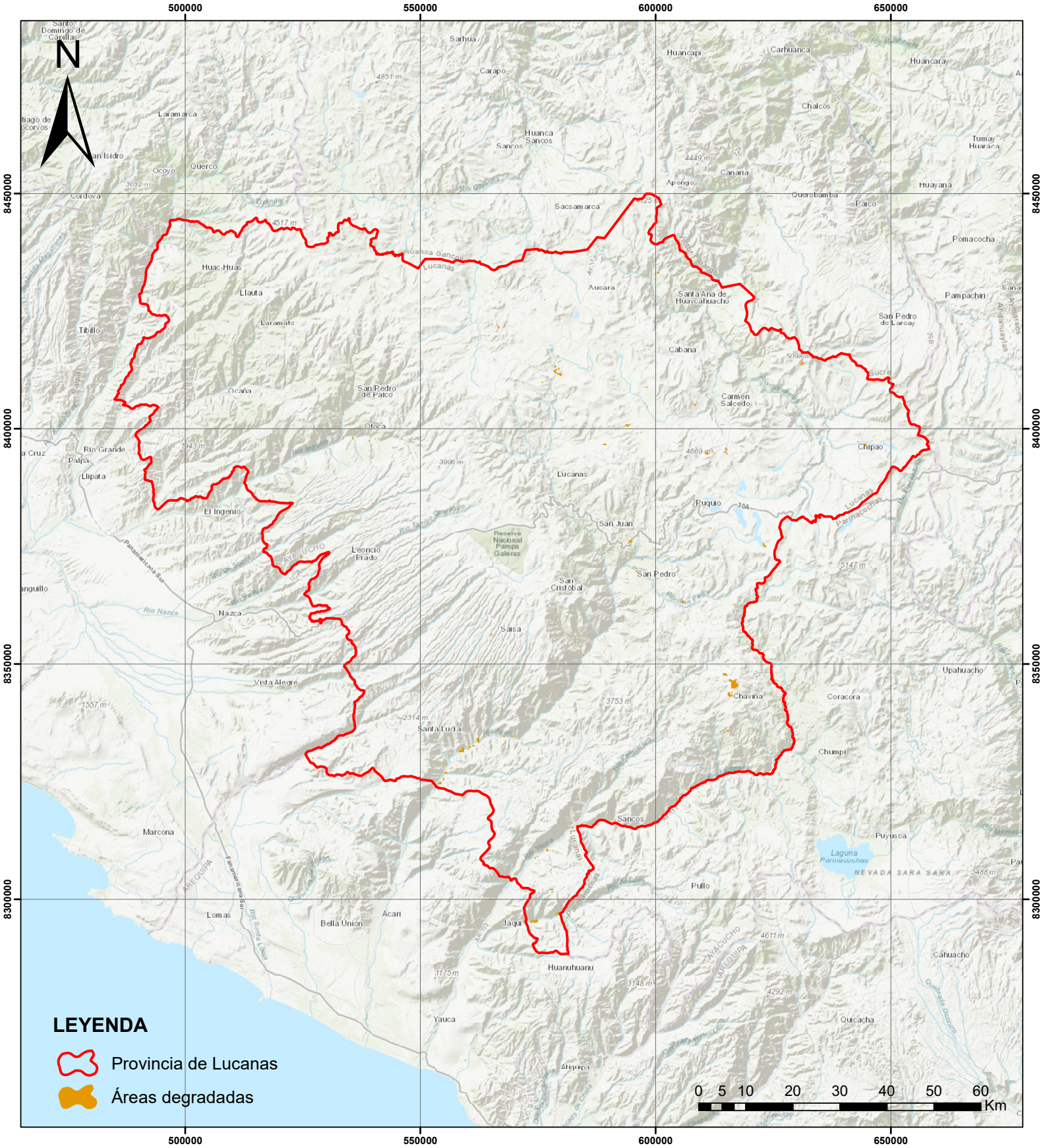
Anexo H: Mapa de importancia para conservación de aves



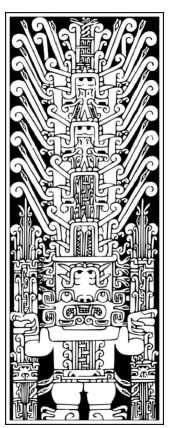
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	08	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - PD - 01	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



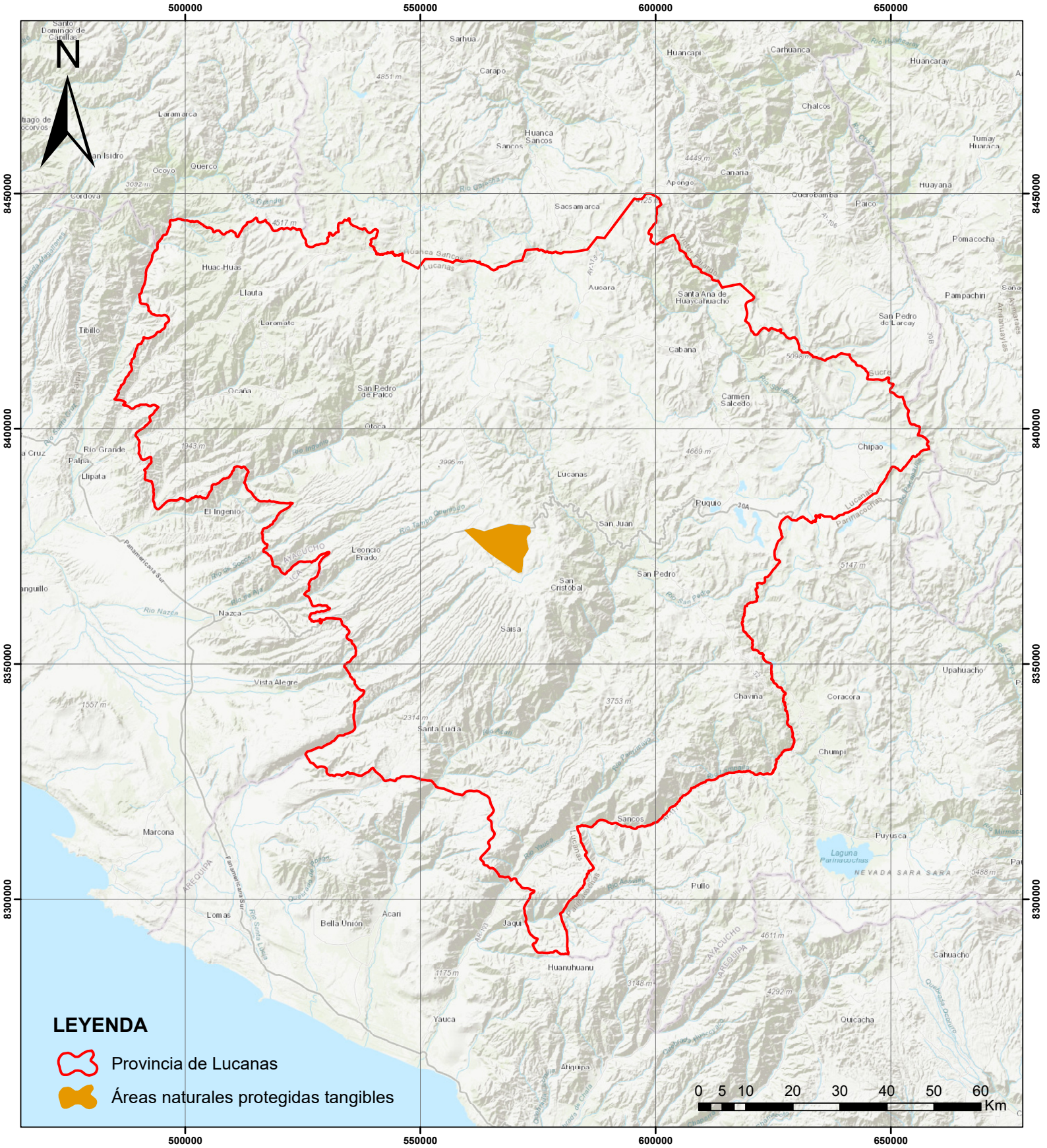
Anexo I: Mapa de áreas degradadas



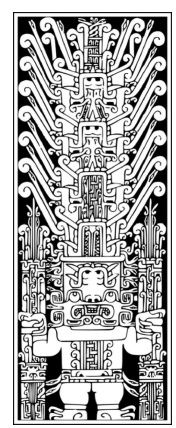
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS		UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	DR. JULIO CESAR MINGA	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ÁREAS DEGRADADAS	AYACUCHO		1:750,000	09	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
		CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL	
			MP - PD - 02	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



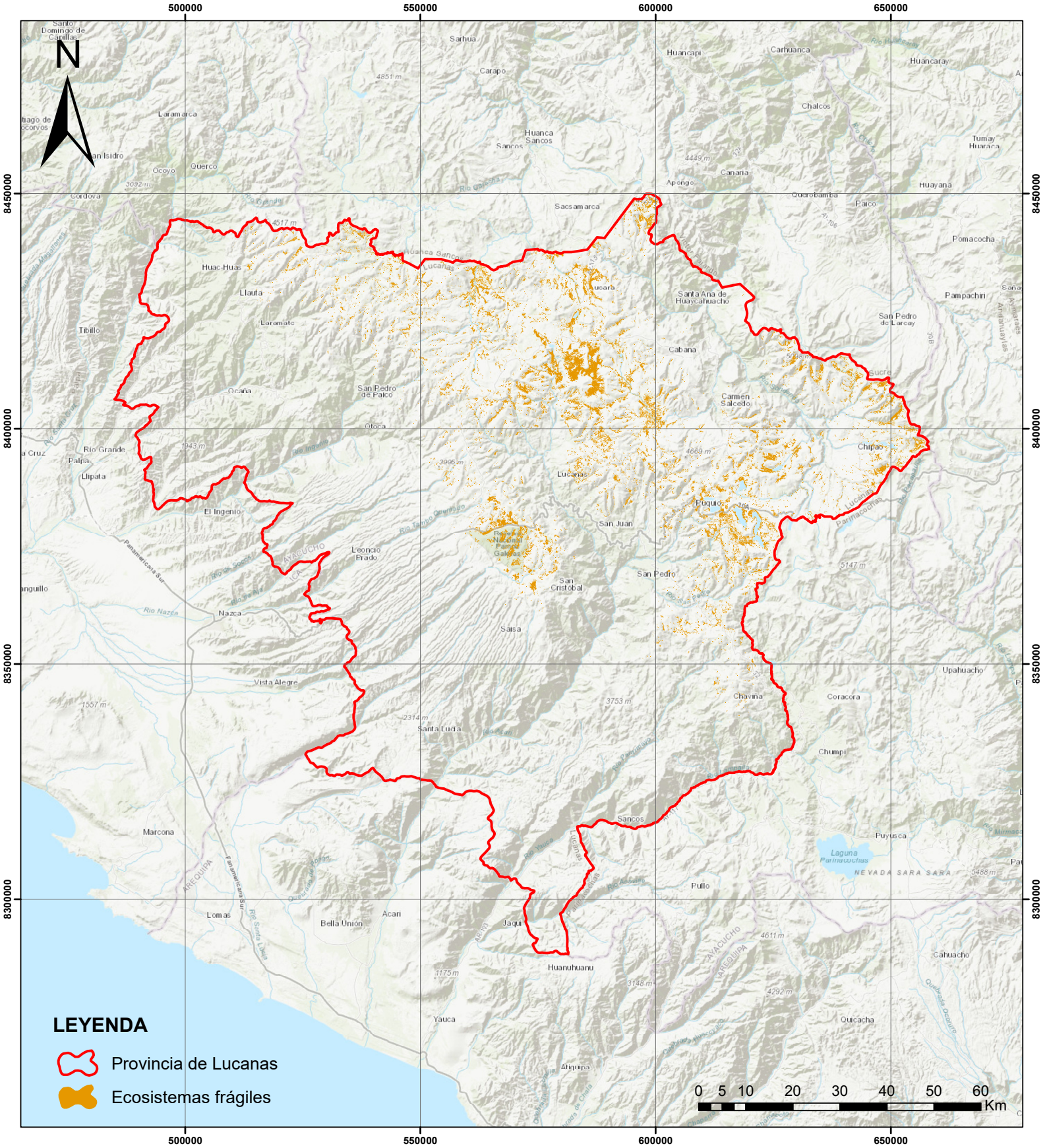
Anexo J: Mapa de áreas naturales protegidas tangibles



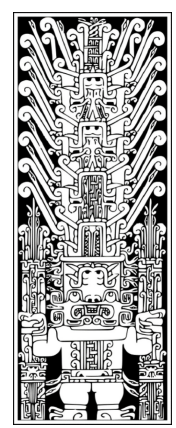
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS TANGIBLES	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	10	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - PD - 03	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



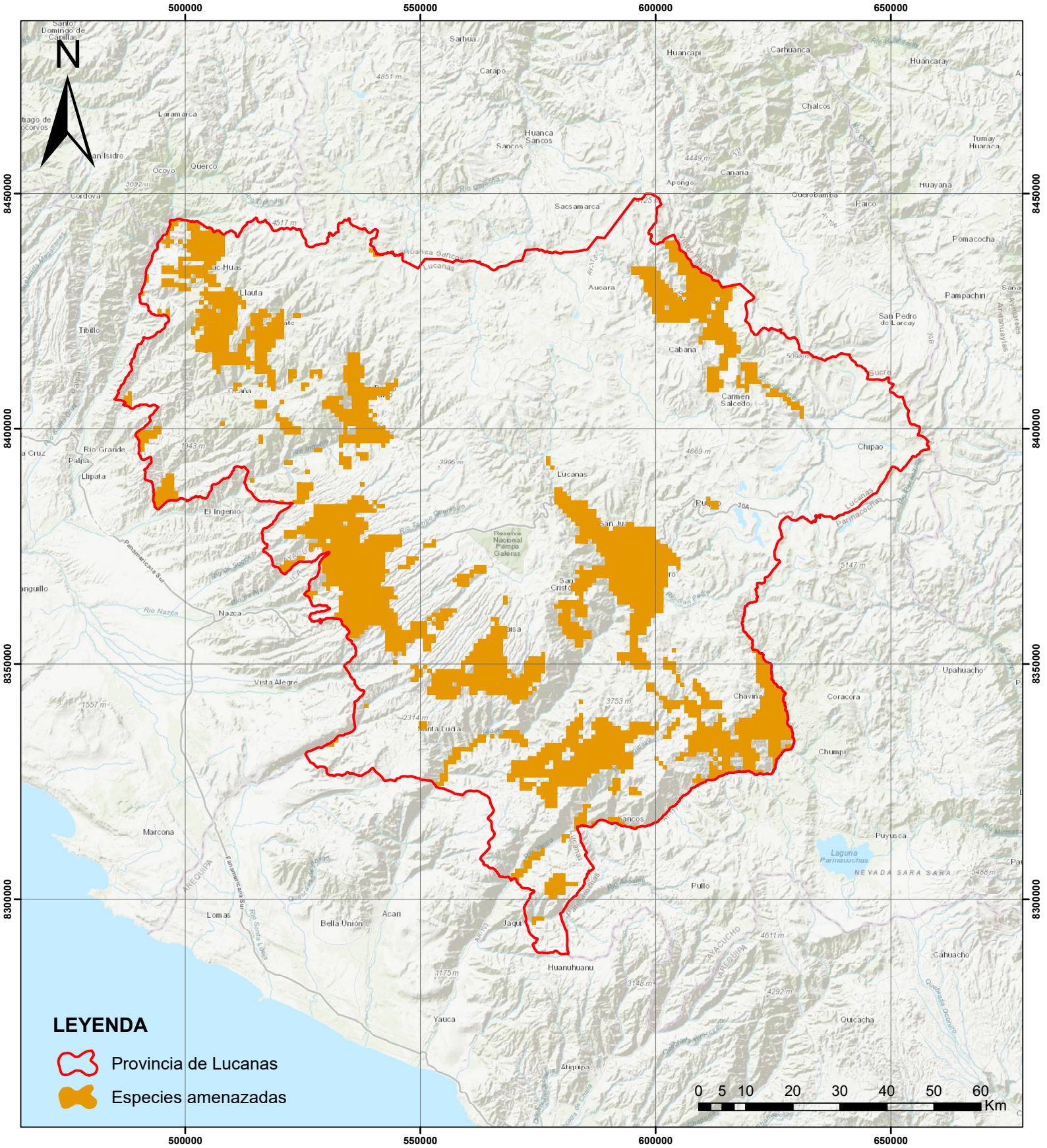
Anexo K: Mapa de ecosistemas frágiles



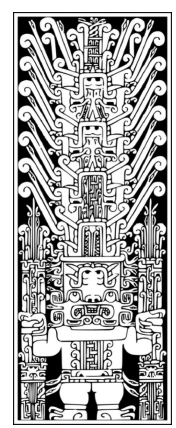
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ECOSISTEMAS FRÁGILES	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	11	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - PD - 04	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



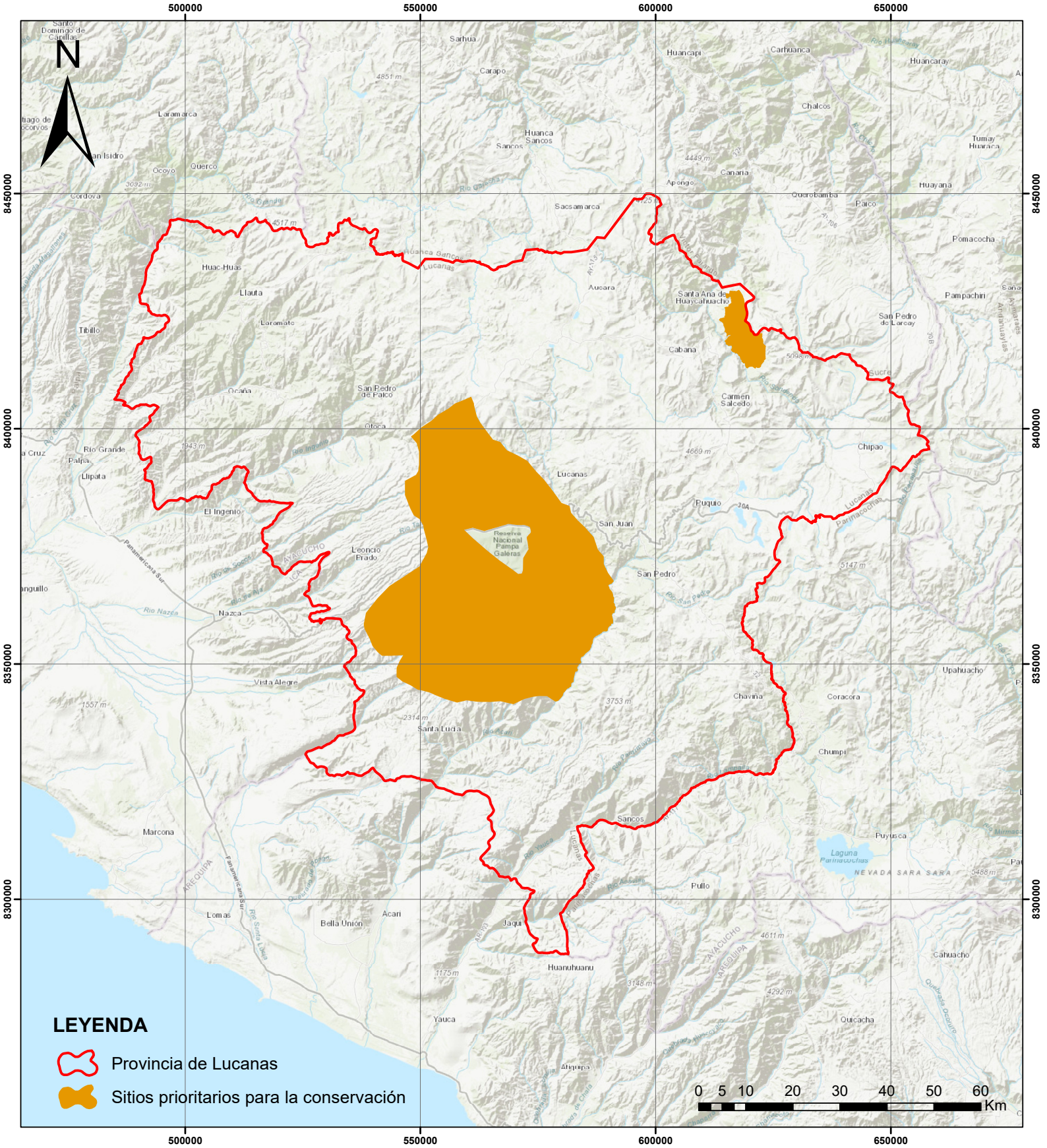
Anexo L: Mapa de especies amenazadas





ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ESPECIES AMENAZADAS Y ENDÉMICAS	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	12	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - PD - 05	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



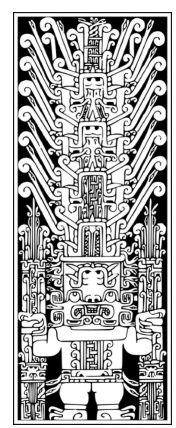
Anexo M: Mapa de sitios prioritarios para la conservación



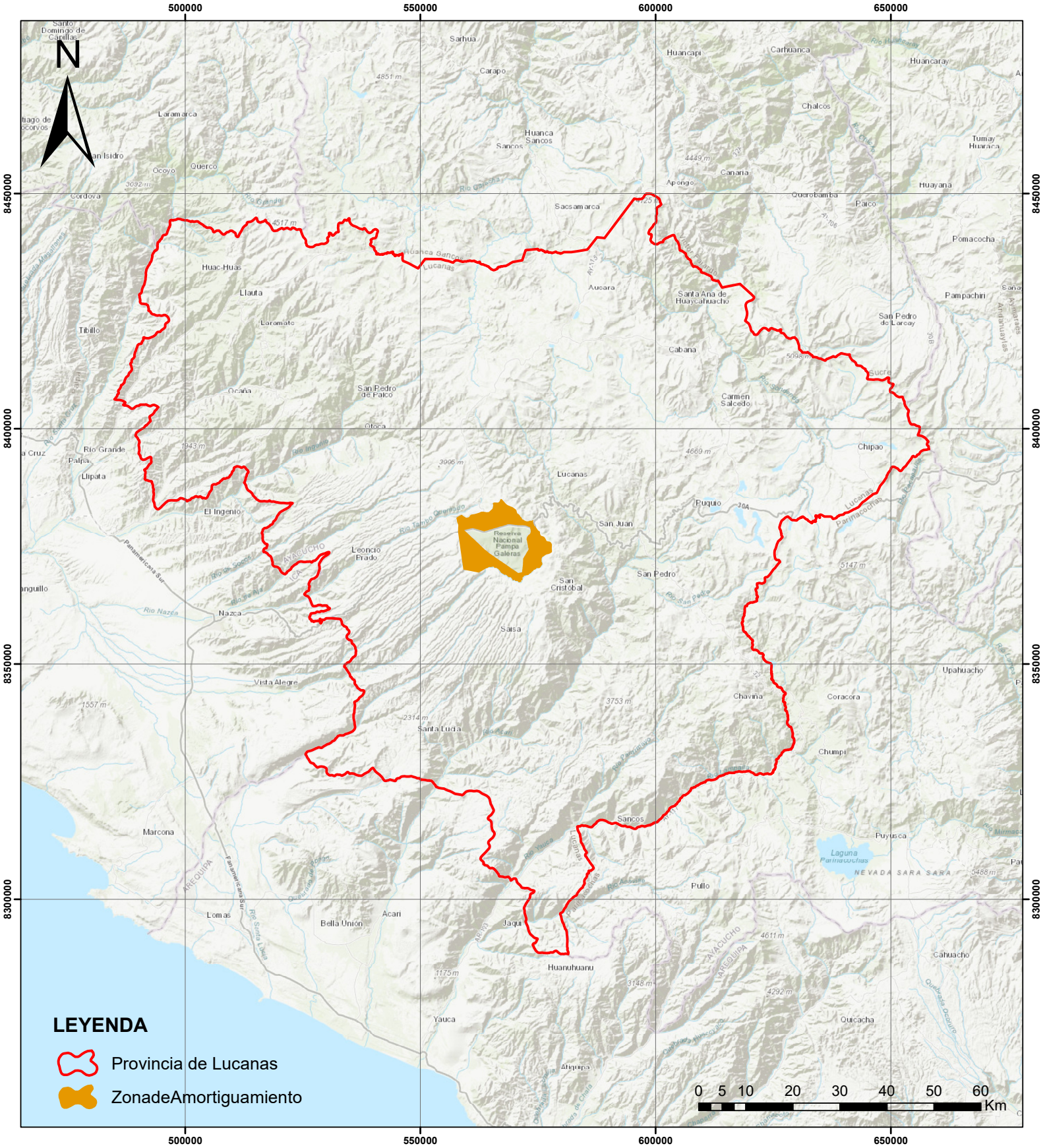
LEYENDA

-  Provincia de Lucanas
-  Sitios prioritarios para la conservación



ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	13	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - PD - 06	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL

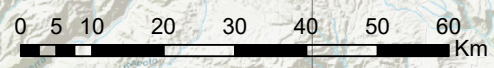


Anexo N: Mapa de zonas de amortiguamiento

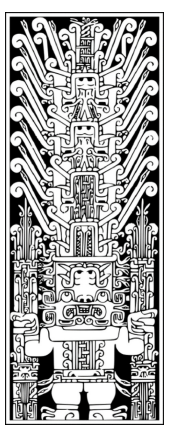


LEYENDA

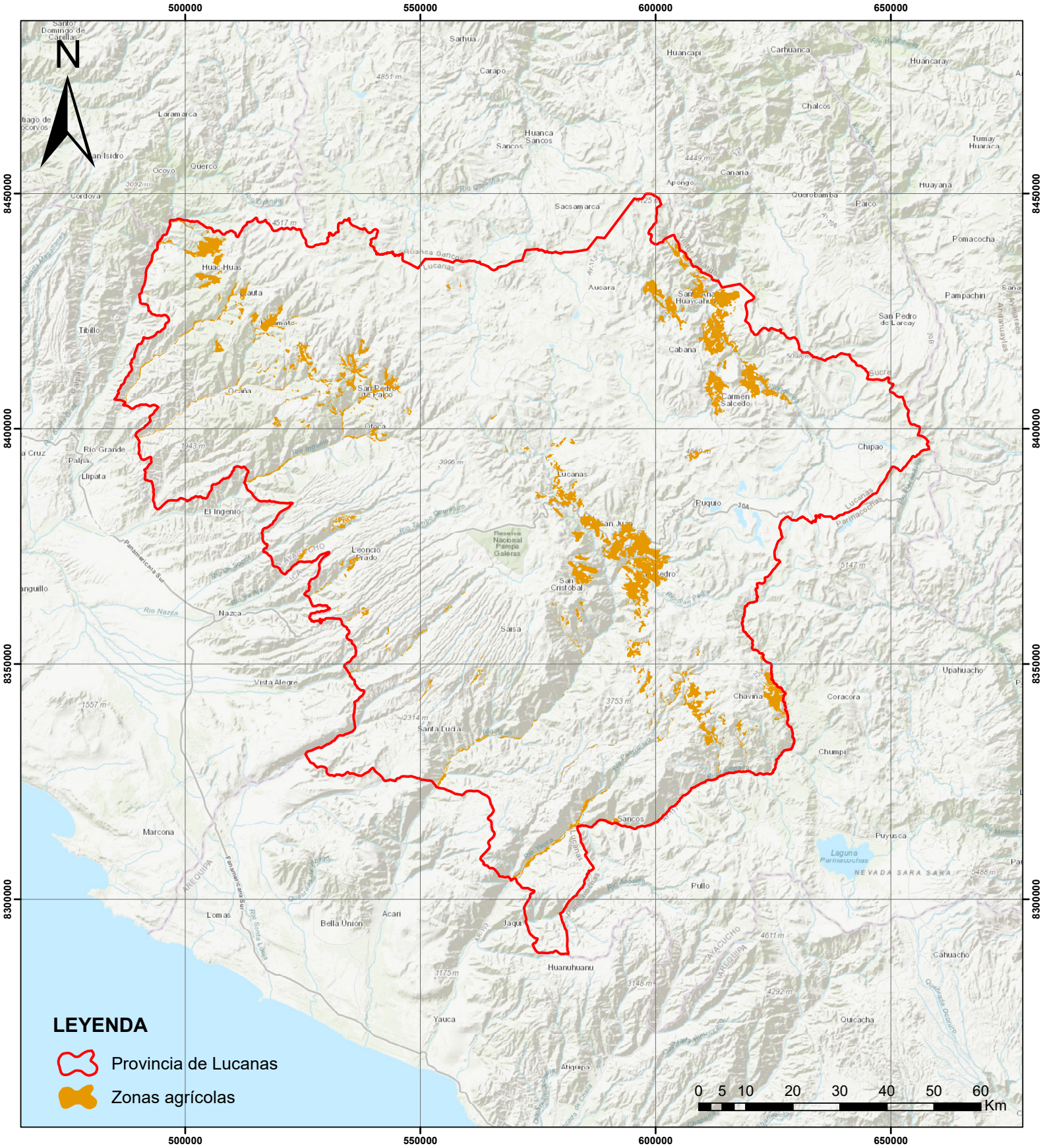
-  Provincia de Lucanas
-  Zona de Amortiguamiento





ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS		UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR DR. JULIO CESAR MINGA	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO	AYACUCHO		1:750,000	14	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - PD - 07	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL

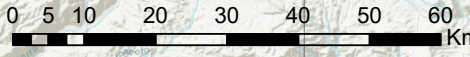


Anexo Ñ: Mapa de zonas agrícolas

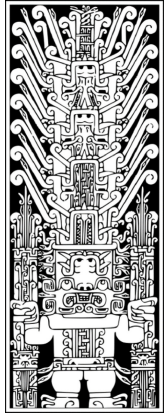


LEYENDA

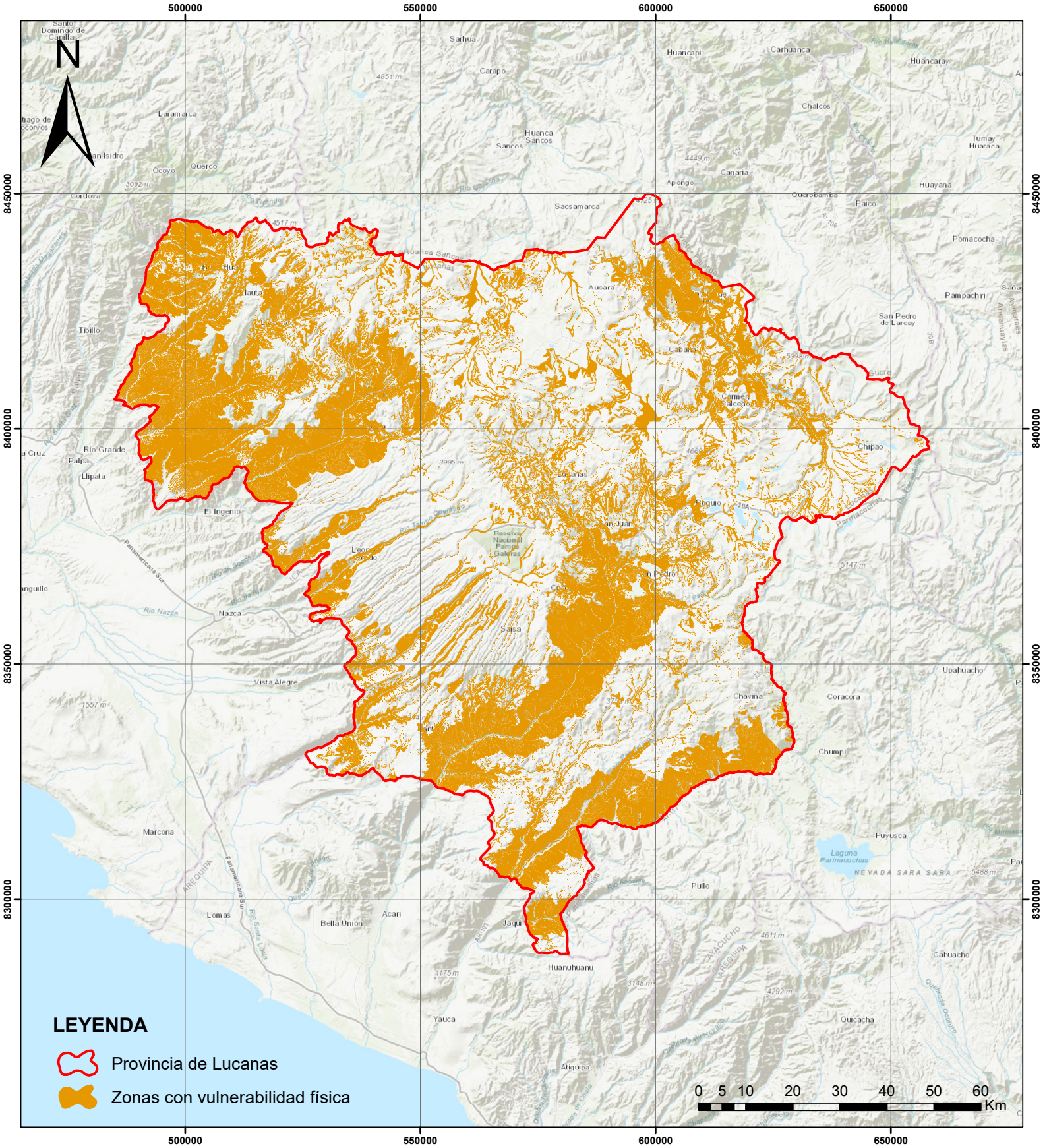
-  Provincia de Lucanas
-  Zonas agrícolas



ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS		UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	DR. JULIO CESAR MINGA	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ZONAS AGRÍCOLAS	AYACUCHO		1:750,000	15	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - PD - 08	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



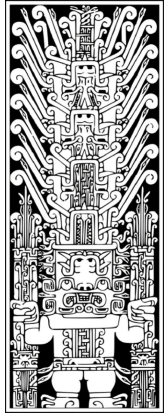
Anexo O: Mapa de zonas con vulnerabilidad física



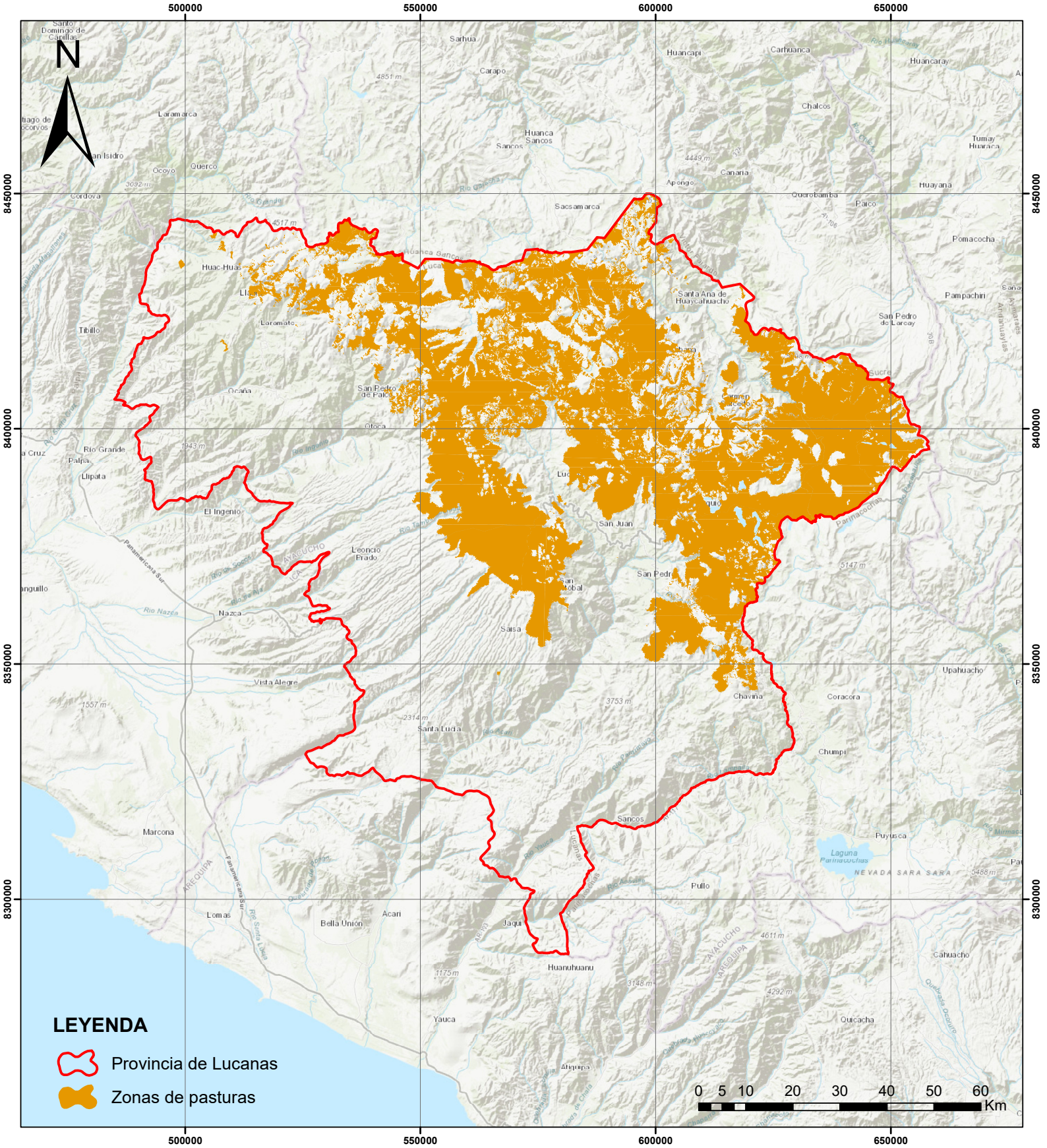
LEYENDA

- Provincia de Lucanas
- Zonas con vulnerabilidad física



ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ZONAS CON VULNERABILIDAD FÍSICA	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	16	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - PD - 09	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



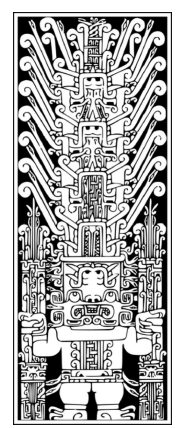
Anexo P: Mapa de zonas de pasturas



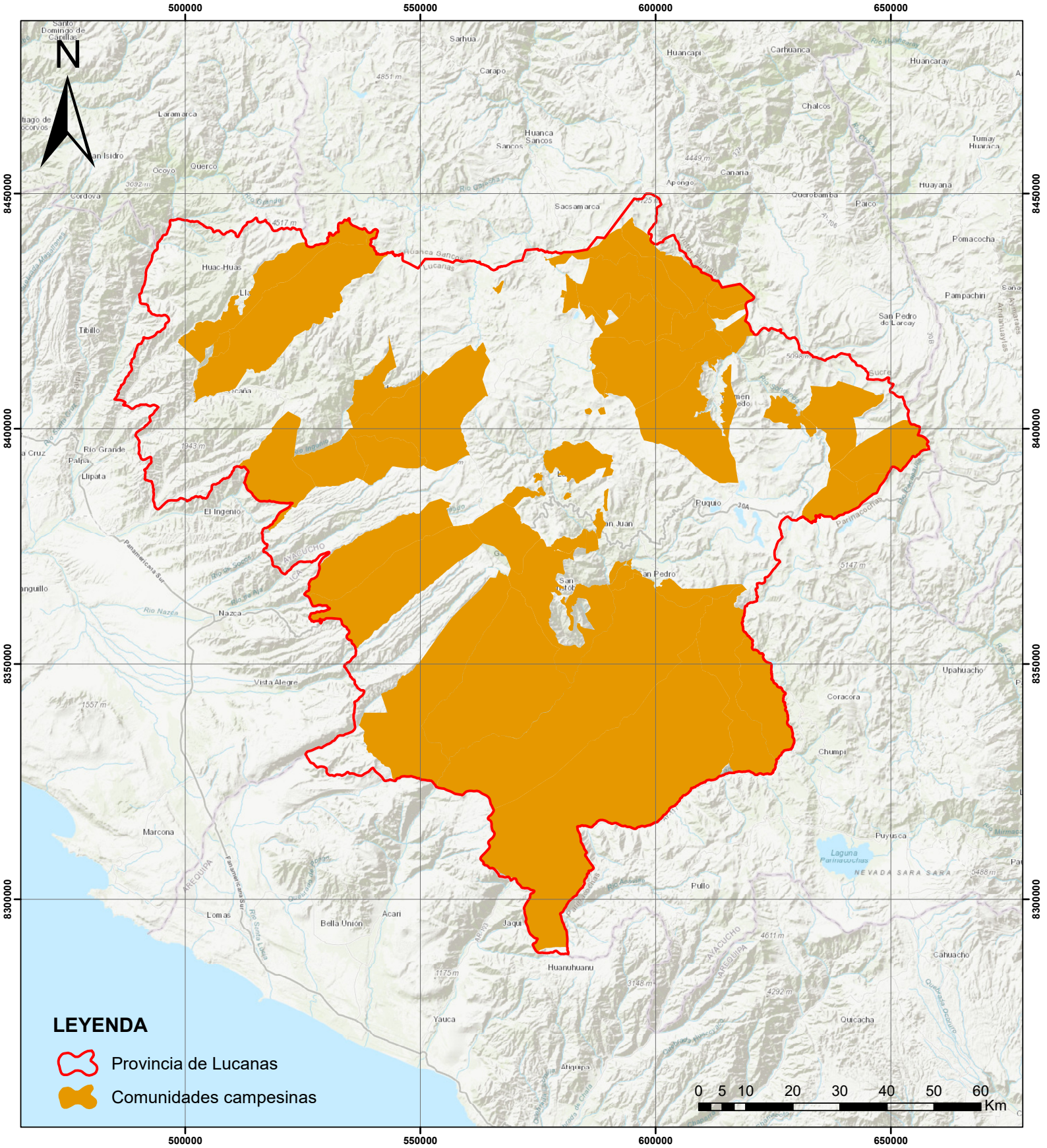
LEYENDA

-  Provincia de Lucanas
-  Zonas de pasturas

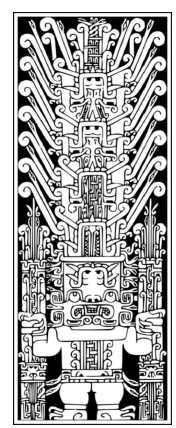
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ZONAS DE PASTURAS	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	17	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - PD - 10	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



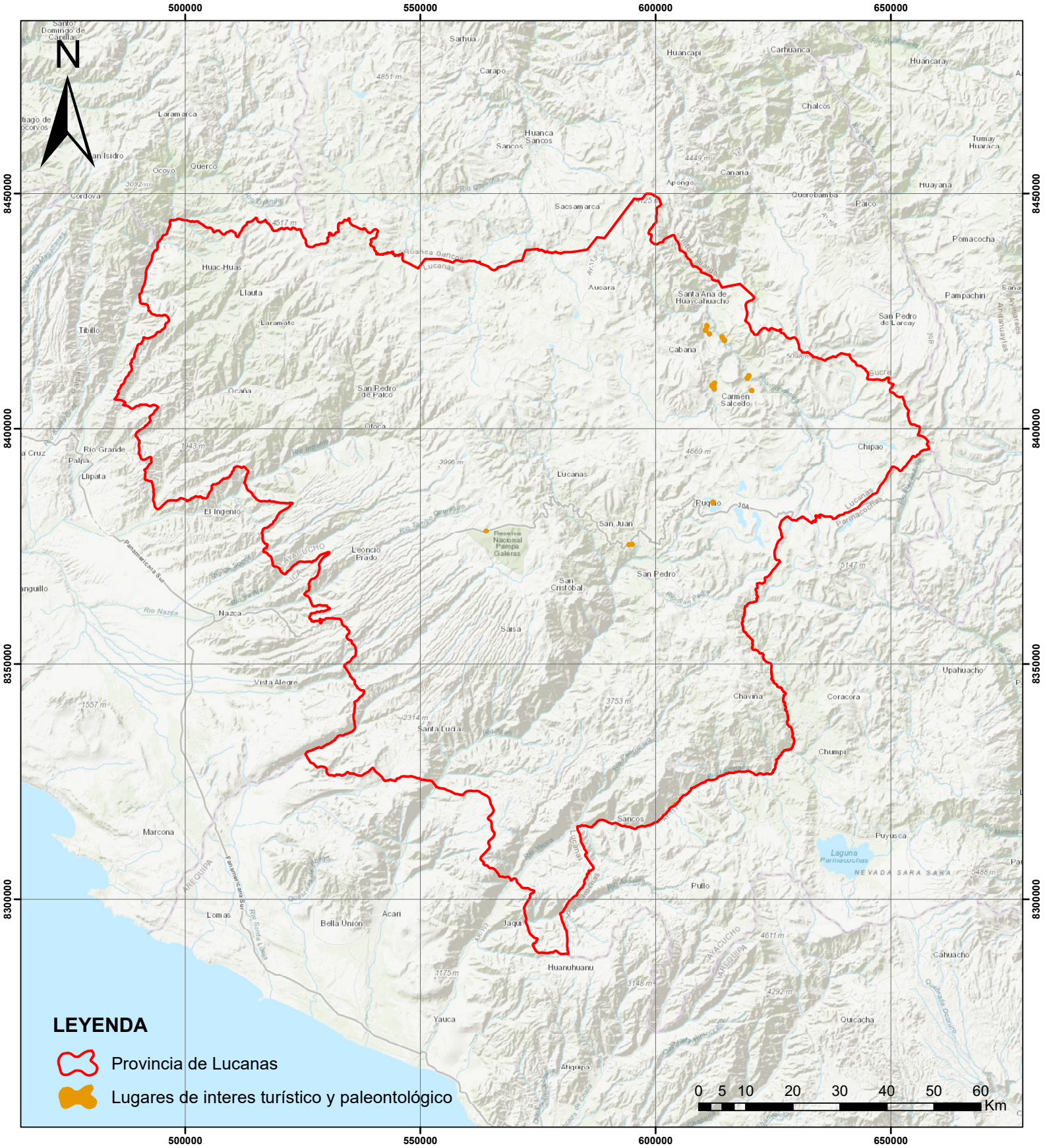
Anexo Q: Mapa de comunidades campesinas





ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS		UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	DR. JULIO CESAR MINGA	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE COMUNIDADES CAMPESINAS	AYACUCHO		1:750,000	18	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
		CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL	
			MP - PD - 11	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



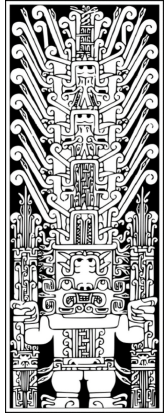
Anexo R: Mapa de lugares de interés turístico y paleontológico



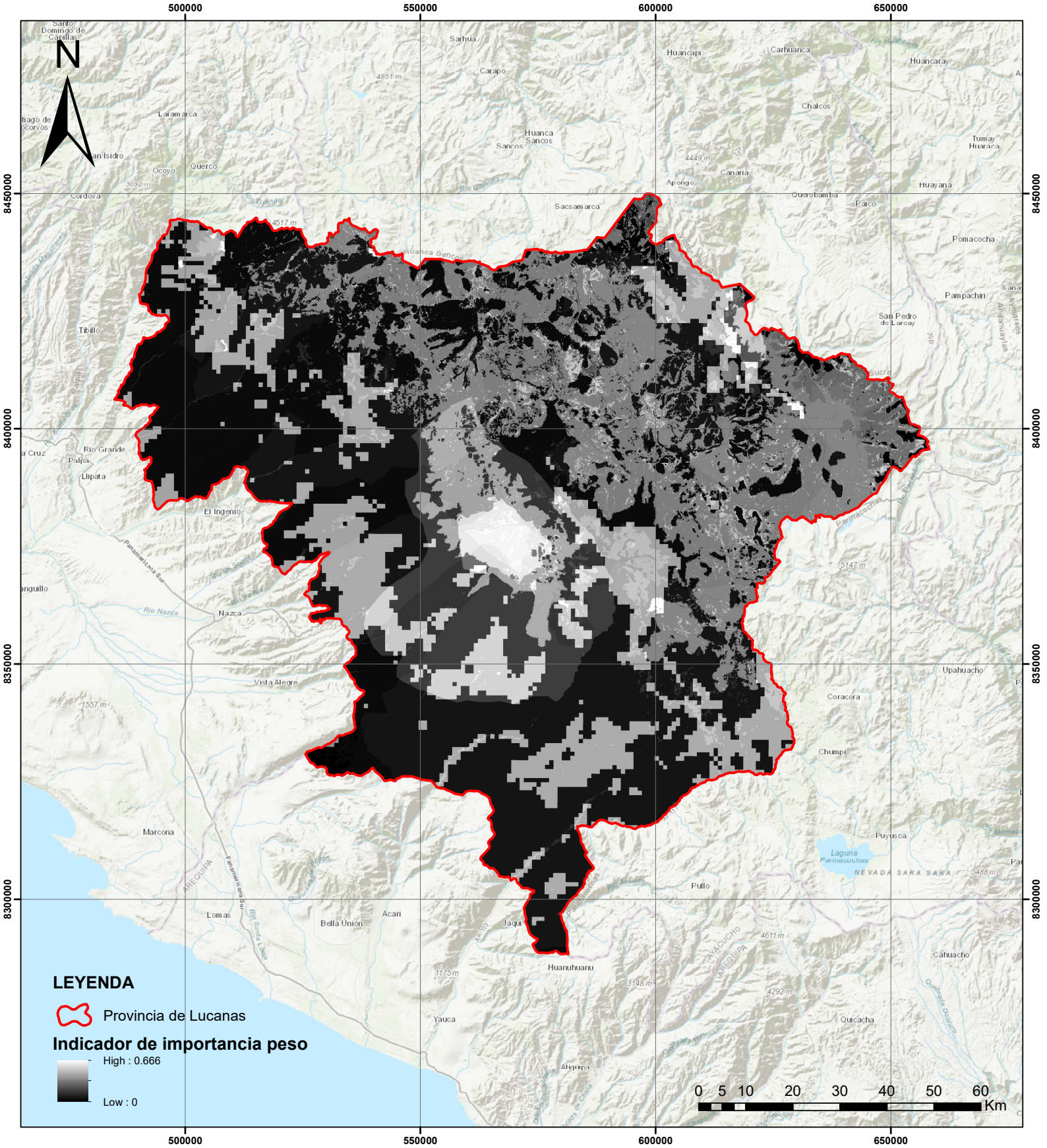
LEYENDA

-  Provincia de Lucanas
-  Lugares de interes turístico y paleontológico

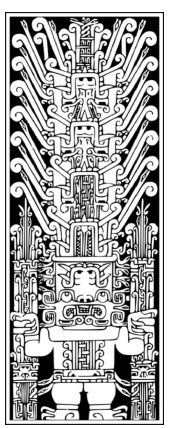
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE LUGARES DE INTERES TURÍSTICO Y PALEONTOLÓGICO	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	19	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - PD - 12	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



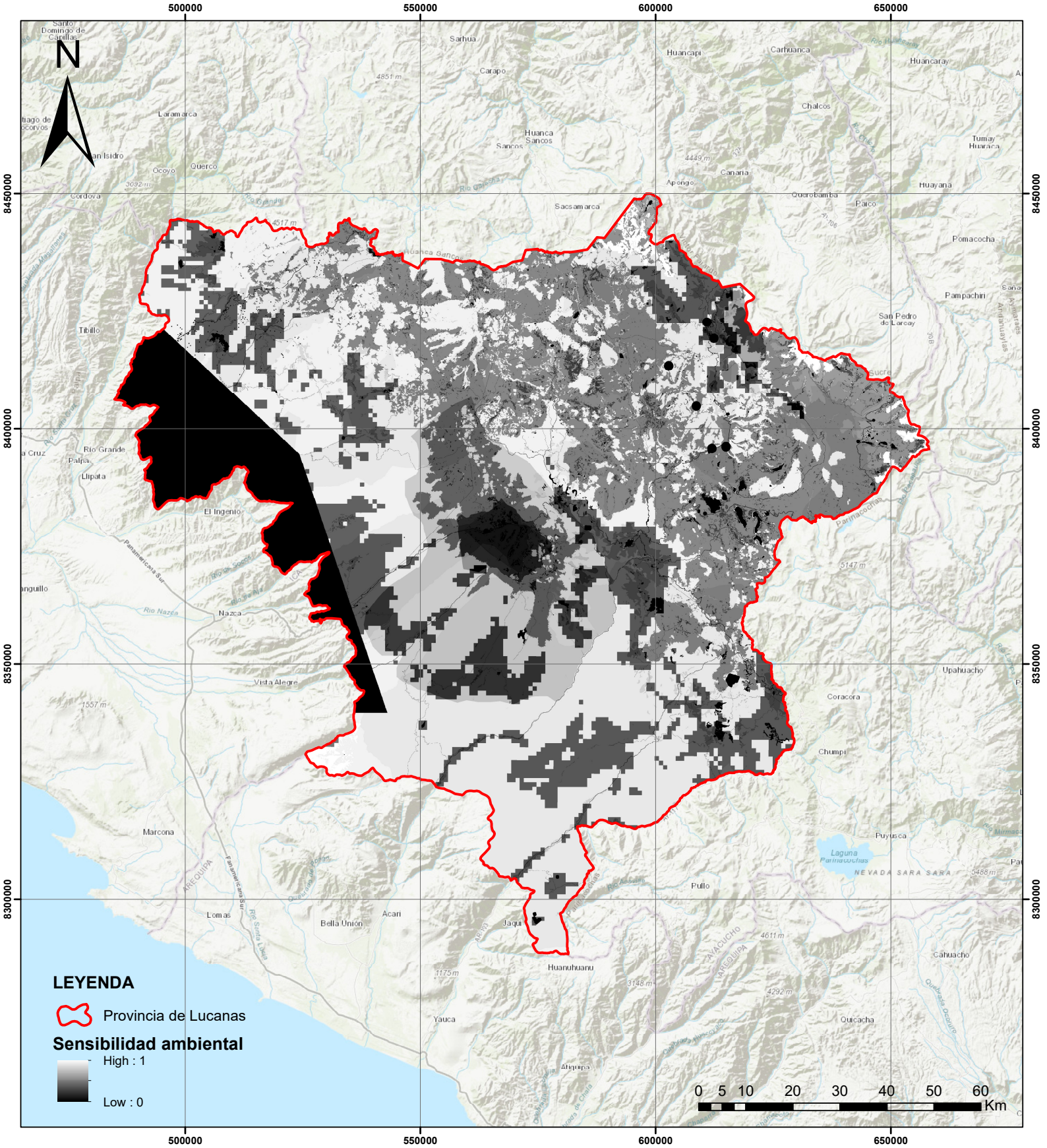
Anexo S: Mapa de Indicador importancia peso



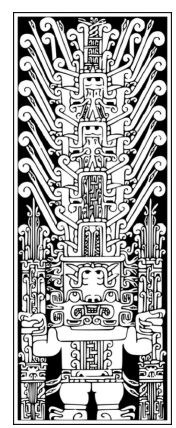
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE INDICADOR DE IMPORTANCIA PESO DE VARIABLES DE PONDERACIÓN	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	20	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	MP - SM - 01	FORMATO DE HOJA



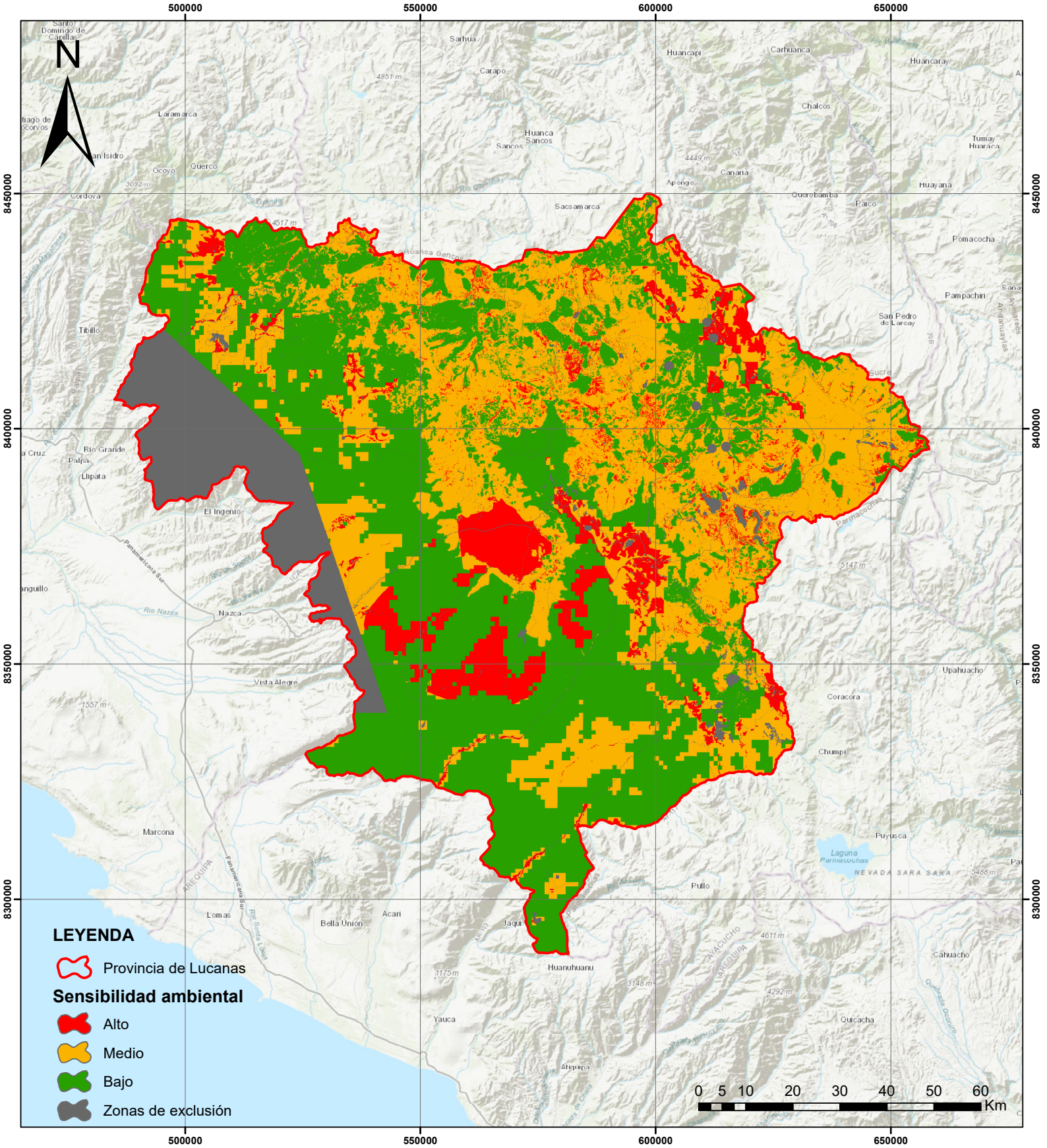
Anexo T: Mapa de sensibilidad ambiental



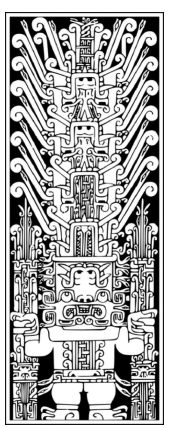
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ÍNDICE DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	21	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - SM - 02	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



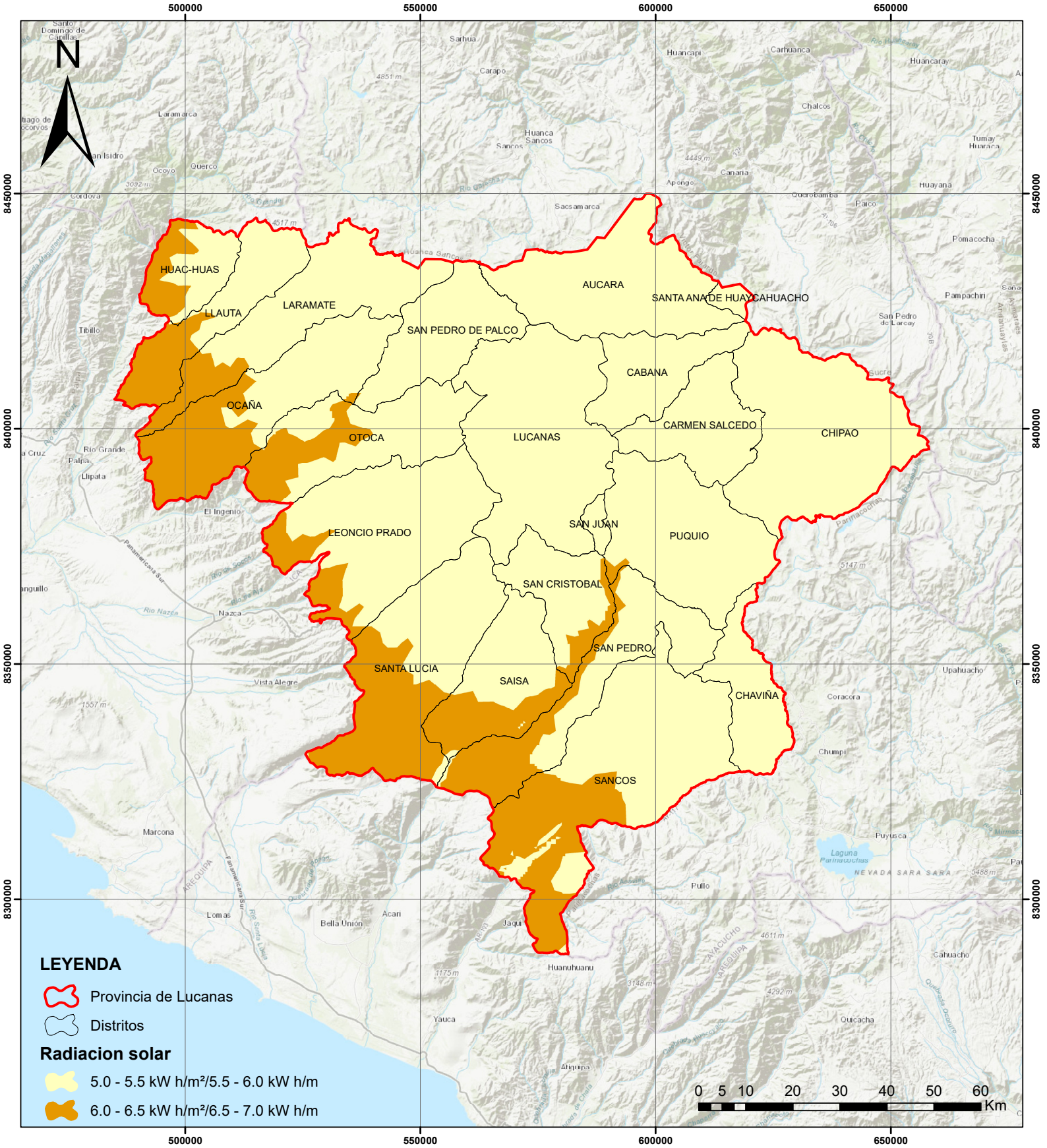
Anexo U: Mapa de representación de sensibilidad ambiental



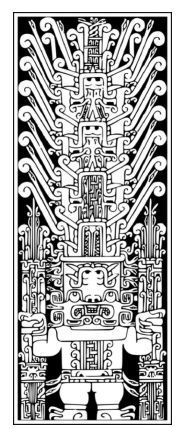
ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE REPRESENTACIÓN DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	22	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - SM - 03	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



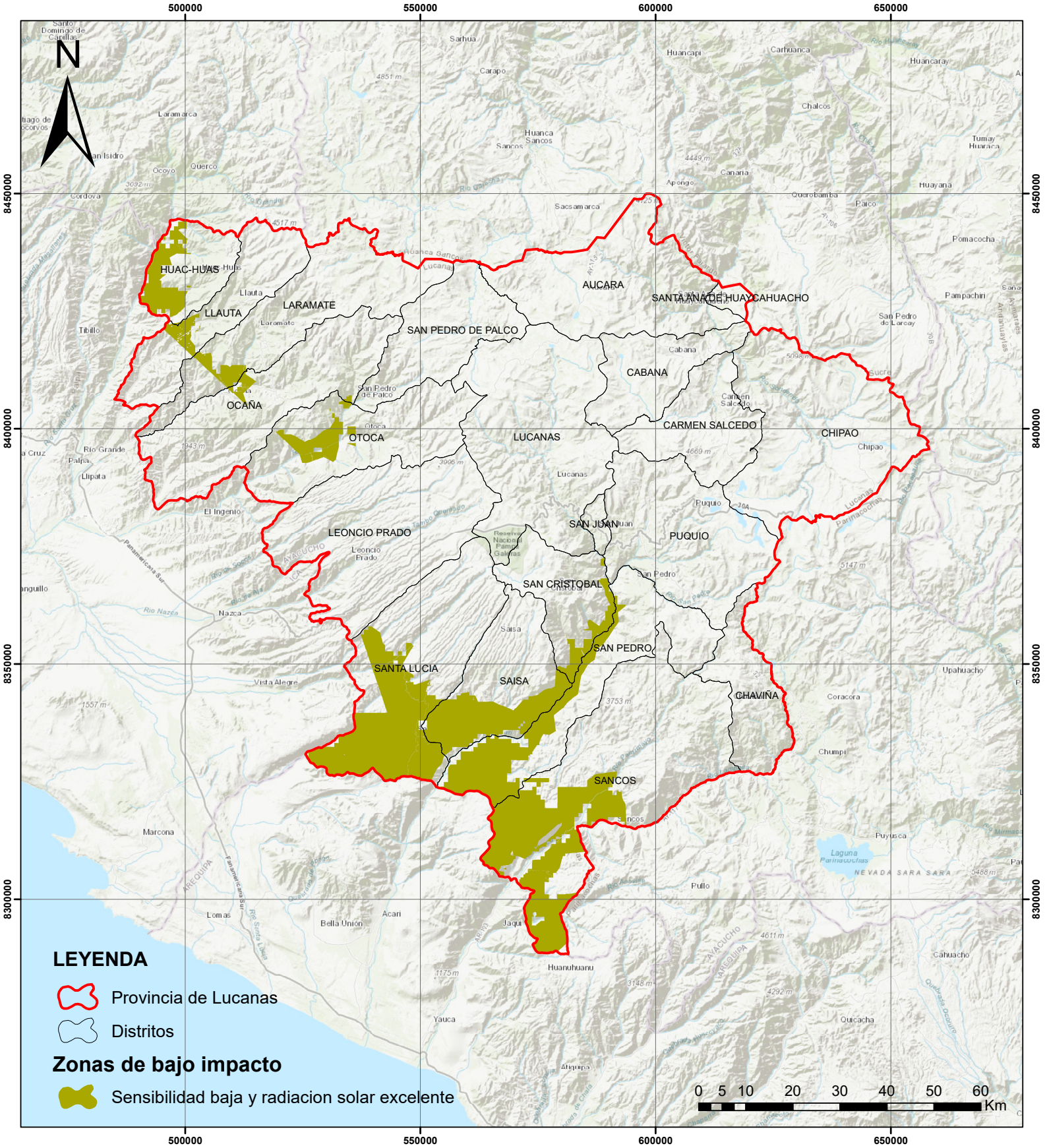
Anexo V: Mapa de rango de radiación solar



ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE RANGO DE RADIACIÓN SOLAR	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	23	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - IN - 01	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



Anexo W: Mapa de zonas de bajo impacto



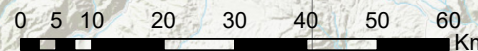
LEYENDA

Provincia de Lucanas

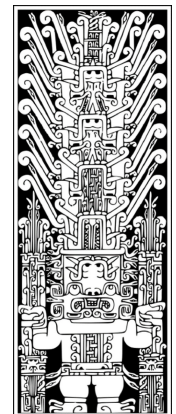
Distritos

Zonas de bajo impacto

Sensibilidad baja y radiacion solar excelente



ESTUDIO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AUTORÍA	DATOS ESPECÍFICOS	DATOS ADICIONALES	CASA DE ESTUDIOS
MODELAMIENTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN LA PROVINCIA DE LUCANAS - AYACUCHO	PROVINCIA	REALIZADO POR	SISTEMA DE COORDENADAS	FECHA	UNIVERSIDAD
	LUCANAS	BACH. NICOLÁS ANTONY ROJAS BAEZ	UTM WGS-84 ZONA 18 SUR	15/05/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NOMBRE DEL MAPA	REGIÓN	REVISADO POR	ESCALA	NÚMERO DE MAPA	FACULTAD
MAPA DE ZONAS DE BAJO IMPACTO	AYACUCHO	DR. JULIO CESAR MINGA	1:750,000	24	INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
			CODIFICACIÓN	FORMATO DE HOJA	ESCUELA PROFESIONAL
			MP - IN - 02	FORMATO A3	INGENIERÍA AMBIENTAL



Anexo X: Matriz de importancia del método de Saaty

Referencia:	Evaluación de importancia de los indicadores de ponderación ante el desarrollo de proyectos RER solar	Fecha de actualización: 10 de marzo de 2024
-------------	---	---

Definición: Método cuantitativo propuesto por Saaty (1980) que es empleado para tomar decisiones multicriterio. Se debe realizar una comparación por pares a partir de una jerarquía de preferencias establecida a juicio de expertos. El método se basa en la creación de una matriz de importancia donde, tanto en las filas como en las columnas, se encuentran los indicadores a ponderar, representándose la preferencia de un indicador frente a otro en relación a un atributo.

Objetivo: Reducir los impactos ambientales negativos de los proyectos solares

Criterios de importancia:
Indicadores de ponderación que condicionan la significancia del impacto ambiental por su nivel de sensibilidad ambiental ante los proyectos RER solar

- Áreas de importancia para la conservación de aves: Áreas con prioridades de conservación en base a las amenazas que enfrentan especies específicas de aves.
- Áreas degradadas: Áreas con pérdida total o parcial de algunos de sus componentes esenciales (agua, suelo y especies) que disminuyen la capacidad de mantener a los organismos vivos o de productividad.
- Áreas naturales protegidas tangibles: Áreas representativas del territorio establecidas por el Estado por su importancia para la conservación y su contribución al desarrollo sostenible. Involucra también a las ACR, ZR y ACP.
- Ecosistemas frágiles: Áreas de alto valor de conservación por su biodiversidad y servicios ambientales; altamente vulnerables ante las actividades antropogénicas.
- Especies amenazadas y endémicas: Áreas con presencia de especies de flora y/o fauna que se encuentran amenazadas.
- Sitios prioritarios para la conservación: Áreas que durante el proceso de elaboración del Plan Director fueron establecidas como sitios prioritarios para la conservación en el país.
- Zonas de amortiguamiento: Áreas adyacentes a las ANP, que por su naturaleza y ubicación requieren un tratamiento especial para garantizar la conservación del área protegida.
- Zonas agrícolas: Áreas destinadas a la agricultura, sin especificar información sobre el tipo de cultivo.
- Zonas con vulnerabilidad física: Áreas con probabilidad de ocurrencia de un fenómeno físico (provisión de masa, tsunamis, inundaciones), áreas con riesgo o susceptibilidad (volcánico, inundaciones, movimientos de masa) alto a muy alto incluyendo los asociados a eventos El Niño.
- Zonas de pasturas: Áreas con pastos naturales que son empleadas como forraje para el ganado.
- Comunidades campesinas: Áreas reconocidas por el Estado donde familias con vínculos ancestrales y socioculturales comparten la propiedad de la tierra.
- Lugares de interés turístico y paleontológicos: Áreas que manifiestan expresiones de la naturaleza, expresiones históricas, riqueza arqueológica y de interés paleontológico.

Matriz de comparación:
Considerando el grado de sensibilidad ambiental, es decir la susceptibilidad del indicador a ser afectado en su funcionamiento y en sus características propias por el desarrollo de proyectos RER solar en el Perú.
¿Cuál es más importante de salvaguardar para minimizar los impactos ambientales negativos generados: las zonas con presencia del indicador 1 o con presencia del indicador 2? A mayor sensibilidad ambiental, mayor interés de salvaguardar el lugar.

Intensidad	Nivel de importancia	Descripción
1	Importancia igual	Los indicadores contribuyen de igual forma al objetivo.
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen levemente a un indicador sobre otro.
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un indicador sobre otro.
7	Importancia muy fuerte	Un indicador es mucho más favorecido que el otro; su predominancia es demostrable.
9	Importancia extrema	La evidencia que favorece un indicador sobre el otro es abrumadora e incuestionable.
2,4,6 y 8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes.

MATRIZ DE COMPARACIÓN SOLAR	Áreas de importancia para la conservación de aves	MEDIO BIOLÓGICO						MEDIO FÍSICO			MEDIO SOCIAL		
		Áreas degradadas	Áreas naturales protegidas tangibles	Ecosistemas frágiles	Especies amenazadas y endémicas	Sitios prioritarios para la conservación	Zonas de amortiguamiento	Zonas agrícolas	Zonas con vulnerabilidad física	Zonas de pasturas	Comunidades campesinas	Lugares de interés turístico y paleontológicos	
MEDIO BIOLÓGICO	Áreas de importancia para la conservación de aves	1	3	1/3	1/3	1/6	1/2	1/2	3	2	4	4	1
	Áreas degradadas	1/3	1	1/5	1/5	1/7	1/3	1/6	1/3	1/3	2	2	1/4
	Áreas naturales protegidas tangibles	3	5	1	1	1/4	3	2	4	4	6	6	4
	Ecosistemas frágiles	3	5	1	1	1/4	3	3	4	4	6	6	3
	Especies amenazadas y endémicas	6	7	4	4	1	5	4	5	5	7	7	5
	Sitios prioritarios para la conservación	2	3	1/3	1/3	1/5	1	1/3	3	2	4	4	2
MEDIO FÍSICO	Zonas de amortiguamiento	2	6	1/2	1/3	1/4	3	1	4	4	5	5	3
	Zonas agrícolas	1/3	3	1/4	1/4	1/5	1/3	1/4	1	1/2	3	3	1/2
	Zonas con vulnerabilidad física	1/2	3	1/4	1/4	1/5	1/2	1/4	2	1	4	4	1/2
MEDIO SOCIAL	Zonas de pasturas	1/4	1/2	1/6	1/6	1/7	1/4	1/5	1/3	1/4	1	2	1/3
	Comunidades campesinas	1/4	1/2	1/6	1/6	1/7	1/4	1/5	1/3	1/4	1/2	1	1/3
	Lugares de interés turístico y paleontológicos	1	4	1/4	1/3	1/5	2	1/3	2	2	3	3	1
Sumatoria		19.67	41.00	8.45	8.37	3.15	19.17	12.23	29.00	25.33	45.50	47.00	20.92

Determinación de pesos:
La matriz de importancia debe ser normalizada para que los resultados de la evaluación de cada indicador sea comparable entre sí, de modo que pueda realizarse la asignación de pesos a cada indicador del modelo. Estos pesos serán multiplicados por cada capa raster de información.

MATRIZ NORMALIZADA SOLAR	MEDIO BIOLÓGICO						MEDIO FÍSICO			MEDIO SOCIAL		PONDERACIÓN (PESOS)	
	Áreas de importancia para la conservación de aves	Áreas degradadas	Áreas naturales protegidas tangibles	Ecosistemas frágiles	Especies amenazadas y endémicas	Sitios prioritarios para la conservación	Zonas de amortiguamiento	Zonas con vulnerabilidad física	Zonas agrícolas	Zonas de pasturas	Comunidades campesinas		Lugares de interés turístico y paleontológicos
Áreas de importancia para la conservación de aves	0.051	0.073	0.039	0.040	0.053	0.026	0.041	0.103	0.079	0.088	0.085	0.048	0.061
Áreas degradadas	0.017	0.024	0.024	0.024	0.045	0.017	0.014	0.011	0.013	0.044	0.043	0.012	0.024
Áreas naturales protegidas tangibles	0.153	0.122	0.118	0.120	0.079	0.157	0.163	0.138	0.158	0.132	0.128	0.191	0.138
Ecosistemas frágiles	0.153	0.122	0.118	0.120	0.079	0.157	0.245	0.138	0.158	0.132	0.128	0.143	0.141
Especies amenazadas y endémicas	0.305	0.171	0.473	0.478	0.318	0.261	0.327	0.172	0.197	0.154	0.149	0.239	0.270
Sitios prioritarios para la conservación	0.102	0.073	0.039	0.040	0.064	0.052	0.027	0.103	0.079	0.088	0.085	0.096	0.071
Zonas de amortiguamiento	0.102	0.146	0.059	0.040	0.079	0.157	0.082	0.138	0.158	0.110	0.106	0.143	0.110
Zonas con vulnerabilidad física	0.017	0.073	0.030	0.030	0.064	0.017	0.020	0.034	0.020	0.066	0.064	0.024	0.038
Zonas agrícolas	0.025	0.073	0.030	0.030	0.064	0.026	0.020	0.069	0.039	0.088	0.085	0.024	0.048
Zonas de pasturas	0.013	0.012	0.020	0.020	0.045	0.013	0.016	0.011	0.010	0.022	0.043	0.016	0.020
Comunidades campesinas	0.013	0.012	0.020	0.020	0.045	0.013	0.016	0.011	0.010	0.011	0.021	0.016	0.017
Lugares de interés turístico y paleontológicos	0.051	0.098	0.030	0.040	0.064	0.104	0.027	0.069	0.079	0.066	0.064	0.048	0.062
Sumatoria	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Consistencia de la evaluación:
Los juicios realizados en la matriz deben guardar consistencia entre sí. Se considera que la evaluación es aceptable cuando se obtiene un valor no mayor a 0.10. En caso contrario se debe revisar las valoraciones asignadas.

INDICADOR	Áreas de importancia para la conservación de aves	Áreas degradadas	Áreas naturales protegidas tangibles	Ecosistemas frágiles	Especies amenazadas y endémicas	Sitios prioritarios para la conservación	Zonas de amortiguamiento	Zonas con vulnerabilidad física	Zonas agrícolas	Zonas de pasturas	Comunidades campesinas	Lugares de interés turístico y paleontológicos	Ámax (SUMA)
VALOR ÚNICO	0.783	0.300	1.896	1.945	3.713	0.931	1.487	0.473	0.594	0.252	0.225	0.817	13.415
COEFICIENTE DE CONSISTENCIA (CR) SOLAR													
Ci	0.1286												
Rci	1.6500												
CR	0.0780												
CONSISTENTE													

Referencia: Priorización de los indicadores de ponderación ante el desarrollo de proyectos solares escala provincial

Fecha de actualización: 10 de marzo de 2024

INDICADOR	PONDERACIÓN SOLAR
Especies amenazadas y endémicas	0.270
Ecosistemas frágiles	0.141
Áreas naturales protegidas tangibles	0.138
Zonas de amortiguamiento	0.110
Sitios prioritarios para la conservación	0.071
Lugares de interés turístico y paleontológicos	0.062
Áreas de importancia para la conservación de aves	0.061
Zonas agrícolas	0.048
Zonas con vulnerabilidad física	0.038
Áreas degradadas	0.024
Zonas de pasturas	0.020
Comunidades campesinas	0.017
	1.000

PONDERACIÓN SOLAR	INDICADOR
0.270	Especies amenazadas y endémicas
0.141	Ecosistemas frágiles
0.138	Áreas naturales protegidas tangibles
0.110	Zonas de amortiguamiento
0.071	Sitios prioritarios para la conservación
0.062	Lugares de interés turístico y paleontológicos
0.061	Áreas de importancia para la conservación de aves
0.048	Zonas agrícolas
0.038	Zonas con vulnerabilidad física
0.024	Áreas degradadas
0.020	Zonas de pasturas
0.017	Comunidades campesinas

Mayor sensibilidad ambiental



Menor sensibilidad ambiental

Anexo Y: Memoria fotográfica

REGISTRO FOTOGRÁFICO

A continuación, se presenta un registro fotográfico de la visita técnica realizada a la provincia de lucanas, acontecido durante el mes de abril del 2024 como parte de levantamiento de información in situ.

Plaza de armas de Lucanas



Fauna endémica de Lucanas



Anexo Z: Encuesta a pobladores

ENCUESTA PARA DESARROLLO TESIS DE INVESTIGACION

Esta encuesta se realiza como parte de investigación de tesis para la obtención del título de Ingeniero Ambiental por el Bachiller Nicolas Anthony Rojas Baez de la **Universidad Nacional Federico Villarreal**. La presente Tesis lleva por título: **“Modelamiento ambiental para la implementación de proyectos de energía solar en la provincia de Lucanas – Ayacucho”**. Esta encuesta servirá para levantar información de reconocimiento, además, está validada por la especialista en proyectos de energías renovables y consultora de The Nature Conservancy **Patricia Magaly Barros Pozo – Ingeniera Ambiental** y solo deberá ser contestada en función de la vivencia propia por pobladores.

Por favor marcar la respuesta en donde sea necesario.

A. Datos generales del encuestado

1. Nombre y edad

2. ¿Qué ocupación tiene?

3. ¿Posee acceso a energía eléctrica las 24 horas del día?
SI NO

B. Conocimiento del problema

1. ¿Sabe usted que es la energía solar?

2. ¿Cree que la energía eléctrica es costosa?
SI NO

3. Cree que toda la provincia de Lucanas cuenta con acceso a energía eléctrica.
SI NO

4. ¿Cree que cada año la contaminación al ambiente está aumentando por la quema de combustible?

5. ¿Cree usted que usar la energía solar reducirá la contaminación?

6. ¿Conoce alguna otra alternativa de generación de energía?

7. ¿Considera que la energía solar es costosa para implementar?
SI NO

8. ¿Puede definir que son los paneles solares para usted o que piensa que es?

9. Estaría de acuerdo con la fabricación de plantas solares de energía solar, amigables con el ambiente y costo económico
SI NO

ENCUESTA PARA DESARROLLO TESIS DE INVESTIGACION

Esta encuesta se realiza como parte de investigación de tesis para la obtención del título de Ingeniero Ambiental por el Bachiller Nicolas Anthony Rojas Baez de la **Universidad Nacional Federico Villarreal**. La presente Tesis lleva por título: **“Modelamiento ambiental para la implementación de proyectos de energía solar en la provincia de Lucanas – Ayacucho”**. Esta encuesta servirá para levantar información de reconocimiento, además, está validada por la especialista en proyectos de energías renovables y consultora de The Nature Conservancy **Patricia Magaly Barros Pozo – Ingeniera Ambiental** y solo deberá ser contestada en función de la vivencia propia por pobladores.

Por favor marcar la respuesta en donde sea necesario.

A. Datos generales del encuestado

1. Nombre y edad

Jose Gomez, 24

2. ¿Qué ocupación tiene?

Auditor

3. ¿Posee acceso a energía eléctrica las 24 horas del día?

SI

NO

B. Conocimiento del problema

1. ¿Sabe usted que es la energía solar?

SI

2. ¿Cree que la energía eléctrica es costosa?

SI

NO

3. Cree que toda la provincia de Lucanas cuenta con acceso a energía eléctrica.

SI

NO

4. ¿Cree que cada año la contaminación al ambiente está aumentando por la quema de combustible?

SI, definitivamente

5. ¿Cree usted que usar la energía solar reducirá la contaminación?

SI

6. ¿Conoce alguna otra alternativa de generación de energía?

SI, hidroeléctrica / eólica

7. ¿Considera que la energía solar es costosa para implementar?

SI

NO

8. ¿Puede definir que son los paneles solares para usted o que piensa que es?

Es un objeto que utiliza la luz solar para generar energía eléctrica.

9. Estaría de acuerdo con la fabricación de plantas solares de energía solar, amigables con el ambiente y costo económico

SI

NO

ENCUESTA PARA DESARROLLO TESIS DE INVESTIGACION

Esta encuesta se realiza como parte de investigación de tesis para la obtención del título de Ingeniero Ambiental por el Bachiller Nicolas Anthony Rojas Baez de la **Universidad Nacional Federico Villarreal**. La presente Tesis lleva por título: "**Modelamiento ambiental para la implementación de proyectos de energía solar en la provincia de Lucanas – Ayacucho**". Esta encuesta servirá para levantar información de reconocimiento, además, está validada por la especialista en proyectos de energías renovables y consultora de The Nature Conservancy **Patricia Magaly Barros Pozo – Ingeniera Ambiental** y solo deberá ser contestada en función de la vivencia propia por pobladores.

Por favor marcar la respuesta en donde sea necesario.

A. Datos generales del encuestado

1. Nombre y edad

Redo Morales 45 años

2. ¿Qué ocupación tiene?

Obrero

3. ¿Posee acceso a energía eléctrica las 24 horas del día?

SI NO

B. Conocimiento del problema

1. ¿Sabe usted que es la energía solar?

No

2. ¿Cree que la energía eléctrica es costosa?

SI NO

3. Cree que toda la provincia de Lucanas cuenta con acceso a energía eléctrica.

SI NO

4. ¿Cree que cada año la contaminación al ambiente está aumentando por la quema de combustible?

Si

5. ¿Cree usted que usar la energía solar reducirá la contaminación?

Si.

6. ¿Conoce alguna otra alternativa de generación de energía?

No.

7. ¿Considera que la energía solar es costosa para implementar?

SI NO

8. ¿Puede definir que son los paneles solares para usted o que piensa que es?

Objetos para generar luz

9. Estaría de acuerdo con la fabricación de plantas solares de energía solar, amigables con el ambiente y costo económico

SI NO

ENCUESTA PARA DESARROLLO TESIS DE INVESTIGACION

Esta encuesta se realiza como parte de investigación de tesis para la obtención del título de Ingeniero Ambiental por el Bachiller Nicolas Anthony Rojas Baez de la **Universidad Nacional Federico Villarreal**. La presente Tesis lleva por título: "**Modelamiento ambiental para la implementación de proyectos de energía solar en la provincia de Lucanas – Ayacucho**". Esta encuesta servirá para levantar información de reconocimiento, además, está validada por la especialista en proyectos de energías renovables y consultora de The Nature Conservancy **Patricia Magaly Barros Pozo – Ingeniera Ambiental** y solo deberá ser contestada en función de la vivencia propia por pobladores.

Por favor marcar la respuesta en donde sea necesario.

A. Datos generales del encuestado

1. Nombre y edad

Segundo Rojas . 57

2. ¿Qué ocupación tiene?

Comerciante.

3. ¿Posee acceso a energía eléctrica las 24 horas del día?

SI NO

B. Conocimiento del problema

1. ¿Sabe usted que es la energía solar?

NO

2. ¿Cree que la energía eléctrica es costosa?

SI NO

3. Cree que toda la provincia de Lucanas cuenta con acceso a energía eléctrica.

SI NO

4. ¿Cree que cada año la contaminación al ambiente está aumentando por la quema de combustible?

Si.

5. ¿Cree usted que usar la energía solar reducirá la contaminación?

Claro que si.

6. ¿Conoce alguna otra alternativa de generación de energía?

No.

7. ¿Considera que la energía solar es costosa para implementar?

SI NO

8. ¿Puede definir que son los paneles solares para usted o que piensa que es?

Un aparato que capta luz.

9. Estaría de acuerdo con la fabricación de plantas solares de energía solar, amigables con el ambiente y costo económico

SI NO

ENCUESTA PARA DESARROLLO TESIS DE INVESTIGACION

Esta encuesta se realiza como parte de investigación de tesis para la obtención del título de Ingeniero Ambiental por el Bachiller Nicolas Anthony Rojas Baez de la **Universidad Nacional Federico Villarreal**. La presente Tesis lleva por título: "**Modelamiento ambiental para la implementación de proyectos de energía solar en la provincia de Lucanas – Ayacucho**". Esta encuesta servirá para levantar información de reconocimiento, además, está validada por la especialista en proyectos de energías renovables y consultora de The Nature Conservancy **Patricia Magaly Barros Pozo – Ingeniera Ambiental** y solo deberá ser contestada en función de la vivencia propia por pobladores.

Por favor marcar la respuesta en donde sea necesario.

A. Datos generales del encuestado

1. Nombre y edad

Mania Colqui 45

2. ¿Qué ocupación tiene?

Ama de casa.

3. ¿Posee acceso a energía eléctrica las 24 horas del día?

SI NO

B. Conocimiento del problema

1. ¿Sabe usted que es la energía solar?

NO

2. ¿Cree que la energía eléctrica es costosa?

SI NO

3. Cree que toda la provincia de Lucanas cuenta con acceso a energía eléctrica.

SI NO

4. ¿Cree que cada año la contaminación al ambiente está aumentando por la quema de combustible?

SI

5. ¿Cree usted que usar la energía solar reducirá la contaminación?

SI.

6. ¿Conoce alguna otra alternativa de generación de energía?

NO.

7. ¿Considera que la energía solar es costosa para implementar?

SI NO

8. ¿Puede definir que son los paneles solares para usted o que piensa que es?

Un tipo de plancha que capta la luz.

9. Estaría de acuerdo con la fabricación de plantas solares de energía solar, amigables con el ambiente y costo económico

SI NO

ENCUESTA PARA DESARROLLO TESIS DE INVESTIGACION

Esta encuesta se realiza como parte de investigación de tesis para la obtención del título de Ingeniero Ambiental por el Bachiller Nicolas Anthony Rojas Baez de la **Universidad Nacional Federico Villarreal**. La presente Tesis lleva por título: "**Modelamiento ambiental para la implementación de proyectos de energía solar en la provincia de Lucanas – Ayacucho**". Esta encuesta servirá para levantar información de reconocimiento, además, está validada por la especialista en proyectos de energías renovables y consultora de The Nature Conservancy **Patricia Magaly Barros Pozo – Ingeniera Ambiental** y solo deberá ser contestada en función de la vivencia propia por pobladores.

Por favor marcar la respuesta en donde sea necesario.

A. Datos generales del encuestado

1. Nombre y edad

Edilberto Davila, 37.

2. ¿Qué ocupación tiene?

Profesor.

3. ¿Posee acceso a energía eléctrica las 24 horas del día?

SI NO

B. Conocimiento del problema

1. ¿Sabe usted que es la energía solar?

Si.

2. ¿Cree que la energía eléctrica es costosa?

SI NO

3. Cree que toda la provincia de Lucanas cuenta con acceso a energía eléctrica.

SI NO

4. ¿Cree que cada año la contaminación al ambiente está aumentando por la quema de combustible?

Si. Por la quema de combustibles fósiles.

5. ¿Cree usted que usar la energía solar reducirá la contaminación?

Por supuesto que si.

6. ¿Conoce alguna otra alternativa de generación de energía?

Hidroeléctrica, eólica.

7. ¿Considera que la energía solar es costosa para implementar?

SI NO

8. ¿Puede definir que son los paneles solares para usted o que piensa que es?

Elemento u objeto que transforma energía solar en eléctrica.

9. Estaría de acuerdo con la fabricación de plantas solares de energía solar, amigables con el ambiente y costo económico

SI NO