



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Sociales

Escuela Profesional de Geografía

Optimización el flujo de trabajo cartográfico y analítico en el proyecto de Mejoramiento de los Servicios de Gestión Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible en la Municipalidad Provincial de Anta

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Geógrafo

AUTOR

Brayan Joel QUISPE SOLORZANO

ASESOR

Dr. Walter Javier DÍAZ CARTAGENA

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Quispe, B. (2026). *Optimización el flujo de trabajo cartográfico y analítico en el proyecto de Mejoramiento de los Servicios de Gestión Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible en la Municipalidad Provincial de Anta*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Sociales, Escuela Profesional de Geografía]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios:

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Brayan Joel Quispe Solorzano
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72430693
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7494-140X
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Walter Javier Díaz Cartagena
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25726173
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-1111-1825
Datos del Jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Edwin Natividad Gabriel Campos
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40817384
Miembro de jurado 1	
Nombres y apellidos	Luz Alexandra Javier Silva
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47623606
Miembro de jurado	
Nombres y apellidos	Cesar Eduardo Carrera Saavedra

Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09792944
Datos de la investigación	
Línea de investigación	Planificación Urbana y Ordenamiento Territorial - SIG
Grupo de investigación	-
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Cusco Provincia: Anta Distrito: Anta Latitud: -13.471642 Longitud: -72.1487617
Año o rango de años en que se realizó la investigación	abril 2025 – mayo 2026
URL de disciplinas OCDE	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.00.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
VICEDECANATO ACADEMICO

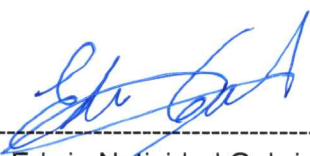
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

En Lima a los veintisiete días del mes de junio del dos mil veintiséis a las 9:00 am, se reunieron los Miembros de Jurado calificador integrado por los profesores: Mag. Edwin Natividad Gabriel Campos (Presidente), Dra. Luz Alexandra Javier Silva (Miembro) y Mag. Cesar Eduardo Carrera Saavedra (Miembro).

Verificado el Trabajo de Suficiencia Profesional **“Optimización del flujo de trabajo cartográfico y analítico en el proyecto de Mejoramiento de los Servicios de Gestión Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible en la Municipalidad Provincial de Anta”** presentado por el bachiller BRAYAN JOEL QUISPE SOLORZANO. Una vez concluida la sustentación, se procedió a tomar el examen escrito, luego se invitó al bachiller y público a retirarse por breve tiempo del aula e inmediatamente se inició la calificación por los Miembros del Jurado. El Procedimiento consistió que cada miembro del Jurado otorgó una nota correspondiente a la sustentación (40%), al examen escrito (25%) y otra nota otorgada por los asesores del Trabajo de Suficiencia Profesional (35%). Finalmente, la sumatoria ponderada de las tres notas obtuvo la nota aprobatoria que permite otorgar el TITULO PROFESIONAL DE GEOGRAFO (A).

..... Dieciseis (16)

Luego del proceso de sustentación, calificación y comunicación del resultado al graduado, el Jurado, de conformidad con el Reglamento General de Grados y Títulos de la Facultad, acordó otorgar al bachiller **BRAYAN JOEL QUISPE SOLORZANO** el Título Profesional de Geógrafo y, para dejar constancia, se extendió la presente acta y firmaron:



Mag. Edwin Natividad Gabriel Campos
Presidente



Dra. Luz Alexandra Javier Silva
Miembro



Mag. Cesar Eduardo Carrera Saavedra
Miembro



Dr. Walter Javier Díaz Cartagena
Asesor



UNMSM

Firmado digitalmente por MELENDEZ
DE LA CRUZ Juan Felipe FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 09.07.2026 12:37:29 -05:00

Dr. Juan Felipe Meléndez de la Cruz
Vicedecano Académico

Anexo 1

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Walter Javier Díaz Cartagena en mi condición de asesor acreditado con Dictamen de la EP N° 003-2026-D-EPG-FCCSS/UNMSM del Trabajo de Suficiencia Profesional, cuyo título es Optimización el flujo de trabajo cartográfico y analítico en el proyecto de Mejoramiento de los Servicios de Gestión Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible en la Municipalidad Provincial de Anta, presentado por el bachiller Brayan Joel Quispe Solorzano para optar el Título Profesional de Geógrafo.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 3% de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del Título Profesional de Geógrafo.

Lima, 22_de Junio de 2026



UNMSM

Firmado digitalmente por DIAZ
CARTAGENA Walter Javier FAU
20148092282 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13.07.2026 23:12:27 -05:00

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor: Walter Javier Díaz Cartagena

DNI: 25726173

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

Resumen.....	6
1. Contexto Institucional.....	7
2. Capítulo II: Caso Aplicado.....	10
2.1. Descripción del Problema.....	10
2.1.1. La Complejidad Territorial de la Provincia de Anta.....	11
2.1.2. La Vulnerabilidad de los Datos Espaciales y sus Repercusiones Técnico-Normativas.....	14
2.2. Preguntas de Investigación.....	15
2.2.1. Pregunta General.....	15
2.2.2. Preguntas Específicas.....	15
2.2.3. Objetivo General.....	16
2.2.4. Objetivos Específicos.....	16
3. Capítulo III: Metodología.....	18
3.1. Área de Estudio.....	18
3.2. Técnicas.....	19
3.3. Procedimiento Metodológico.....	19
3.4. Limitaciones.....	21
3.5. Población y Muestra.....	21
3.5.1. Población Territorial.....	21
3.5.2. Población de Datos Espaciales.....	21
3.6. Herramientas y Software Utilizado.....	27
4. Resultados y Discusión.....	28
4.1. Resultados Técnicos y Análisis Geoespacial.....	28

4.1.1.	Automatización Alfanumérica y Depuración de Tablas de Atributos en ArcMap	28
4.1.2.	Diseño y Generación Automatizada de Metadata Técnica.....	30
4.1.3.	Modelamiento Espacial de Variables Sociofísicas y Validación en Campo	31
4.2.	Discusión de los Hallazgos	34
5.	Impacto	37
5.1.	Impacto Institucional	37
5.2.	Impacto Territorial	38
5.3.	Aporte del Geógrafo	39
6.	Conclusiones y Recomendaciones	41
6.1.	Conclusiones	41
6.2.	Recomendaciones	42
7.	Bibliografía	43

Índice de Tablas

Tabla 1 Tabla de errores encontrados del PAT Anta.....	10
Tabla 2 Estructura y Clasificación del Universo de Datos Espaciales del Proyecto PAT Anta ...	22
Tabla 3 Matriz de Operacionalización de Variables.....	24
Tabla 4 Comparación de Tiempos de Procesamiento	30
Tabla 5 Principales Riesgos Identificados y Medidas Propuestas en la Zonificación	32

Índice de Figuras

Figura 1	Field Calculator con código para la depuración de errores	29
Figura 2	Mapa de Zonificación Territorial del PAT Anta	33

Resumen

El presente informe de suficiencia profesional sistematiza la experiencia técnica y analítica desarrollada en la Municipalidad Provincial de Anta, Cusco, en el marco de la formulación de instrumentos de gestión territorial de alta complejidad: el Plan de Acondicionamiento Territorial provincial y la actualización del Plan de Desarrollo Metropolitano Cusco Sector II.

El objetivo central es evidenciar la aplicación de competencias geográficas mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica como herramienta interdisciplinaria para el diagnóstico territorial. En el marco de la Ley N° 31313, se describe el modelamiento de variables espaciales y la generación de cartografía temática que permitieron proponer una zonificación acorde con las dinámicas de expansión urbana y la protección ambiental de la provincia. La metodología empleada integró el análisis de imágenes satelitales, el procesamiento de datos vectoriales en ArcMap y la validación técnica en campo.

Como resultado, se diseñó y estandarizó una base cartográfica compuesta por más de 60 mapas especializados con sus respectivos metadatos, optimizando los tiempos de procesamiento mediante la automatización de flujos de trabajo. Finalmente, el informe concluye que la intervención del geógrafo en los gobiernos locales es determinante para articular la visión técnica con la normativa vigente. Este trabajo dota a la municipalidad de instrumentos actualizados que mitigan riesgos territoriales y aseguran un crecimiento ordenado y resiliente en una zona de alta presión urbana y crecimiento desordenado dentro del ámbito provincial.

1. Contexto Institucional

Las labores profesionales se ejecutaron directamente bajo el área de Planeamiento Urbano y Acondicionamiento Territorial, adscrita a la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural, perteneciente a la Municipalidad Provincial de Anta. Esta unidad orgánica es la encargada de dirigir, supervisar y evaluar los procesos de ocupación ordenada del suelo a nivel provincial, liderando la formulación e implementación de los diversos instrumentos de gestión territorial normados por el Estado peruano.

En el marco de la formulación del Plan de Acondicionamiento Territorial (PAT Anta 2025-2045), me desempeñe como Especialista SIG, analista de datos espaciales, responsable del componente geoespacial dentro del equipo técnico interdisciplinario. Las funciones principales asignadas fueron la generación y estandarización de cartografía temática, el procesamiento y automatización de datos geográficos, la estructuración de metadata técnica y la validación en campo.

La geografía aplicada a la gestión pública encuentra su máxima expresión en el ordenamiento y la planificación territorial. Mi intervención como geógrafo en la Municipalidad Provincial de Anta permitió traducir las dinámicas territoriales espaciales del territorio, en lineamientos técnicos viables bajo la normativa de la Ley N° 31313. Mi rol en este proyecto aplicando los Sistemas de Información Geográfica operó como la herramienta metodológica central para realizar análisis interdisciplinarios. Desde la perspectiva geográfica, el procesamiento de datos vectoriales que permitieron modelar el espacio geográfico del ámbito provincial como un territorio dinámico y complejo. De este modo, la Geografía permitió

contribuir con la delimitación de restricciones físicas del suelo, la propuesta de una zonificación equilibrada y el diseño de estrategias para lograr un crecimiento territorial resiliente, ordenado y sostenible.

La Municipalidad Provincial de Anta, ubicada en la región Cusco, enfrenta desafíos típicos de muchas provincias peruanas que están cerca de grandes ciudades. Como parte de la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural, el área de Planeamiento Urbano y Acondicionamiento Territorial debe coordinar con otras instituciones como el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), el Instituto Geográfico Nacional y autoridades locales de los nueve distritos.

Durante mi permanencia, observé que el equipo técnico es reducido y cuenta con recursos limitados. Muchos procesos todavía se realizan de forma manual, lo que genera cuellos de botella cuando se deben entregar documentos complejos como el PAT. Mi incorporación como Especialista SIG permitió introducir herramientas modernas como ArcMap y scripts en Python, que antes no se utilizaban de manera sistemática.

El contexto regional también es importante. Anta forma parte del corredor económico Cusco-Abancay, lo que aumenta la presión por infraestructura vial, servicios básicos y actividades productivas. En este escenario, el PAT 2025-2045 se convierte en una herramienta clave para orientar el desarrollo de manera ordenada y sostenible.

El contexto normativo es exigente. La Ley N° 31313 obliga a los municipios a contar con instrumentos de planificación actualizados, con bases de datos confiables y cartografía que cumpla estándares nacionales. Esto representa una oportunidad para que el geógrafo aporte no

solo conocimiento técnico, sino también una visión integral del territorio que combine aspectos físicos, sociales y económicos.

Además, el flujo técnico-administrativo para la formulación, evaluación y aprobación definitiva del Plan de Acondicionamiento Territorial (PAT Anta 2025-2045) está rígidamente normado por los procedimientos de la Dirección General de Políticas y Regulación en Vivienda y Urbanismo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). Dentro de este engranaje, la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad Provincial de Anta opera como la entidad responsable de consolidar los diagnósticos y propuestas sectoriales para luego someter el instrumento a un riguroso proceso de validación e intermediación técnica. Este proceso incluye una fase determinante denominada Exposición Pública, la cual se extiende obligatoriamente por un periodo de treinta días calendario según la normativa vigente en el Perú. Durante esta etapa, todos los mapas temáticos, las propuestas de zonificación y las bases de datos del plan se ponen a disposición de la ciudadanía, las comunidades campesinas, las organizaciones civiles y los agentes económicos de los nueve distritos de la provincia para que puedan formular observaciones, consultas o reclamos técnico-legales.

2. Capítulo II: Caso Aplicado

2.1. Descripción del Problema

La formulación del Plan de Acondicionamiento Territorial (PAT Anta 2025-2045) en la Municipalidad Provincial de Anta representó una tarea compleja debido al crecimiento urbano desordenado en la provincia de Anta, específicamente en el sector II del Plan de Desarrollo Metropolitano (PDM) de Cusco donde se desarrollan actividades industriales y agropecuarias. El plan necesitaba un correcto diagnóstico y zonificar variables físicas, socioeconómicas y de riesgos. Esta escala de planificación demandó la producción de información espacial, traduciéndose en una base cartográfica de más de 60 mapas especializados. El problema central radicó en la gestión, estandarización y procesamiento de una lista considerable de datos vectoriales. La realización de trabajo manual en entornos SIG generó retrasos en los tiempos de entrega y generaba también inconsistencia topológica y alfanumérica, así como también la tardía asistencia técnica brindada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS); manifestándose en errores de duplicidad de registros y campos vacíos mal gestionados en las tablas atributivas.

Tabla 1

Tabla de errores encontrados del PAT Anta

Tipo de error	Descripción del fallo	Impacto en la gestión
Formato	Presencia de textos en minúsculas y uso de tildes	Retrasos por observaciones en las asistencias técnicas

Gestión de tablas	Celdas vacías mal gestionadas en las tablas atributivas de las capas vectoriales	Genera corrupción de las unidades de tabla al procesar la información
Topológico	Errores de superposición de capas o vacíos entre polígonos	Desfase geométrico y cartográfico que impedía una delimitación exacta

Nota. Elaboración propia, 2026

Es importante destacar que estos problemas no son exclusivos de Anta. Muchos municipios provinciales en el Perú enfrentan situaciones similares debido a la falta de capacitación continua en herramientas SIG y a la dependencia de consultorías externas que entregan información sin los estándares adecuados.

En el caso específico del PAT Anta 2025-2045, la necesidad de producir más de 60 mapas especializados obligó al equipo a revisar miles de registros en tablas de atributos. Cada error pequeño, como una tilde o una celda vacía, se multiplicaba y generaba rechazos en las revisiones técnicas del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). Esto no solo retrasaba el cronograma, sino que también aumentaba los costos operativos de la municipalidad.

2.1.1. La Complejidad Territorial de la Provincia de Anta

La provincia de Anta se encuentra en un proceso de transición geográfica de estado crítico. Existe una gran diferencia entre sus zonas urbanas y rurales.

Por un lado, la pampa y el valle de Anta se ven afectados directamente porque están muy cerca y conectados con la ciudad de Cusco. Esto está establecido en el Plan de Desarrollo Metropolitano (PDM) Cusco Sector II. Esta cercanía ha convertido a distritos como Cachimayo, Pucyura y el propio distrito de Anta en zonas de transición. Estos lugares están recibiendo mucha presión para construir casas, negocios e industrias que ya no caben en Cusco por sus problemas de terreno.

En estos sectores, el cambio, el cambio de uso de suelo no se está haciendo con un plan organizado. Al contrario, está ocurriendo de forma informal según el mercado. Esto está dividiendo los terrenos agrícolas más productivos del valle, dañando los sistemas de riego tradicionales y sobrecargando los servicios básicos que ya existen.

Por otro lado, la provincia tiene grandes zonas de alta montaña y valles profundos donde viven comunidades campesinas. Estas comunidades tienen economías de subsistencia y sus pobladores y sus pobladores están muy dispersos.

Esta doble realidad representa un gran reto para el Plan de Acondicionamiento Territorial (PAT Anta 2025-2045). Un documento de este tipo no se puede hacer con ideas generales. Se necesita un trabajo detallado, tanto en mapas como en información escrita y en información geoespacial, que permita regular al mismo tiempo cosas muy diferentes; por ejemplo, la instalación de un parque industrial en las zonas bajas y la gestión de riesgos por heladas o deslizamientos en las comunidades de altura.

Es precisamente en esta necesidad de detalle donde se nota la diferencia entre las capacidades que tiene la municipalidad y la gran cantidad de información espacial que se requiere .

Además de la dualidad urbano-rural ya descrita, es necesario mencionar algunos datos específicos sobre la provincia. Anta cuenta con una superficie aproximada de 2407.24 km² y una población que ha crecido de manera importante en los últimos años, especialmente en los distritos cercanos a Cusco.

En las zonas bajas (pampa y valle), las actividades agrícolas tradicionales como el cultivo de maíz, papa y quinua están siendo desplazadas por lotizaciones informales. Esto genera conflictos por el agua, ya que los sistemas de riego ancestrales se ven afectados por la construcción de viviendas y vías. Por su parte, en las zonas altas, las comunidades campesinas dependen de la ganadería y la agricultura de subsistencia, enfrentando riesgos constantes por heladas, sequías y deslizamientos.

La complejidad espacial de la provincia de Anta se encuentra fuertemente estructurada por la dinámica de sus ejes de articulación territorial, siendo el más influyente el Corredor Económico Cusco - Abancay. Esta importante infraestructura vial, concebida originalmente para el transporte interprovincial e interregional, ha mutado para convertirse en un potente vector de fragmentación del paisaje rural y de transformación del uso del suelo en toda la pampa de Anta. La carretera asfáltica ejerce una fuerza de atracción que altera los patrones tradicionales de asentamiento de la población, propiciando una transición acelerada desde un modelo de ocupación rural disperso y nucleado hacia un patrón conglomerado de carácter lineal que se desenvuelve de manera desordenada a los márgenes de la vía principal. Este crecimiento lineal no responde a criterios de habitabilidad ni de dotación de infraestructura, sino a la inmediatez de la conectividad con la metrópoli del Cusco, lo que genera una densificación precaria en zonas que carecen de redes de agua potable, alcantarillado y sistemas de drenaje pluvial eficientes.

2.1.2. La Vulnerabilidad de los Datos Espaciales y sus Repercusiones Técnico-Normativas

El principal problema técnico en la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad Provincial de Anta está en la forma de manejar los datos espaciales.

Tradicionalmente, los mapas de la institución se han gestionado de manera desordenada. Se acumulaban archivos vectoriales de consultorías externas que no seguían los mismos criterios de estandarización ni validación. Al tener que procesar más de 60 mapas especializados para el PAT, el método manual de editar fila por fila se volvió muy lento y generaba muchos errores.

Las inconsistencias detectadas (el uso de minúsculas, tildes), no solo son problemas de apariencia. En las bases de datos geográficas, estos errores duplican registros, dañan las consultas y alteran los cálculos de áreas importantes. Esto distorsionaba completamente las estadísticas del diagnóstico de los componentes involucrados en el proyecto del PAT Anta.

Estas fallas generaron varias observaciones técnicas del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). Los evaluadores rechazaban los entregables porque no cumplían con la “Guía de especificaciones técnicas” vigente. La falta de documentos complementarios y de orden en los datos impedía integrar la cartografía municipal al Observatorio Urbano Nacional. De esta forma, las deficiencias en la base de datos paralizaban el avance del plan, demostrando que un instrumento de ordenamiento territorial no puede basarse en una cartografía inestable.

Cuando un analista SIG intenta forzar el uso de estas capas de escala macro en un entorno de planificación local, se generan severos desfases geométricos y errores de correspondencia espacial que invalidan cualquier modelamiento predictivo. Por ejemplo, una línea que representa

un río o una falla geológica a escala 1:100,000 posee un margen de error de ubicación en el terreno que puede superar los cien metros; utilizar dicha geometría para definir el límite de una zona de riesgo no mitigable o una faja marginal dentro del valle de Anta provocaría que manzanas urbanas enteras queden fuera o dentro del polígono de forma errónea. Esta falta de precisión cartográfica desencadena una parálisis técnico-normativa, ya que los evaluadores del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) rechazan los instrumentos de gestión territorial al constatar que las propuestas regulatorias locales se sustentan en geometrías inestables que no guardan relación con la realidad empírica del catastro municipal o las dinámicas de ocupación del suelo validadas in situ.

2.2. Preguntas de Investigación

2.2.1. Pregunta General

¿De qué manera la automatización y estandarización del geoprocesamiento de datos espaciales optimiza la formulación de los Instrumentos de Gestión Territorial del Plan de Acondicionamiento Territorial (PAT) de la provincia de Anta, Cusco, en el marco de la Ley N.º 31313?

2.2.2. Preguntas Específicas

- ¿De qué manera la automatización del procesamiento alfanumérico y espacial de las tablas de atributos en ArcMap contribuye a reducir errores, evitar pérdida de información y corregir valores nulos inconsistentes en la base cartográfica del PAT?

- ¿Cuál es el procedimiento metodológico para el diseño y generación automatizada de metadatos técnicos que garantice la interoperabilidad y estandarización de más de 60 mapas temáticos del proyecto?
- ¿Cómo la integración de técnicas de recolección y validación de información en campo con el modelamiento espacial de variables sociofísicas permite formular propuestas de zonificación y dinámica urbana resilientes y sostenibles?

2.2.3. Objetivo General

Optimizar el flujo de trabajo cartográfico y analítico en la formulación del Plan de Acondicionamiento Territorial (PAT) Anta 2025–2045 mediante la automatización de procesos y la estandarización de bases de datos espaciales, asegurando la consistencia técnica, interoperabilidad y cumplimiento normativo de los instrumentos de planificación territorial.

2.2.4. Objetivos Específicos

- Implementar scripts y herramientas de geoprocésamiento en ArcMap para automatizar el cálculo de campos y la depuración de tablas de atributos, reduciendo errores y mejorando la calidad de los datos espaciales.
- Diseñar y generar de forma automatizada la metadata técnica de la base cartográfica, conforme a la “Guía de especificaciones técnicas para el tratamiento de la información geográfica-cartográfica aplicada a los PAT/PDM/PDU” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

- Analizar y modelar variables sociofísicas y dinámicas de expansión urbana mediante la integración de información espacial validada en campo, a fin de formular propuestas de zonificación territorial seguras, funcionales y sostenibles.

3. Capítulo III: Metodología

Esta investigación utiliza un enfoque crítico-propositivo. Este enfoque busca superar la costumbre de la geografía tradicional, que solo describía la forma o los aspectos sociales del territorio.

Desde una mirada crítica, se analizan las deficiencias de la administración pública local en el Perú, especialmente la falta de capacidades técnicas para gestionar datos espaciales. Los municipios provinciales suelen trabajar de forma artesanal al editar mapas, lo que afecta la calidad de sus planes y los deja paralizados ante las exigencias de los ministerios.

Para enfrentar este problema, la parte propositiva se basa en la automatización del geoprocésamiento. La geografía aplicada sirve como puente que convierte la complejidad del territorio de Anta, estandarizados, claros y confiables.

La automatización de limpieza de datos y la creación de metadatos en formato XML no es solo una solución técnica. Es una herramienta de buena gobernanza territorial. Gracias a esto, y cumpliendo con la Ley N°31313, se entrega al municipio un instrumento de gestión sólido, transparente y resistente a las presiones de la ocupación informal del suelo.

3.1. Área de Estudio

El ámbito de intervención comprende la totalidad de la Provincia de Anta, Cusco. El área se caracteriza por una compleja dualidad territorial bajo el enfoque de planificación. Por un lado, la zona del valle y pampa de Anta (con implicancia directa al Sector II del PDM de Cusco), la cual sufre una intensa presión por el cambio de uso de suelo agrícola a urbano; por otro lado, sectores de alta montaña con comunidades campesinas rurales dispersas y economías

tradicionales. Esta heterogeneidad espacial hace críticamente necesario contar con una base cartográfica precisa para regular los conflictos de uso del suelo.

3.2. Técnicas

- **Recolección de información primaria y validación en campo**

Inspección directa en campo de los ejes de expansión y equipamientos urbanos.

Los instrumentos fueron fichas técnicas de campo, estructuradas, registro fotográfico georreferenciado para la corrección y formalización técnica de la información de los polígonos.

- **Recolección secundaria**

Trabajo en gabinete de recopilación y estructuración de datos vectoriales de instituciones oficiales.

3.3. Procedimiento Metodológico

- **Fase 1: Diagnóstico y Estructuración de Datos**

Se organizó la información en una Geodatabase, identificando los vacíos y requerimientos cartográficos normados por el MVCS para cubrir adecuadamente los diagnósticos físicos y socioeconómicos.

En esta etapa inicial se realizó un inventario completo de toda la información disponible. Se revisaron mapas antiguos, datos estadísticos del INEI y reportes de instituciones sectoriales. Se identificaron vacíos importantes, como la falta de actualización en la delimitación de fajas marginales de los ríos o en la cartografía de riesgos por movimientos en masa.

- **Fase 2: Procesamiento de Datos y Automatización**

Para superar las complicaciones del procesamiento manual de los más de 60 mapas. Se desarrollaron scripts mediante la Calculadora de Campos en ArcMap. Estos automatizaron la limpieza de datos, corrigiendo errores tipográficos, calculando geometrías y controlando la existencia de valores nulos para evitar la corrupción de unidades de tablas.

Los scripts desarrollados en ArcMap permitieron procesar grandes volúmenes de información de forma rápida. Por ejemplo, un solo script podía corregir miles de registros en minutos, tarea que manualmente habría tomado días o semanas. Esto incluyó convertir todo el texto a mayúsculas, eliminar tildes en campos restringidos y llenar valores nulos de manera coherente según el tipo de dato.

- **Fase 3: Modelamiento Espacial y Validación de Campo**

Con base de datos depurados, se realizó la superposición jerárquica para delimitar restricciones. Los límites cartográficos fueron sometidos a jornadas de validación en campo para garantizar que correspondieran rigurosamente a la realidad sociofísica de Anta.

Durante las salidas a campo, el equipo visitó más de 20 sectores críticos. Se tomaron más de 300 fotografías georreferenciadas y se completaron fichas técnicas que luego se integraron al sistema. Esta validación fue clave para corregir errores en las imágenes satelitales, que a veces no reflejaban bien las nuevas construcciones o cambios en el uso del suelo.

- **Fase 4: Estandarización Final y Generación de Metadatos**

Tras consolidar las propuestas del PAT, se diseñó un flujo automatizado para la

creación de la metadata técnica de cada capa vectorial.

La generación automática de metadatos XML permitió documentar cada mapa con información sobre su fuente, fecha de creación, sistema de proyección (WGS 84), escala y nivel de precisión. Esto facilita futuras actualizaciones y auditorías.

3.4. Limitaciones

La ausencia de una cultura técnica orientada al manejo de datos geospaciales y metadatos en la municipalidad retrasó inicialmente la interoperabilidad de las bases de datos, obligando a reestructurar las tablas alfanuméricas desde cero.

3.5. Población y Muestra

El diseño metodológico de este informe adapta los conceptos tradicionales de población y muestra a dos dimensiones complementarias bajo el enfoque crítico-propositivo como la dimensión de gestión de información geoespacial.

3.5.1. Población Territorial

Está constituida por la totalidad de la superficie de la provincia de Anta, que abarca sus 9 distritos (Anta, Aneahuasi, Cachimayo, Chichaypujio, Huarucondo, Limatambo, Mollepata, Pucyura y Zurite) y sus respectivas áreas urbanas y rurales bajo la jurisdicción del Plan de Acondicionamiento Territorial (PAT Anta 2025-2045)

3.5.2. Población de Datos Espaciales

Está conformada por el universo de los más de 60 mapas especializados y las más de 120 capas vectoriales correspondientes a los diagnósticos y propuestas de ambos instrumentos de planificación territorial

Tabla 2

Estructura y Clasificación del Universo de Datos Espaciales del Proyecto PAT Anta

Componente	Temática	Capas Vectoriales Claves (más relevantes)	Cantidad de Mapas Especializados
(PAT)	Cartográfica Específica (más importantes)		
Físico-Ambiental	Geología, Geomorfología, Hidrografía y Fajas Marginales, ANP	D_0803_Geologia, D_0803_Geomorfologia, D_0803_Fajas_marginales_p, D_0803_ANP	21 mapas
GRD	Peligros naturales, riesgo, vulnerabilidades, síntesis	D_0803_Peligro_nat, D_0803_riesgo, D_0803_vulnerabilidad	22 mapas
Socioeconómico	Dinámica demográfica,	D_0803_actividades_economicas, D_0803_Puntos_turisticas, D_0803_Areas_agricolas	6 mapas

	actividades		
	económicas		
Físico Espacial	Equipamiento e infraestructura, síntesis de centros poblados	D_0803_Equipamiento D_0803_Conglomerado_urbano D_0803_Sistema_cccpp_actual	9 mapas
Socio Cultural	Patrimonio cultural	D_0803_Patrimonio_cultural, D_0803_Camino_inca	4 mapas
Total, de la Población de Datos	Sistematización integral del PAT	124 capas vectoriales	62 mapas

Nota. Elaboración propia, 2026

La distribución numérica y temática de las capas vectoriales presentadas en la Tabla 2 evidencia una marcada asimetría metodológica, donde los componentes Físico-Ambiental y de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) acumulan de manera conjunta 43 mapas especializados de un universo total de 62 cartografías producidas. Esta superioridad estadística dentro de la población de datos espaciales no es un hecho fortuito; responde directamente a la fragilidad geodinámica inherente al territorio de la provincia de Anta. Al ser una región caracterizada por la presencia de fallas geológicas activas, laderas de alta pendiente susceptibles a procesos de remoción en masa y llanuras de inundación de respuesta hidrológica rápida en las zonas bajas de la pampa, el diagnóstico físico se convierte en la variable determinante y condicionante de todo el plan.

En consecuencia, documentar, limpiar y procesar detalladamente cada una de estas 43 capas ambientales y de peligro constituyó el núcleo operativo del trabajo de suficiencia profesional.

Garantizar la consistencia topográfica y alfanumérica de este bloque mayoritario de datos fue indispensable para que el modelo final de zonificación contara con un sustento físico robusto y científicamente inobjetable, condicionando las propuestas de crecimiento urbano y localización de equipamientos a las restricciones de seguridad territorial que el medio natural impone.

Tabla 3

Matriz de Operacionalización de Variables

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM BÁSICO	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
Variable	1. Automatización	-Tasa de registros	-¿Como la	Técnica:
Independiente:	ón	con minúsculas y	ejecución	Análisis de
Automatización y	Alfanumérica	tildes remanentes	de scripts	código y
estandarización del	mediante	en campos	en Python	auditoría de
geoprocesamiento de	Scripts	restringidos.	erradica la	bases de datos
datos espaciales.	2. Control y	-Índice de	presencia	geográficas.
<i>Significado:</i> Aplicación	Estandarización	campos nulos	de	Instrumento:
de lógica de	n de Calidad	gestionados y	minúsculas	Ficha de control
programación y	Vectorial	corregidos de	y tildes en	de calidad de
protocolos de la	3. Estructuración y	forma masiva.	los campos	datos
Infraestructura de Datos	ón y	-Tiempo de	restringido	alfanuméricos y
Espaciales para	Documentación	procesamiento de	s de las	script de
optimizar, limpiar y	n Geoespacial	cálculo y	tablas	

masivamente bases de datos geográficas, reemplazando el procesamiento manual tradicional en la formulación y corrección de los planes territoriales (PAT y PDU) de Anta de acuerdo con las directrices técnico- normativas del MVCS.	(Metadata e IDE)	limpieza de caracteres por capa. -Número de errores de desfase geométrico detectados y corregidos por capa. -Cantidad de inconsistencias topológicas (cruces, superposiciones o vacíos) resueltas. - Porcentaje de mapas especializados (de los más de 60) con metadatos técnicos	atributivas del PAT Anta para cumplir con los estándares del MVCS? -¿Cuáles son los principales errores geométrico s, topológico s y de formato alfanuméri co identificad os en las capas del PDU Anta	depuración en Python. Técnica: Control de calidad de metadatos geográficos e intermediación técnica. Instrumento: Matriz de validación de campos de metadatos (MVCS) y validación mediante asistencias técnicas
---	-----------------------------	--	--	---

completados al	que limitan
100%.	su
-Nivel de	aprobación
conformidad con	técnico-
los estándares del	normativa?
MVCS para	
planes urbanos.	

Nota. Elaboración propia, 2026

Esta matriz es la guía de todo el trabajo, porque conecta los problemas que encontré en la municipalidad con las soluciones que propuse. Cada fila explica cómo pasamos de una idea teórica a algo que se puede medir y revisar en la realidad. Por ejemplo, al medir cuántos errores de escritura (como tildes o minúsculas) quedaban en las capas vectoriales, no estábamos viendo un tema de adorno, sino un problema real. Si dejas esos errores, el sistema del Ministerio de Vivienda no puede leer los archivos.

Las otras filas de la tabla muestran cómo controlamos la calidad de las líneas y polígonos, y cómo organizamos los metadatos. Esto es clave porque asegura que el trabajo no dependa de cómo le gusta trabajar a cada persona, sino de una forma ordenada y estándar que cualquiera pueda repetir. Así, al seguir las reglas de la Ley N.º 31313, logramos que los mapas de Anta sirvan para ordenar la provincia de verdad y pasen las revisiones del ministerio sin problemas.

3.6. Herramientas y Software Utilizado

En este trabajo se utilizaron principalmente herramientas del ecosistema ESRI (ArcMap), complementadas con Python y ArcPy para automatización. También se emplearon QGIS para verificaciones cruzadas y herramientas en línea del IGN para consultar proyecciones oficiales.

La elección de estas herramientas respondió a su amplia aceptación en el sector público peruano y a la compatibilidad con los formatos exigidos por el MVCS.

4. Resultados y Discusión

4.1. Resultados Técnicos y Análisis Geoespacial

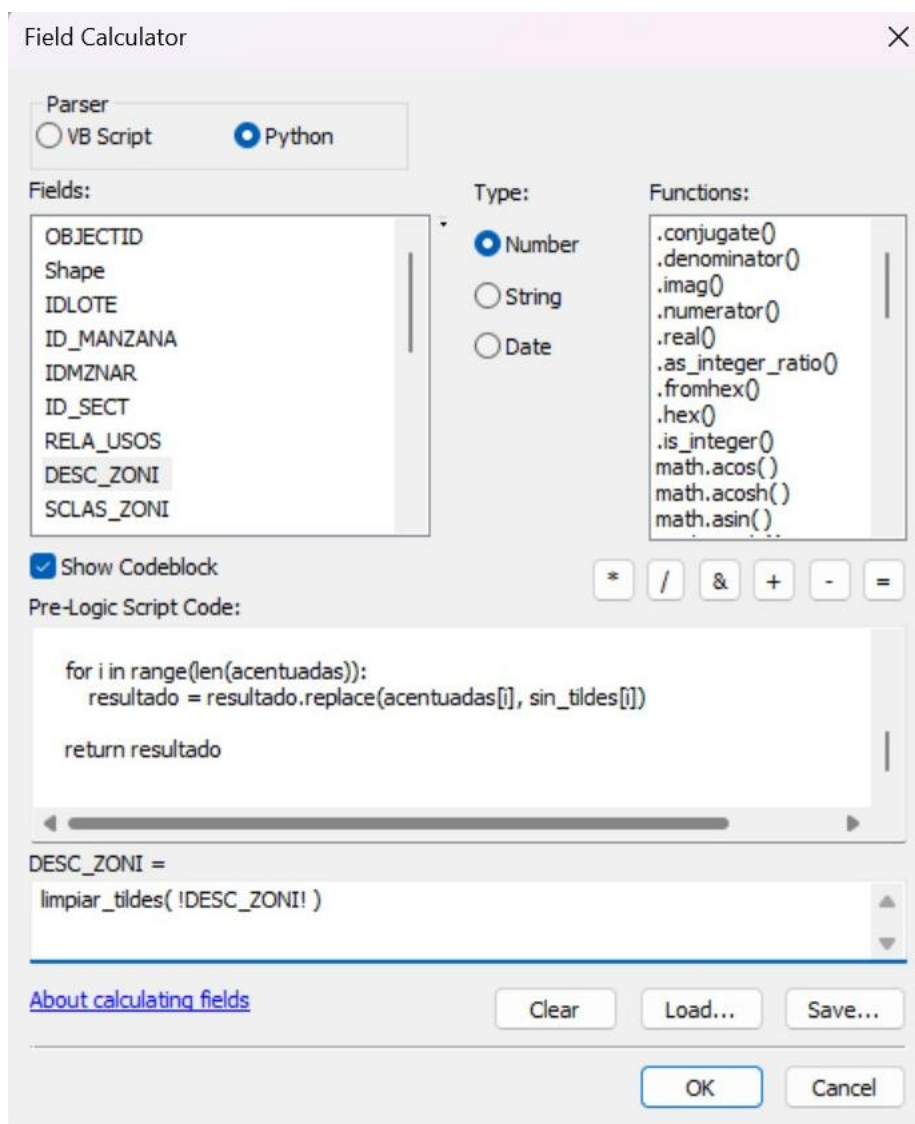
4.1.1. Automatización Alfanumérica y Depuración de Tablas de Atributos en ArcMap

El primer análisis crítico de la base de datos geográfica cruda para el PAT Anta reveló un alto índice de vulnerabilidad digital en las tablas de atributos. Siguiendo las directrices de la “Guía de especificaciones técnicas” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), se identificó de forma crítica que la presencia de minúsculas, tildes en campos de codificación generaba errores tipológicos para la entrega de productos al MVCS.

Como acción propositiva, se implementaron scripts en Python y ArcPy ejecutados masivamente a través del Field Calculator. El resultado principal fue la depuración integral de la base cartográfica mediante un filtrado algorítmico.

Figura 1

Field Calculator con código para la depuración de errores



La imagen de la Figura 1 muestra la herramienta Field Calculator de ArcMap, que fue el centro de toda la limpieza de los datos. En lugar de corregir los errores uno por uno, que es como se hacía antes en la municipalidad, usamos este pequeño código para que el programa revise de forma automática todas las filas de la tabla de atributos de una sola vez. El script lo que hace es

buscar las tildes y las letras minúsculas para cambiarlas a mayúsculas limpias, cumpliendo con lo que pide el Ministerio de Vivienda.

Los resultados de la automatización fueron muy significativos. Para ilustrar mejor esta mejora, se presenta a continuación una comparación de los tiempos de procesamiento entre el método manual y el automatizado:

Tabla 4
Comparación de Tiempos de Procesamiento

Tarea	Tiempo Manual	Tiempo Automatizado	Reducción (%)
Limpieza alfanumérica por capa	4-6 horas	5-10 minutos	95%
Generación de metadatos (60 mapas)	40-50 horas	2-3 horas	93%
Validación topológica	12-15 horas	1 hora	92%

Nota. Elaboración propia, 2026

Los números mostrados en la Tabla 4 muestran de forma clara cómo cambió el trabajo en la municipalidad gracias a la automatización. Reducir el tiempo de limpieza de los mapas en un 95% (pasar de 6 horas de trabajo manual a solo unos minutos) demuestra que los scripts que preparé solucionaron el principal retraso que tenía el equipo técnico. Cuando se hace este trabajo a mano, revisando fila por fila, el cansancio hace que el operador cometa errores sin darse cuenta, lo que causaba que el Ministerio de Vivienda rechazara la información geoespacial constantemente.

4.1.2. Diseño y Generación Automatizada de Metadata Técnica

Desde una perspectiva crítica, la cartografía producida tradicionalmente por los gobiernos locales en el Perú se concibe como un producto estático de información sin memoria institucional, debido a la ausencia total de documentación técnica.

Para revertir esta deficiencia en el PAT Anta, se diseñó un procedimiento metodológico propositivo basado en un bucle condicional (Loop) en ArcPy que importó masivamente la estructura de metadatos en formato XML.

4.1.3. Modelamiento Espacial de Variables Sociofísicas y Validación en Campo

El diagnóstico crítico de las fuentes secundarias provistas por las entidades sectoriales (como mapas geológicos o geomorfológicos a escala macro) evidenció un severo desfase temporal y espacial respecto a las dinámicas reales de ocupación del suelo en la pampa y valle de Anta. Utilizar esta información sin contrastar habría llevado a una zonificación irreal y peligrosa para la población.

La propuesta metodológica integró el modelamiento espacial predictivo en gabinete con validación e inspección técnica en campo. Utilizando fichas estructuradas, se georreferenciaron los equipamientos urbanos, las infraestructuras críticas y las fajas marginales en los sectores bajo mayor presión demográfica debido a la articulación con el Sector II de la metrópoli de Cusco.

El resultado de este modelamiento integrado fue la delimitación y estructuración de la propuesta de Zonificación Territorial del PAT Anta (2025–2045). Se consolidó un mapa de restricciones del suelo y aptitud urbana que clasifica el territorio provincial de forma segura y funcional, identificando áreas de protección ambiental, zonas agrícolas intangibles y sectores con riesgo muy alto no mitigable, blindando jurídicamente al municipio ante futuras habilitaciones urbanas informales.

El modelamiento predictivo incluyó análisis de aptitud urbana, superposición de capas de riesgo y cálculo de áreas. Por ejemplo, se generaron mapas de vulnerabilidad combinando

pendiente del terreno, tipo de suelo y cercanía a ríos. La validación en campo confirmó más del 90% de los polígonos propuestos, lo que aumentó la confiabilidad del documento final.

Como resultado del modelamiento espacial y la validación en campo, se identificaron los principales riesgos territoriales. A continuación, se presenta una síntesis de los riesgos más relevantes y las medidas de zonificación propuestas en el PAT Anta:

Tabla 5

Principales Riesgos Identificados y Medidas Propuestas en la Zonificación

Riesgo	Nivel	Medida Propuesta en el PAT
Ocupación informal en fajas marginales	Alto	Zonificación de riesgo muy alto no mitigable
Pérdida de tierras agrícolas productivas	Alto	Zonas agrícolas de protección especial
Deslizamientos y heladas en zonas de altura	Medio	Áreas de gestión de riesgo y restricciones de uso
Presión urbana desordenada en valle de Anta	Alto	Zonas de expansión urbana controlada y amortiguamiento
Contaminación por actividades industriales	Medio	Zonas de compatibilidad de usos y buffer ambiental

Nota. Elaboración propia, 2026

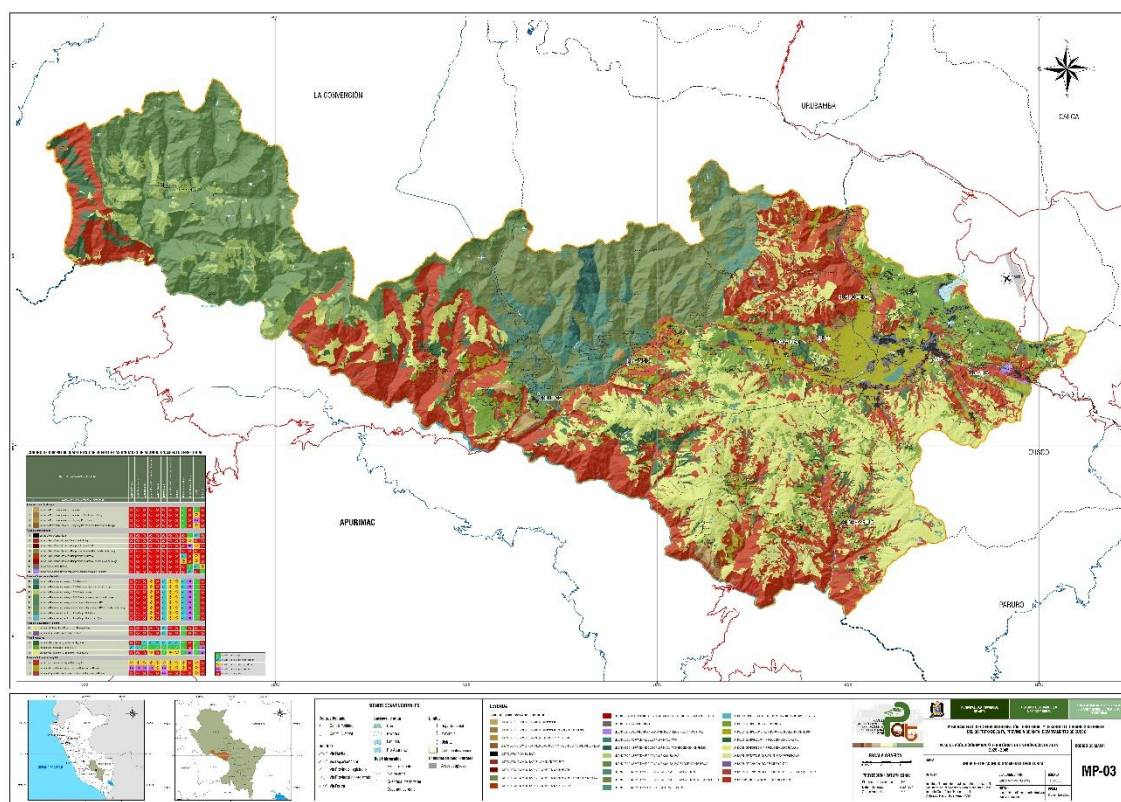
La Tabla 5 es muy importante porque muestra cómo el análisis de los mapas y el trabajo de campo se convirtieron en normas reales para proteger a la provincia. Cada riesgo que encontramos en Anta tiene una solución directa en el mapa de zonificación. Por ejemplo, al definir las zonas informales cerca de los ríos como "Riesgo Muy Alto No Mitigable", le estamos dando a la municipalidad una herramienta legal para que nadie más construya en esos lugares peligrosos, cuidando la vida de las personas ante posibles inundaciones.

Lo mismo pasa con las tierras de cultivo en el valle de Anta. Al marcarlas como zonas de protección especial, la municipalidad puede frenar a las empresas inmobiliarias que intentan comprar terrenos agrícolas para construir casas sin control, algo que viene pasando mucho por la

presión de la ciudad de Cusco. Esta tabla demuestra que tener los datos ordenados sirve para tomar buenas decisiones, proteger la agricultura local y asegurar que la provincia crezca de forma segura en los próximos veinte años.

Figura 2

Mapa de Zonificación Territorial del PAT Anta



El mapa que se ve en la Figura 2 es el mapa de Unidades de Acondicionamiento Territorial. Es el resultado final de todo el trabajo del plan. Aquí se juntaron los análisis de las pendientes, los ríos y los suelos, corregidos y mejorados gracias a lo que revisamos directamente en el campo. A diferencia de los mapas antiguos que venían de ministerios y que eran muy generales, este mapa muestra con detalle dónde se puede construir y dónde no, sirviendo como

una barrera de protección alrededor de las áreas agrícolas frente al crecimiento desordenado que viene desde Cusco.

Gracias al orden que logramos en las tablas de atributos, cada color y cada zona que se ve en este mapa coincide exactamente con los códigos que pide la Ley N.º 31313 y las guías del Ministerio de Vivienda. Esto es fundamental porque significa que el mapa no tiene errores ni contradicciones que los traficantes de terrenos puedan usar para quejarse o anular el plan. Así, este documento se convierte en la guía oficial que usará la Municipalidad de Anta para aprobar proyectos, cuidar el medio ambiente y ordenar la provincia de forma segura para las próximas dos décadas.

4.2. Discusión de los Hallazgos

Los resultados obtenidos en este caso aplicado abren un debate crítico sobre las metodologías empleadas en el planeamiento territorial de los gobiernos locales en el Perú. Al contrastar estos hallazgos con los antecedentes tradicionales del ordenamiento territorial, se evidencia un cambio de patrón necesario: la transición de una cartografía puramente descriptiva a una de carácter técnico-normativo.

La literatura y la práctica nacional en planificación señalan que una proporción crítica de las observaciones realizadas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento a los municipios responde a fallas estructurales en la consistencia de las bases de datos. Inconsistencias topológicas, tablas de atributos corruptas y la ausencia absoluta de metadatos han sido, históricamente, el estándar aceptado debido a la limitada especialización en programación de los equipos técnicos. El método convencional de edición manual fila por fila no solo es ineficiente, sino que incrementa exponencialmente el margen de error humano.

En este contexto, la presente intervención demuestra de forma propositiva que la integración de geotecnologías y lógica de programación (Python/ArcPy) rompe el cuello de botella institucional. Mientras que la gestión tradicional suele derivar en planes paralizados por errores de formato lo que genera el rechazo de capas por caracteres no permitidos o inconsistencias en los campos restringidos, la automatización implementada en Anta garantiza la integridad y trazabilidad de los datos. Esta optimización tecnológica permite que los instrumentos de gestión, como el PAT Anta no sean solo documentos estáticos, sino herramientas de edición precisas

Finalmente, esta discusión invita a reflexionar sobre la validez de la cartografía bajo el marco de la Ley N° 31313. Un mapa no es preciso únicamente por el software utilizado, sino por la calidad alfanumérica de su base y correlación empírica validada en campo. El control automatizado y la asistencia técnica del MVCS sientan un precedente metodológico para futuras formulaciones en territorios de alta complejidad, reafirmando que el rol del geógrafo es vital para articular la precisión técnica con la resiliencia territorial.

Los resultados de este trabajo abren un debate importante sobre cómo se hacen los planes territoriales en los gobiernos locales del Perú. Al comparar esta experiencia con los métodos tradicionales, se ve claramente la necesidad de cambiar: pasar de una cartografía solo descriptiva a una que sea realmente técnica y normativa.

En muchos municipios, las observaciones del MVCS se deben a fallas en la consistencia de los datos. La edición manual genera muchos errores y retrasos. En cambio, la automatización con Python y ArcPy permitió resolver estos cuellos de botella. Los analistas ahora pueden dedicar más tiempo a interpretar la información geográfica en lugar de corregir errores básicos.

Esta intervención no solo mejoró los productos técnicos, sino también el trabajo en equipo dentro de la municipalidad. Además, sienta un precedente que puede replicarse en otras provincias con características similares a Anta.

5. Impacto

La evaluación de la presente intervención técnica supera el reporte de actividades operativas; desde una perspectiva crítico-propositiva, mide como la automatización y la estandarización geoespacial transformaron la gestión administrativa de la municipalidad, el ordenamiento físico de la provincia de Anta y el posicionamiento de la ciencia geográfica en la administración pública

5.1. Impacto Institucional

Se identificó que los flujos tradicionales de trabajo cartográfico en la Municipalidad Provincial de Anta dependían de metodologías artesanales de edición vectorial, lo que exponía a sus instrumentos de gestión a observaciones sectoriales por fallas de formato y falta de consistencia lógica. El impacto institucional de la propuesta se consolidó en los siguientes aspectos:

- **Modernización y Eficiencia Operativa:** La introducción de scripts en Python y ArcPy sustituyó la edición manual fila por fila en ArcMap. Esto optimizó el flujo de trabajo cartográfico, reduciendo drásticamente los tiempos de procesamiento alfanumérico en las tablas de atributos de días a solo minutos.
- **Blindaje Técnico-Normativo:** Al erradicar sistemáticamente las minúsculas, tildes y caracteres incompatibles de la base cartográfica, se aseguró el cumplimiento estricto de la “Guía de especificaciones técnicas” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). Esto agilizó los tiempos de revisión del PAT y sentó un precedente de calidad de datos dentro de la municipalidad.

- **Sostenibilidad de Información:** La generación automatizada de metadatos técnicos en formato XML para los más de 60 mapas especializados dotó a la institución de memoria de datos. Esto rompe con la histórica pérdida de información asociada a los cambios de gestión política, garantizando la interoperabilidad con plataformas del Estado como el Observatorio Urbano Nacional (OUN). Además, se creó una base de datos que servirá para futuros proyectos como actualizaciones catastrales o planes distritales.

Además de los puntos mencionados, la intervención permitió generar un manual básico de procedimientos SIG que podrá ser utilizado por el personal nuevo que se incorpore a la gerencia. Esto contribuye a reducir la dependencia de consultores externos y fortalece la autonomía técnica de la municipalidad.

5.2. Impacto Territorial

La provincia de Anta, compuesta por 9 distritos, se encuentra bajo un escenario de alta complejidad debido a la intensa presión inmobiliaria y demográfica que ejerce el Sector II de la metrópoli del Cusco. La zonificación propuesta protege miles de hectáreas de tierras agrícolas y define claramente las zonas de expansión urbana. Esto ayudará a reducir conflictos sociales y ambientales durante los próximos 20 años, promoviendo un desarrollo más ordenado y sostenible. La intervención impacta directamente sobre el espacio geográfico a través de:

- **Zonificación Basada en Evidencia Física Real:** Al limpiar y corregir las inconsistencias de los datos sociofísicos, combinando el modelamiento numérico con la rigurosa validación técnica en campo, se logró una delimitación exacta de

las restricciones del suelo (zonas de riesgo muy alto no mitigable, fajas marginales y áreas de valor agrológico).

- **Gobernanza y Ordenamiento Sostenible:** El impacto real en el territorio de Anta consiste en proveer un Plan de Acondicionamiento Territorial (PAT 2025-2045) con base cartográfica limpia y coherente. Esto dota a las autoridades de un instrumento jurídico y técnico inapelable para mitigar la ocupación informal del suelo, proteger los ecosistemas urbano funcional, seguro y resiliente para las próximas dos décadas.

El PAT Anta 2025-2045, con su base cartográfica estandarizada, servirá como referencia para la toma de decisiones en temas como la ubicación de nuevos equipamientos públicos, la regulación de lotizaciones y la gestión de riesgos ante el cambio climático. De esta manera, se espera contribuir al bienestar de los más de 50 mil habitantes de la provincia.

5.3. Aporte del Geógrafo

Este informe somete a crítica la concepción tradicional que reduce al geógrafo al rol de un operador técnico o dibujante de mapas en los gobiernos locales. El geógrafo actúa como un profesional integral que une ciencia, tecnología y gestión pública. En un país con tanta diversidad territorial como el Perú, este perfil es clave para una planificación que realmente responda a las necesidades locales. El aporte propositivo de esta intervención demuestra que:

- **El Geógrafo Como Desarrollador Espacial:** Se demostró que el profesional en geografía posee las competencias para aplicar la lógica de programación aplicada

(ArcPy) a la resolución de problemas masivos de bases de datos geográficas, elevando los estándares de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).

- **Articulador de la Ciencia y la Política Pública:** La intervención probó que el geógrafo es el especialista idóneo para traducir las variables complejas del medio físico y socioeconómico, contrastarlas empíricamente mediante el trabajo de campo y alinearlas de forma rigurosa con el marco legal de la Ley N° 31313, transformando los datos espaciales abstractos en políticas eficientes de gestión del territorio.

Este trabajo demuestra que el geógrafo moderno debe combinar conocimientos en geografía física, socioeconómica y herramientas tecnológicas. Solo así puede cumplir un rol estratégico en la administración pública y contribuir a un desarrollo territorial más justo y sostenible.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

- Se concluye que la automatización y estandarización del geoprocesamiento de datos espaciales optimizó significativamente la formulación del PAT Anta 2025-2045, al migrar de metodologías manuales propensas al error hacia un modelo de base de datos integrado que asegura la consistencia técnica, la interoperabilidad total de la cartografía y el cumplimiento del marco legal de la Ley N° 31313.
- La implementación de scripts personalizados en ArcMap permitió mitigar el error humano en las tablas de atributos, logrando la depuración masiva y corrección automática de valores nulos inconsistentes, y garantizando la eliminación estricta de tildes y minúsculas exigida por los estándares sectoriales para el correcto procesamiento de consultas geoespaciales.
- El diseño de un flujo automatizado en ArcPy permitió estructurar y generar eficientemente la metadata técnica de los más de 60 mapas temáticos del proyecto, cumpliendo con cada uno de los parámetros de la “Guía de especificaciones técnicas” del MVCS y sentando las bases analíticas para la futura Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia
- La integración de técnicas de recolección de información in situ con el modelamiento de variables sociofísicas demostró una estrategia metodológica adecuada para subsanar la desactualización de las fuentes secundarias. Esto permitió formular propuestas de zonificación de macroescala funcionales y resilientes frente a la dinámica de expansión urbana de la provincia.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda a la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad de Anta adoptar formalmente el uso de scripts de Python desarrollados en este proyecto como un estándar obligatorio de control de calidad previo para cualquier actualización cartográfica futura en sus áreas técnicas.
- Como propuesta institucional, se sugiere aprovechar los metadatos ya generados en la base cartográfica del PAT para implementar formalmente la Infraestructura de Datos Espaciales de Anta, garantizando que la información quede indexada de forma transparente en el Observatorio Urbano Nacional del MVCS.
- Se recomienda configurar un entorno de Geodatabase corporativa donde se almacene de forma permanente la información validada en campo, con el fin de actualizar dinámicamente las capas de vulnerabilidad sociofísica ante los futuros escenarios de presión demográfica.
- Se propone que la municipalidad gestione convenios o talleres técnicos de actualización para el personal de catastro y desarrollo urbano en las directrices de la Ley N°31313, evitando que las bases de datos alfanuméricas vuelvan a incurrir en vicios de formato.

7. Bibliografía

- Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica. (2022). *Perfil Peruano de Metadatos: Estándares para la Infraestructura de Datos Espaciales (CCIDEP)*. Instituto Geográfico Nacional.
- Congreso de la República del Perú. (2021). *Ley N.º 31313: Ley de Desarrollo Urbano Sostenible*. Diario Oficial El Peruano.
- Instituto Geográfico Nacional [IGN]. (2021). *Normas técnicas nacionales para la producción de cartografía oficial y gestión de bases de datos espaciales*. Ministerio de Defensa.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2023). *Guía de especificaciones técnicas para el tratamiento de la información geográfica-cartográfica aplicada a los PAT/PDM/PDU*. Dirección General de Políticas y Regulación en Vivienda y Urbanismo.