

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“IMPACTO DE LA EXPANSIÓN URBANA SOBRE LA
SUPERFICIE DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL
HUMEDALES DE VENTANILLA EN EL PERIODO 2003-2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autores:

Luis Fernando Alfonso Changa Yui

Valeria Alexandra Tamayo Sanchez

Asesor:

MSc. Ing. Carlos Alberto Alva Huapaya

<https://orcid.org/0000-0002-0983-3151>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Margeo Javier Chumán López	45997406
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Elifio Gustavo Castillo Gomero	07594283
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Angélica Ysabel Miranda Jara	40670962
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Tesis Fernando y Valeria Final

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1 %
2	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	www.researchgate.net Fuente de Internet	1 %
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1 %
5	repository.udistrital.edu.co Fuente de Internet	1 %
6	www.redalyc.org Fuente de Internet	1 %
7	www.scielo.sa.cr Fuente de Internet	1 %
8	www.slideshare.net Fuente de Internet	1 %
9	Submitted to Pontificia Universidad Católica del Perú	<1 %

DEDICATORIA

Dedicamos la presente tesis a aquellas personas que confiaron en nosotros desde el principio, a nuestros familiares, amigos y docentes que han sido un pilar fundamental en nuestra formación como profesionales. Así mismo, dedicarlo a mi colega por el apoyo constante durante en la elaboración de la presente investigación.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradecer a Dios por guiar nuestro camino y por darnos fuerzas para alcanzar una de nuestras metas. A nuestros padres por ayudarnos a cumplir nuestro propósito y estar con nosotros en los buenos y malos momentos. A nuestros amigos por acompañarnos a lo largo de nuestra vida universitaria.

Agradecer a nuestro asesor Alva Huapaya Carlos Alberto y al docente Chumán López Margeo Javier por transmitir sus conocimientos y ayudarnos a llegar al punto en el que nos encontramos.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad Problemática.....	12
1.2. Antecedentes	13
1.2.1. Antecedentes Internacionales	13
1.2.2. Antecedentes Nacionales.....	16
1.3. Marco Teórico.....	18
1.3.1. Humedales	18
1.3.2. Crecimiento Urbano	19
1.3.3. Cambio de Uso de Suelo	19
1.3.4. Ley Orgánica de Municipalidades.....	20
1.3.5. Sistema de Información Geográfica.....	20
1.3.6. Imágenes Satelitales	20

1.4. Formulación del problema	21
1.4.1. General	21
1.4.2. Específicos	21
1.5. Objetivos.....	21
1.5.1. General	21
1.5.2. Específicos	21
1.6. Hipótesis	22
1.6.1. General	22
1.6.2. Específico	22
 CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	 23
2.1. Tipo de investigación.....	23
2.1.1. Enfoque	23
2.1.2. Diseño.....	23
2.1.3. Tipo	23
2.1.4. Población.....	24
2.1.5. Muestra.....	24
2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	24
2.2.1. Técnica	24
2.2.2. Instrumento.....	25
2.2.3. Procedimientos	25
2.2.4. Aspectos éticos	27
2.2.5. Caracterización del área de estudio	27
 CAPÍTULO III: RESULTADOS	 29
 CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	 42
 REFERENCIAS.....	 50
 ANEXOS.....	 55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CAMBIO DE ÁREAS DEL ACR HUMEDALES DE VENTANILLA POR ÁREAS URBANAS	31
TABLA 2. CATEGORÍAS DE COBERTURA VEGETAL.....	33
TABLA 3. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN DEL ACR HUMEDALES DE VENTANILLA	34
TABLA 4. REGISTRO DE INCENDIO FORESTAL.....	34
TABLA 5. TASA DE CAMBIO DE LA COBERTURA VEGETAL DEL ACR HUMEDALES DE VENTANILLA.....	36
TABLA 6. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL HUMEDALES DE VENTANILLA.....	39
TABLA 7. VARIACIÓN DEL ACR DEL SERNANP.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. TRANSFORMACIÓN DE ÁREAS DENTRO DEL HUMEDAL	30
FIGURA 2. IMÁGENES SATELITALES LANDSAT 7 Y LANDSAT 8	32
FIGURA 3. HECTÁREAS DEL HUMEDAL DE VENTANILLA	35
FIGURA 4. PROYECCIÓN DE TASA DE CAMBIO DEL 2022 AL 2030.....	37
FIGURA 5. DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS DE LOS HUMEDALES DE VENTANILLA EN LOS AÑOS 2003 AL 2021	38
FIGURA 6. TRANSFORMACIÓN DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL HUMEDALES DE VENTANILLA	40

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. MAPA DE UBICACIÓN	57
ANEXO 2. EXPANSIÓN URBANA	58
ANEXO 3. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN (NDVI)	59
ANEXO 4. REGISTRO DE INCENDIO FORESTALES	60
ANEXO 5. ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL HUMEDALES DE VENTANILLA	61
ANEXO 6. ESTADO DE LAS LAGUNAS.....	63
ANEXO 7. RESIDUOS SÓLIDOS Y DESMONTE	64
ANEXO 8. VISITA A CAMPO	65

RESUMEN

El Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla es un ecosistema frágil el cual tiene un gran valor ecológico, por sus diferentes servicios ecosistémicos; sin embargo, se encuentra amenazada por el crecimiento urbano. Es por ello, que la presente investigación tiene como objetivo analizar el impacto de la expansión urbana sobre la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, en el periodo del 2003 al 2021; para observar la pérdida de superficie y cobertura vegetal se utilizó los programas Google Earth Pro, ArcGIS 10.8 e imágenes del satélite Landsat 7 y Landsat 8. Los resultados adquiridos fueron que desde el 2003 al 2021 se perdió 39.05 ha de la superficie del Humedal de Ventanilla; asimismo, con respecto a la cobertura vegetal se determinó que la tasa de cambio entre los años 2003 al 2021, tuvo una disminución de 9.15%, mientras que en la zona árida aumentaron en 3.26% por año. Se concluye que existe un deterioro y reducción en la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, pues en los últimos 18 años la ocupación de su superficie por asentamientos urbanos ha ocasionado impactos negativos significativos, generando principalmente la pérdida de cobertura vegetal.

PALABRAS CLAVES: Cobertura vegetal, Expansión urbana, Humedales de Ventanilla, Imágenes Satelitales, NDVI.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Actualmente en el mundo, el proceso de urbanización ha ido aumentando en el transcurso de los años. Se prevé que para el año 2035 un 62.5% de la población se ubicará en las ciudades; tal crecimiento, significa que las nuevas construcciones tomarán gran parte sobre los paisajes naturales, de los cuales generarán deterioro a las especies de flora y fauna que se encuentran en los ecosistemas (Tapia, et al., 2022). Así mismo, el crecimiento urbano conlleva efectos ambientales negativos como la contaminación del suelo, agua y aire, afectando la pérdida de la biodiversidad que se encuentra en los ecosistemas, ya que ellos reciben el mayor impacto. Además, en el proceso de urbanización los ecosistemas cumplen un papel importante al brindarnos los servicios que regularizan y reducen la contaminación (Calderón, et. al., 2012).

En el Perú el crecimiento urbano no tiene un control y los ecosistemas son las primeras en sufrir los impactos negativos. El proceso de urbanización peruana se ha observado con mayor extensión en la capital y en la zona costera de la región; ya que, es causado por la variedad de actividades económicas como el turismo, la actividad industrial y el aumento de nuevas redes viales, las cuales amenazan a la diversidad de especies tanto en flora como fauna (Gálvez, 2019). Cabe mencionar que, el crecimiento de la población cerca a los ecosistemas costeros (los humedales, manglares y arrecifes de coral) perjudica los beneficios de los servicios ecosistémicos que ellos nos brindan (Barragán y De Andrés, 2016). Un caso son los humedales de Villa que se encuentran en peligro por la población que se ha situado cerca al ecosistema, además el mal uso del medio hídrico, la contaminación por residuos sólidos y la demanda de tener rutas de acceso a ocasionado una destrucción a la biodiversidad (Caro, 2022).

Dentro del distrito de Ventanilla se encuentra ubicado el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, este ecosistema a lo largo de los años se ha ido reduciendo debido a la expansión urbana (Arrús y Mogollón 2019). Se conoce que, la población que actualmente reside cerca del Humedal son invasiones; la cual, no cuenta con un plan de zonificación, y al no presentarlo, esto se ve reflejado en la deficiencia de un acceso a los servicios básicos como agua potable y de alcantarillado; por lo que estas aguas residuales van directamente a este ecosistema provocando su fragmentación (Consejo Departamental de Lima, 2022). Además, la expansión urbana afecta directamente a la fauna y flora del humedal, llevándola a la reducción de sectores del ecosistema perjudicando a las especies como la totora y junto que crecen alrededor del humedal, así como a la fauna acuática que por procesos de eutrofización se genera una reducción de estas (Villagra, 2017).

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Yang, et. al. (2022), realizaron una investigación titulada *Ocupación mundial de humedales por la expansión del área de superficie impermeable artificial y su impacto en el valor de los servicios ecosistémicos para 2001–2018*. Tuvo como objetivos describir y cartografiar la distribución temporal y espacial de los humedales ocupados directamente por la expansión global del suelo urbano para 2001–2018 a escala mundial, continental y nacional; y medir la pérdida de ESV debido a la ocupación de humedales en diferentes escalas espaciales. El trabajo es una investigación aplicada de enfoque cuantitativo. Se mapeó la distribución espacial de los humedales ocupados por la expansión del área de superficie impermeable artificial (ISA) global para 2001–2018 y se discutió sus características de cambio temporal y espacial a nivel global, continental y continental. Teniendo como conclusión que los continentes de Asia, América del Norte y Europa son los

continentes con la mayor área de humedales ocupada por la expansión de ISA; asimismo entre los años 2001 – 2018 el área total de humedales ocupados directamente por la expansión de ISA a nivel mundial fue de 1301,24 km².

Garzón (2019), realizó una investigación titulada *Determinación del área de afectación causada por construcciones urbanas sobre el Humedal Córdoba de Bogotá D.C. a partir de Análisis Cartográfico Multitemporal (1970-2017)*. Tesis para obtener el grado de Tecnólogo en Topografía. Con el objetivo de determinar el área afectada del Humedal Córdoba por urbanizaciones planificadas y legalizadas en la ciudad de Bogotá mediante un Análisis Cartográfico Multitemporal en el periodo (1970 - 2017). Para el trabajo se empleó imágenes aéreas tomadas en los periodos establecidos y mediante un estudio cartográfico multitemporal se pudo determinar la ocupación del humedal. Teniendo como conclusión que el área afectada de los humedales a partir del desarrollo urbanístico fue de 83.76 %, lo que es contradictorio con el Plan de Manejo Ambiental del humedal. Asimismo, se logró evidenciar cualitativamente que la Urbanización hacienda Córdoba y el Barrio Prado Sur afectaron en un 51.42 % el humedal.

Palomeque, et. al. (2017), elaboraron la investigación titulada *Analysis of land use change in an urban ecosystem in the drainage area of the Grijalva River, Mexico*. Tuvo como objetivo evaluar la dinámica espacio-temporal en la ciudad de Villahermosa durante el periodo 1984-2008. El trabajo es una investigación de enfoque cuantitativa. Se crearon capas temáticas de uso del suelo blanco y negro mediante el software ArcGIS 10.2.2.; se utilizaron fotografías aéreas de los años 1984 al 2008 con la finalidad de clasificar siete clases de uso del suelo en humedales mediante la

digitalización de polígonos y posterior rasterización. Teniendo como conclusión que la superficie urbana se incrementó en 5000 ha, aproximadamente, ocupando áreas naturales de

humedales lo que a su vez representa una alta probabilidad de inundación para la población asentada en esta área; es por ello, que se plantea proteger estos ecosistemas empleando un Plan de Manejo Ambiental para evitar su deterioro.

Wang, et. al. (2021), ejecutaron la investigación titulada *Monitoring the changes in land use and landscape pattern in recent 20 years: A case study in Wuhan, China*. Tuvo como objetivo examinar los cambios de uso del suelo utilizando imágenes de series temporales tomadas en 2000, 2010 y 2020. El trabajo es una investigación de enfoque cuantitativo. Se aplicaron matrices para explorar las características del cambio de uso en Wuhan en los últimos 20 años. Se concluyó que el crecimiento de la población sumado a la expansión de áreas urbanas de Wuhan genera pérdidas y reducción significativa en espacios verdes; además, el cambio de uso de suelo y las actividades humanas fragmentaron bosques, humedales y pastizales entre el 2000 – 2020.

Halls y Magolan (2019), elaboraron la investigación titulada *A methodology to assess land use development, flooding, and wetland change as indicators of coastal vulnerability*. Tuvo como objetivo utilizar técnicas de análisis geoespacial para sintetizar una variedad de datos para derivar índices de riesgo y nuevas medidas del cambio de la línea de costa con respecto al cambio de humedales y el desarrollo urbano. El trabajo es una investigación cuantitativa. Se utilizó una variedad de datos, incluidas imágenes satelitales (PlanetScope) y aéreas (NAIP y Lidar) y datos vectoriales (C-CAP, llanuras aluviales de FEMA y permisos de construcción), para evaluar los cambios a través del espacio y el tiempo. Teniendo como conclusión que existe una relación significativa entre el desarrollo residencial y la pérdida de humedales generando una pérdida de 75% del área de la costa y un 69% de la línea de costa; además los métodos combinados permitieron la identificación de área con posible riesgo a inundaciones.

1.2.2. Antecedentes Nacionales

Camas y Mamani (2022), en su investigación titulada *Evaluación de la vegetación y saturación del suelo en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla mediante teledetección en Perú, 2006-2021*. Teniendo como objetivo evaluar la vegetación y saturación del suelo del ACR dentro de lo que fue áreas de amortiguamiento, desde meses antes de su creación en 2006 hasta el 2021. Esta investigación es de tipo no experimental, transversal y descriptiva, teniendo como instrumentos las imágenes satelitales Landsat y herramientas como los índices ICEDEX y NDVI, para la recolección de información. Teniendo como conclusión, que para tener una mejor accesibilidad en la evaluación del ACR en recomendable usar la teledetección como herramienta, ya que permitió observar una pérdida de 45.99 ha entre los años 2006 y 2021. Por otro lado, también se puede observar que hay un aumento de vegetación de 27.63 ha, este incremento es por un proceso de eutrofización ocasionado por actividad antrópica. Recomiendan que se siga realizando investigaciones respecto al ACR y que se tome otras variables propias del ecosistema y que se priorice una mejor gestión en el cuidado y conservación de estas áreas naturales.

Castillo y Huamantínco (2020), mencionan en su investigación titulada *Variación espacial de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la zona litoral del humedal costero Santa Rosa, Lima, Perú*. Tuvo como objetivo determinar la composición de una comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociada a la variación espacial en el sector costero del humedal costero Santa Rosa en Lima, Perú. Esta investigación se utilizó puntos de muestreo para poder realizar una valorización ambiental, ya que esta herramienta ayudaría a evaluar las condiciones del humedal y así poder realizar medidas de restauración. Mencionan que las estaciones más cercanas a las actividades antropogénicas como el desagüe, pastoreo y entre otras afectan a los humedales, ya que habría un exceso de

nutrientes para las macrófitas generando un efecto de eutrofización perjudicando el intercambio de gases entre la atmosfera y el agua perjudicando una de las funciones que brindan los humedales.

Yanque, et. al. (2019), en su investigación titulada *Estado ecológico del humedal urbano Phuyuqocha-Cajonahuaylla, San Jerónimo-Cusco-Perú*. Con el objetivo de evaluar el estado ecológico del humedal. Esta investigación es de tipo descriptiva transversal, ya que, al tener gran cantidad de variables presentes, los muestreos se tomaron de manera aleatoria para así poder calcular el estado ecológico del humedal. Dando como conclusión, que el humedal de Phuyuqocha – Cajonahuaylla está calificado como “malo” en los indicadores, ya que esto se debe a las actividades antropogénicas que se realizan alrededor del ecosistema, afectando directamente a los cuerpos hídricos presentando en los estándares de calidad como “malo” y “muy malo”.

Loza y Taype (2020), en su investigación titulada *Análisis multitemporal de asociaciones vegetales y cambios de uso del suelo en una localidad altoandina, Puno-Perú*. Tuvo como objetivo caracterizar las variaciones temporales en la vegetación y el aprovechamiento del suelo en el distrito altoandino de Cabana. En esta investigación muestra una población distribuida en pequeñas localidades de 4 392 habitantes en el 2007 y para el 2017 mostró un aumento de 5 215 según los datos obtenidos en el INEI. Como técnica se usó la teledetección, para ello se emplearon imágenes del satélite Landsat 8 y el programa ArcGIS v10.5. Concluyendo esta investigación indican que el cambio de uso de suelo en los Humedales del distrito de Cabana, se debe al incremento de la población en esta zona lo que causó una ocupación más intensiva del territorio y la disminución de áreas de vegetación natural, teniendo como dato que su incremento es desde 5 133 ha (27 %) a 7 115 ha (37 %) del espacio distrital; se extendieron suelos degradados desde 35 a 120 ha, áreas con

disminución de vegetación de 17 a 30 ha y se redujeron humedales de 179 a 29,7 ha; así mismo, el crecimiento urbano creció a un 40,7 % anual.

Pulido y Bermúdez (2018), en su investigación titulada *Estado actual de la conservación de los hábitats de los Pantanos de Villa, Lima, Perú*. Tuvieron como objetivo evaluar la condición actual de la conservación de los hábitats de los Pantanos de Villa y los cambios que han sufrido en los últimos años debido a componentes físicos y antrópicos. Se concluyó que el humedal Pantanos de Villa se ha reducido progresivamente teniendo a principios del siglo pasado 2 000 ha y para el año 2018 contaba con 263.27 ha, esto se debe a los cambios del uso del suelo por el avance de la expansión urbana que a su vez han sumado a la formación de nuevos hábitats que alberga otro tipo de flora y fauna perjudicial para la biodiversidad existente.

1.3. Marco Teórico

1.3.1. Humedales

Los humedales son ecosistemas que proporcionan una diversidad de servicios ecosistémicos no solo a la población aledaña, sino que también a sus componentes biológicos. Estas áreas son de gran valor (económico, científico, cultural y recreativo) para los seres humanos, ya que ayudan a estabilizar el clima, nos protege de fenómenos naturales y nos otorgan valiosos recursos creando así un equilibrio ecológico (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP, 2013). Otra de sus principales funciones está relacionadas al almacenamiento y purificación de agua dulce y protección ante sequías, inundaciones o crecidas, permitiendo la subsistencia de la biodiversidad (Convención de Ramsar sobre los Humedales, 2018).

Según el tipo de humedales Ramsar (2007) las clasificó en 5 principales grupos, entre ellos tenemos a los marinos como humedales costeros costas rocosas, lagunas costeras y arrecifes de coral, también están los estuarios que lo conforman las marismas de marea deltas y manglares; asimismo, los lacustres como humedales relacionado con lagos; de igual manera, los ribereños conformados por humedales cercanos a ríos y arroyos; y finalmente los palustres, es decir, humedales “pantanosos” como pantanos, marismas y ciénagas.

1.3.2. Crecimiento Urbano

Se entiende como crecimiento urbano al desarrollo dinámico y complejo que cambia las ciudades; este se encuentra relacionado al incremento de población y/o migración de personas de las zonas rurales que buscan mejores oportunidades (Singh y Deshmukh, 2022). El incremento y expansión de áreas urbanas no solo está ligado a oportunidades socioeconómicas, sino que también está asociada a la degradación y reducción de áreas naturales, pérdida de biodiversidad, contaminación del aire, cambio climático, aumento de la presión sobre los suministros de agua dulce, generación de residuos sólidos, desertificación, y más (Domingo, et. al., 2021).

1.3.3. Cambio de Uso de Suelo

El cambio de uso de suelo está definido como la utilidad que se le otorga a la superficie del suelo para realizar una actividad en específico, ya sea para agricultura, minería, industria, adelanto residencial, entre otros (Hamdi y Abdul, 2021).

Se ha podido demostrar que el cambio de uso de suelo se encuentra vinculada con la extensión espacial y la densidad de las zonas urbanas; sumado a esto, existe una falta de conocimiento sobre cómo cambiar la superficie del suelo, lo que ocasiona un impacto significativo a este (Güneralp, et. al., 2020).

1.3.4. Ley Orgánica de Municipalidades

Los gobiernos locales tienen la obligación de regular actividades y funciones del sector público, haciendo cumplir normas técnicas en los diferentes servicios y bienes públicos, dando conformidad al cumplimiento de las normas y leyes dispuestas por la Constitución Política del Perú, teniendo como objetivo:

(...) establecer normas sobre la creación, origen, naturaleza, autonomía, organización, finalidad, tipos, competencias, clasificación y régimen económico de las municipalidades; también sobre la relación entre ellas y con las demás organizaciones del Estado y las privadas, así como sobre los mecanismos de participación ciudadana y los regímenes especiales de las municipalidades. (Ley Orgánica de Municipalidades Nro 27972)

1.3.5. Sistema de Información Geográfica

El Sistema de Información Geográfica (SIG) es un instrumento que nos permite trabajar con diferentes datos geográficos; ya sea para almacenar, capturar, analizar, etc. informaciones espaciales con coordenadas en la superficie (Garay, 2019).

1.3.6. Imágenes Satelitales

Las imágenes satelitales son herramientas que nos ayudará en analizar y evaluar el estudio de los diferentes fenómenos en la superficie terrestre, así mismo poder observar los cambios positivos como negativos por las diferentes actividades ya sea antropogénicos o geomorfológicos (Loayza, et. al. 2017).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. General

¿Cómo ha impactado la expansión urbana en la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003 - 2021?

1.4.2. Específicos

- ¿Cuántas hectáreas del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla se han transformado en zonas urbanas en el periodo 2003 - 2021?
- ¿Cuál es el índice normalizado de vegetación en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla por la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021?
- ¿Cuál es la tasa de cambio de cobertura vegetal en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla por la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021?

1.5. Objetivos

1.5.1. General

Analizar el impacto de la expansión urbana sobre la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003 - 2021.

1.5.2. Específicos

- Identificar la cantidad de hectáreas transformadas en zonas urbanas dentro del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003 - 2021.

- Determinar el índice normalizado de vegetación en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla por la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021.
- Determinar la tasa de cambio de cobertura vegetal en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla por la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021.

1.6. Hipótesis

1.6.1. General

La expansión urbana impacta significativamente sobre la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003 – 2021.

1.6.2. Específico

- La cantidad de hectáreas transformadas en zonas urbanas se relaciona significativamente dentro del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003 – 2021.
- El índice normalizado de vegetación en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla determina la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021.
- La tasa de cambio de cobertura vegetal en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla determina la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Enfoque

La presente investigación corresponde a una investigación de enfoque cuantitativo, el cual según Farah (2006) tiene un enfoque más estadístico debido a que incluye cifras, atributos, datos numéricos o cantidades registradas, en mediciones o análisis objetivas.

Por esa razón esta investigación tiene este enfoque ya que se analiza datos numéricos, cartográficos e imágenes satelitales para determinar la pérdida de la superficie de Humedales de Ventanilla por zonas urbanas.

2.1.2. Diseño

El diseño considerado para esta investigación es el no experimental; puesto que, consiste en observar los acontecimientos que ocurren en el entorno, pero no en la manipulación e intervención de variables (Hernández, et. al., 2014); es por ello que en el presente estudio se observará y analizará el cambio de la superficie de los humedales.

Del mismo modo este estudio presenta un corte transversal puesto que construye un acontecimiento en un tiempo determinado para analizar la relación de las variables determinadas (Cabrera, et. al., 2006). Es decir, captura un momento específico para ser descrita y analizada acorde al tiempo propuesto, en el periodo 2003 - 2021.

2.1.3. Tipo

Esta investigación es de tipo descriptivo pues según Guevara, Verdesoto y Castro (2020), nos explican que la investigación descriptiva se realiza cuando se desea describir las variables en base a una realidad.

Por ende, este estudio es descriptivo porque se pretende analizar los datos obtenidos sobre los impactos generados por la expansión de zonas urbanas, en un periodo determinado; para posteriormente ser descritos.

2.1.4. Población

La población de estudio es un grupo de componentes definidos que no solo se enfoca a seres vivos, sino que también a objetos, instituciones, entre otros; además, este se determina de acuerdo al objetivo del estudio (Gómez, et. al., 2016).

Por tanto, la población a utilizar en la investigación es finita, porque se enfoca específicamente en los Humedales de Ventanilla. Puesto que a lo largo de los años su superficie se ha reducido a consecuencia de la expansión de zonas urbanas; abarcando la población un área 275.45 ha.

2.1.5. Muestra

Como menciona Hernández, et. al. (2014), la muestra llega a ser un subconjunto de diferentes componentes que corresponden al conjunto seleccionado con sus características; así mismo, debe ser representativo de la población. Cabe mencionar, que la muestra de la presente investigación es igual que la población; ya que, se está considerando el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla.

2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.2.1. Técnica

La técnica considerada para esta investigación es la observación, el cual según Arias (2020), nos mencionan que es una técnica que nos permite describir y analizar el entorno real teniendo uno o varios elementos de estudio; además, es importante considerar un criterio científico.

En la presente investigación, se considera la técnica de observación de tipo no estructurada; ya que, se empleará un Sistema de Información Geográfica (GIS) para delimitar, visualizar y analizar los cambios existentes en la superficie de los humedales en distintos periodos de tiempo (2003-2005-2009-2015-2017-2021).

2.2.2. Instrumento

Un instrumento de investigación es aquel recurso que permite ejecutar la técnica establecida; a su vez permite obtener información que será esencial para el desarrollo de la investigación (Martínez, 2013). Con la finalidad de obtener información en el presente estudio se utilizó las imágenes satelitales, en este caso imágenes Landsat 7 y Landsat 8, la cual nos proporcionará información sobre la cobertura vegetal del humedal. Asimismo, el uso de los programas ArcGIS 10.8 y Google Earth Pro, que nos permitirán delimitar y analizar la expansión de zonas urbanas dentro del área de estudio.

Para la recolección de las imágenes satelitales se realizó la búsqueda en el sitio web del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), el cual es una fuente federal que brinda y proporciona una gran variedad de datos en tiempo real e información procesable para la toma de decisiones sobre aspectos ambientales, ecosistémicos y ordenamiento territorial. (Servicio Geológico de Estados Unidos, s.f.). Por esta razón, el presente estudio no requiere de ningún permiso de validación puesto que el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) es una fuente de información abierta que permite la descarga de datos sin ninguna restricción.

2.2.3. Procedimientos

Para la recolección de datos se utilizó las bases de datos de Sciondirect, Scielo, Scopus y Researchgate, teniendo en cuenta el año, idioma, revistas, acceso libre de los documentos y país; la información obtenida estuvo relacionada al impacto del crecimiento

urbano sobre humedales y/o áreas naturales. Por otro lado, se realizó la búsqueda y la descarga de Shapefile del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla (<https://geo.sernanp.gob.pe/visorsernanp/>) y de la región Callao con sus distritos (<http://sigmed.minedu.gob.pe/mapaeducativo/>).

Con respecto a las imágenes satelitales, fueron descargadas del explorador USGS Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>); de acuerdo con los años establecidos para el estudio (2003-2005-2009-2015-2017-2021); se utilizaron las imágenes de los satélites Landsat 7 (2003-2005-2009) y Landsat 8 (2015-2017-2021). El criterio que se consideró para la descarga de imágenes satélites fue que estas pertenecieran a los meses de temporada seca, con la finalidad de evitar nubosidad. Cabe mencionar que las imágenes de Landsat 7 presentan un fallo debido al mal funcionamiento del sensor; es por ello, que las imágenes correspondientes a los años 2005 y 2009 requieren de una corrección de bandeamiento. Con el propósito de mejorar el aspecto de estas imágenes se empleó el programa ArcGIS 10.8, la herramienta análisis, la máscara de validación y una distancia máxima (en píxeles) de 30 m.

Por otro lado, el índice normalizado de vegetación (NDVI), nos permite obtener información espectral de la cobertura vegetal a partir del uso de las bandas infrarrojo cercano y banda roja; asimismo, el valor del índice (-1 a +1) no permitirá identificar la presencia de vegetación (Ariza, Roa, Serrato y León, 2018). Para ello se empleó la siguiente ecuación:

$$NDVI = \frac{(IR\ Cercano - ROJO)}{(IR\ Cercano + ROJO)}$$

Para calcular el índice normalizado de vegetación (NDVI) se trabajó con el programa ArcGIS 10.8 y con las imágenes Landsat 7, previamente bandeadas, y Landsat 8. Adicionalmente, se utilizó la herramienta ráster para obtener los primeros resultados visuales. Sin embargo, para poder alcanzar un resultado numérico se debe reclasificar los

ráster para posteriormente poligonizar (Shapefile). Una vez poligonizada el ráster, se calculó la superficie de la cobertura vegetal, en hectáreas (ha).

Posterior a ello, se utilizó el programa Google Earth Pro para obtener las imágenes del humedal correspondiente a los años (2003-2005-2009-2015-2017-2021), con la finalidad de poder observar el crecimiento de las áreas urbanas situadas a los alrededores del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el transcurso de los años establecidos. Las imágenes obtenidas se pasaron al programa ArcGIS 10.8 donde se georreferenció, teniendo en cuenta el sistema de coordenadas WGS84-18S. Finalmente, en base a los polígonos de cobertura vegetal obtenidos, se pasó a la creación de Shapefile de las zonas urbanas. Cabe precisar que después de haber obtenido los resultados, se realizó la visita a campo para poder verificar la presencia de lagunas y áreas urbanas, puesto que el sensor del satélite Landsat en algunas oportunidades consideraba a estas como cobertura vegetal.

2.2.4. Aspectos éticos

Con relación a los aspectos éticos, en la presente investigación cumple con los requisitos establecidos por la universidad. Se respeta la propiedad intelectual de los autores, realizando su respectiva referencia en formato APA 7ma edición. Se da a conocer el principio del respeto y la protección a los humedales de Ventanilla, reforzados por el Decreto Supremo Nro. 074-2006-AG, y la Resolución Ministerial Nro. 051-2014-MINAM, el cual se enfoca en la conservación de la biodiversidad de estos ecosistemas.

2.2.5. Caracterización del área de estudio

El Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla se encuentra en el distrito de Ventanilla, parte de la Provincia Constitucional del Callao, se sitúa entre las coordenadas WGS 84, proyección UTM Zona 18S: 265 000 – 267 500 Este y 8 683 000 – 8 687 000 Norte, y cuenta con un área de 275.45 ha (Ver Anexo 1). Fue creado el 19 de

diciembre del 2006, mediante Decreto Supremo Nro. 074-2006-AG, teniendo como objetivo:

“Conservar una muestra representativa de los humedales presentes en la ecorregión del Desierto Pacífico Subtropical incluyendo los valores asociados y ecosistemas frágiles que constituyen el hábitat de la avifauna migratoria y residente y otras especies de fauna y flora local” (Decreto Supremo Nro. 074-2006-AG, Artículo 02)

Dentro de este ecosistema podemos encontrar un total de 27 especies de plantas nativas, siendo las más representativas la totora, el carrizo, el junco, y matara (Ver Anexo 5); 126 especies de aves, como el gavilán acanelado, turtupilin, sietecolores, junquero y aves playeras; y 5 especies de reptiles, entre ellas destaca gecko (Peligro de extinción). Estas características biológicas lo convierten en una zona adecuada para realizar diversas actividades recreativas, culturales, educativas y turísticas. El Gobierno Regional del Callao cuenta con un Plan Maestro (2009) donde se detallan las medidas de conservación: vigilancia ambiental permanente para proteger la integridad ecológica del humedal, limpieza de residuos sólidos, mantenimiento en la vegetación y canales, elaboración e instalación de anuncios informativos y disuasivos, y monitoreos biológicos y de calidad del agua.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

De acuerdo a lo mencionado con anterioridad, se obtuvieron los siguientes resultados respecto al impacto de la expansión urbana en la superficie de los Humedales de Ventanilla en el periodo de 2003-2021.

Cantidad de hectáreas transformadas en zonas urbanas dentro del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla

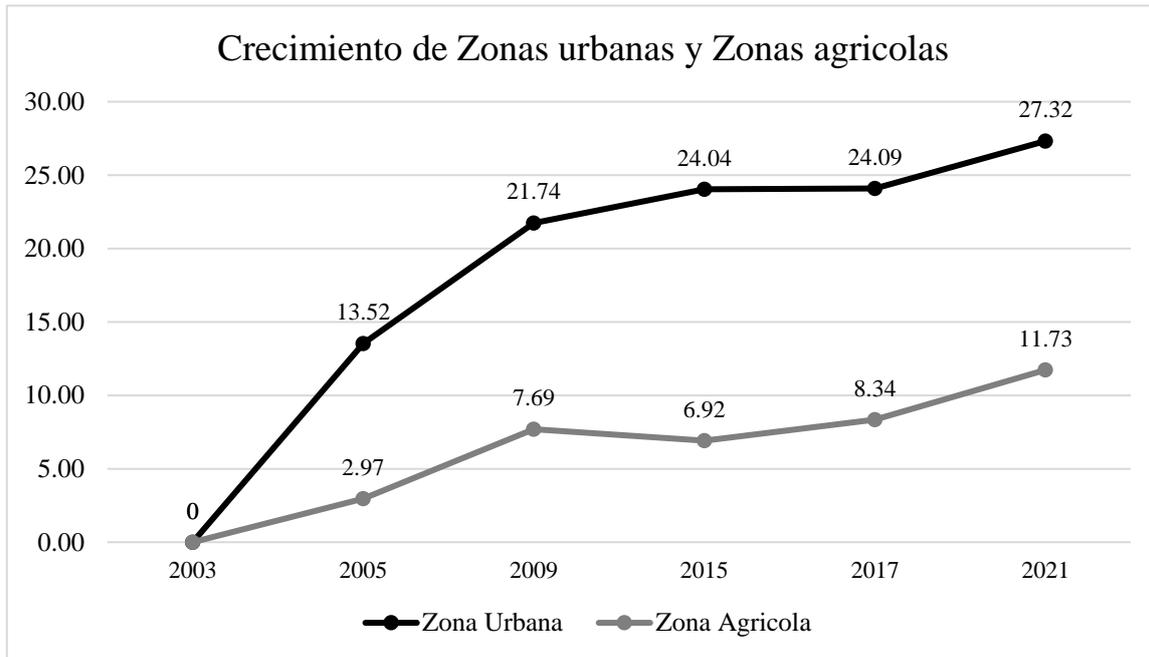
En el Figura 1 se presenta el crecimiento de las zonas urbanas y zonas agrícolas respectivamente por cada año (2003- 2021). Es entendido que en año 2003 no existía ninguna zona urbana ni zonas agrícolas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, es decir, no se encontró impactos negativos significativos en el humedal por actividades antrópicas. En el 2005, se posicionaron las áreas urbanas con una extensión de 13.52 ha. En el año 2009 se presentó un incremento de área urbana con una superficie de 21.74 ha. En el año 2015 tuvo un incremento hasta 24.04 ha en área urbana. En el año 2017 el crecimiento de zonas urbanas fue mínimo, solo 5 centésimas de diferencia con el anterior periodo, dando un incremento de 24.09 ha. Por último, en el 2021 llegó con un incremento de zonas urbanas de 27.32 ha.

Por otro lado, se observó que el crecimiento urbano dentro del humedal, motivo a que se desarrolle actividades de agricultura, generando un cambio de uso de suelo que no es propio del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla; por lo cual, en el 2005 se halla un incremento de 2.97 ha de uso de suelo para agricultura; así mismo en el año 2009 se ve un mayor aumento del uso de suelo del humedal por estas actividades siendo 7.69 ha utilizadas. En el año 2015 se generó una disminución respecto al año de estudio anterior, siendo 6.92 ha de suelo utilizado para la agricultura. En el 2017 hay un incremento de 1.42

ha más de zonas utilizadas para las actividades que se desarrollan dentro del humedal, dando un total de 8.34 ha. Por último, en el año 2021 se ve que hay un incremento de uso de suelo del humedal a 11.73 ha.

Figura 1

Transformación de áreas dentro del humedal



Nota. El Gráfico 1 muestra el aumento de hectáreas transformadas de zonas urbanas y zonas agrícolas dentro del ACR Humedales de Ventanilla. Asimismo, se puede apreciar que el crecimiento de zonas urbanas es mayor al crecimiento de zonas agrícolas.

Se logró identificar cuanto del área del humedal se transformó en una zona urbana (Ver Tabla 1). En el año 2003 no se obtuvo ningún cambio en la expansión de zona urbana y reducción de la cobertura vegetal; no obstante, en el año 2005 se observó que 16.49 ha de área verde del humedal fueron cambiadas para uso de zonas urbanas y zonas agrícolas pertenecientes a la misma población que habita en la zona urbana. Del mismo modo, en el año 2009 se presentó un incremento en la transformación de zonas urbanas y zonas agrícolas a 29.43 ha; para el año 2015 se obtuvo el valor de 30.96 ha de cambio del humedal por la zona urbana; del mismo modo, en el año 2017 se observó un incremento mínimo de 32.43

ha que fueron reemplazadas por las zonas urbanas y zonas agrícola. En el año 2021, se tuvo un aumento de 39.05 ha que fueron modificadas para el uso de zonas urbanas y zona agrícola.

Tabla 1

Cambio de áreas del ACR Humedales de Ventanilla por áreas urbanas

Año	Crecimiento de áreas urbanas (ha)
2003	0
2005	16.49
2009	29.43
2015	30.96
2017	32.43
2021	39.05

Nota. La Tabla 1 presenta el cambio del humedal en zonas urbanas y agrícola dentro del ACR Humedales de Ventanilla, se puede apreciar el crecimiento de áreas urbanas aumenta a medida que van pasando los años.

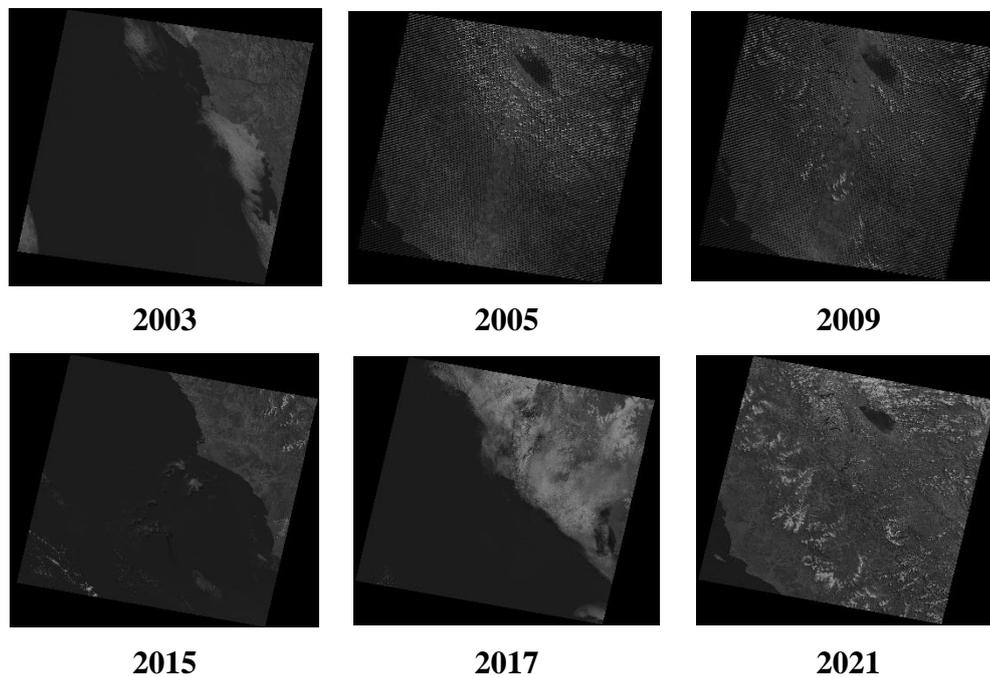
Con lo antes mencionado se observa que el Humedal de Ventanilla ha tenido una pérdida en su área al transcurso de los años, donde las zonas urbanas han ido creciendo y disponiendo del suelo para construir sus viviendas o realizar otras actividades dentro del humedal.

Índice normalizado de vegetación en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla

El índice normalizado de vegetación (NDVI) del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, se obtuvo a partir de la operación de las bandas Infrarrojo y Rojo, pertenecientes a las imágenes satelitales Landsat 7 y Landsat 8. Se menciona que, las imágenes satelitales perteneciente a los años 2003, 2005 y 2009, se extrajeron del satélite Landsat 7; mientras que, las imágenes satelitales de los años 2015, 2017 y 2021, se extrajeron del satélite Landsat 8. A continuación, se presentan las imágenes satelitales utilizadas para obtener el índice normalizado de vegetación (NDVI).

Figura 2

Imágenes satelitales Landsat 7 y Landsat 8



Para una mejor interpretación sobre la cobertura vegetal, se establecieron cuatro categorías: suelo sin cobertura vegetal, suelo con cobertura vegetal mixta, suelo con cobertura vegetal poco densa y suelo con cobertura vegetal densa; las cuales fueron representadas por un color significativo.

Tabla 2

Categorías de cobertura vegetal

Color	Categorías
	Suelo sin cobertura vegetal
	Suelo con cobertura vegetal mixta
	Suelo con cobertura vegetal poco densa
	Suelo con cobertura vegetal densa

Nota. En la Tabla 2 se puede observar los colores correspondientes a cada categoría de cobertura vegetal, en donde la tonalidad de verde se intensifica de acuerdo a la cantidad de vegetación presente en el humedal.

En el transcurso de los años 2003 al 2021, se ha podido observar una disminución de la cobertura vegetal de 77.41 ha. En el año 2003, el total de vegetación presente en el humedal fue de 143.70 ha; y en el año 2021, 18 años después, la vegetación disminuyó a 66.29 ha. Del mismo modo, se pudo observar que las zonas áridas (sin vegetación) aumentó en 77.25 ha; en el año 2003 el total de hectáreas sin vegetación fue de 131.75 ha, mientras que para el 2021 aumentó a 209.16 ha (Ver Anexo 3). Es preciso mencionar que el sensor del satélite plismo en las imágenes satelitales un registro de las áreas de lagunas dentro del Humedal de Ventanilla, confundiendo estas como parte de la cobertura vegetal, siendo estas áreas equivalentes a 10.31 ha; en consecuencia, dichas áreas fueron restadas de la cobertura vegetal. Esto se logró a través de la observación en campo al corroborar los resultados de las imágenes satelitales.

Tabla 3
Índice normalizado de vegetación del ACR Humedales de Ventanilla

Categoría	Hectáreas (ha)					
	2003	2005	2009	2015	2017	2021
Suelo sin cobertura vegetal	131.75	160.30	162.71	171.33	195.77	209.16
Suelo con cobertura vegetal mixta	46.65	51.86	48.03	40.55	23.08	0.42
Suelo con cobertura vegetal poco densa	52.90	39.78	42.45	28.94	20.38	39.65
Suelo con cobertura vegetal densa	44.15	23.52	22.25	34.63	36.21	26.22

Nota. La Tabla 3 presenta la cantidad de hectáreas de acuerdo a las categorías de cobertura vegetal identificadas. Con respecto al suelo sin cobertura vegetal se puede apreciar un aumento de hectáreas, esto se debe al desarrollo del crecimiento urbano en el área del humedal; del mismo modo, se puede observar con la vegetación dentro del humedal se ha ido reducción progresivamente.

Durante los años 2005 al 2015, se observó una estabilidad en la pérdida de cobertura vegetal (Ver Figura 3); es decir, que la variación de las zonas áridas en los 10 años fue de aproximadamente 1.10 ha, posterior a esos años la pérdida de cobertura vegetal incrementó drásticamente. Una de las consecuencias que pudo generar la drástica reducción de vegetación son los incendios registrados en los años 2016, 2020 y 2021 (Ver Anexo 4).

Tabla 4
Registro de incendio forestal

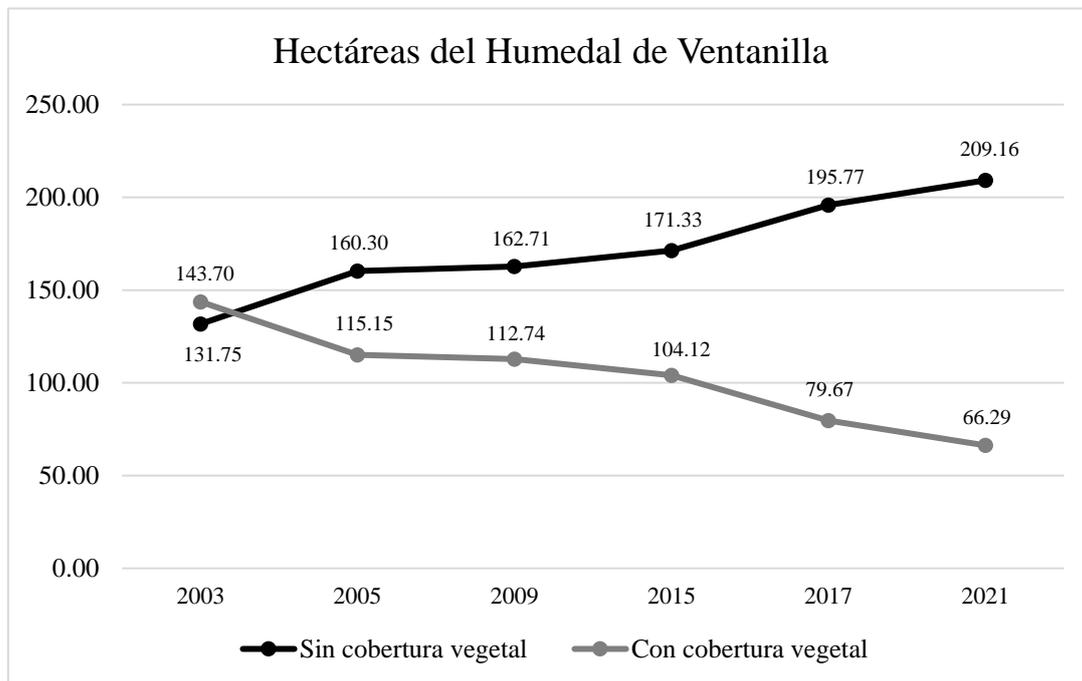
Incendio Forestal	Hectáreas
2016	4 a 5 ha
2020	3 ha
2021	0.04 ha

Nota. En la Tabla 4 se presenta la cantidad de hectáreas perdidas por los incendios forestales ocurridos en los años 2016, 2020 y 2021, lo que evidencia un impacto significativo sobre la cobertura vegetal. Fuente: La República y Canal N.

Con la finalidad de apreciar la pérdida de hectáreas de la cobertura vegetal por zonas urbanas dentro del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla entre los años 2003 al 2021, se diseñó una gráfica considerando el suelo sin cobertura vegetal y el total de suelo con cobertura vegetal.

Figura 3

Hectáreas del Humedal de Ventanilla



Nota. En el Gráfico 2 se observa el aumento de áreas sin vegetación (zonas áridas); siendo en los años 2015 al 2021, donde se registró un aumento en la pérdida de vegetación a causa de incendios y expansión urbana. Por ende, es que registra una disminución en las áreas con vegetación.

Tasa de cambio de cobertura vegetal en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla

La tasa de cambio de la cobertura vegetal del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla se estimó en base al índice normalizado de vegetación (NDVI); es decir, se tomó un año como base referencial y a partir de ello se realizó una operación para obtener los porcentajes de acuerdo a las hectáreas obtenidas. Cabe detallar, que se consideró al año 2003 como base (0%), debido a que en ese mismo año no se registró ninguna alteración sobre la cobertura vegetal dentro del área establecida por SERNANP.

Durante los años 2003 al 2021, se pudo determinar que la tasa de cambio del suelo sin cobertura vegetal fue de 58.75%; es decir, que las zonas áridas aumentaron. Asimismo, con respecto al suelo con cobertura vegetal (mixta, poco densa y densa) se obtuvo una tasa de cambio de -54.92%, lo que significa que estas áreas verdes disminuyeron.

Tabla 5

Tasa de cambio de la cobertura vegetal del ACR Humedales de Ventanilla

Categoría	Área (ha)					
	2003	2005	2009	2015	2017	2021
Suelo sin cobertura vegetal	131.75	160.30	162.71	171.33	195.77	209.16
Suelo con cobertura vegetal mixta	46.65	51.86	48.03	40.55	23.08	0.42
Suelo con cobertura vegetal poco densa	52.90	39.78	42.45	28.94	20.38	39.65
Suelo con cobertura vegetal densa	44.15	23.52	22.25	34.63	36.21	26.22
	Tasa de cambio (%)					
Suelo sin cobertura vegetal	-	21.67%	23.50%	30.04%	48.59%	58.75%
Suelo con cobertura vegetal mixta	-	11.16%	2.96%	-13.08%	-50.53%	-99.10%

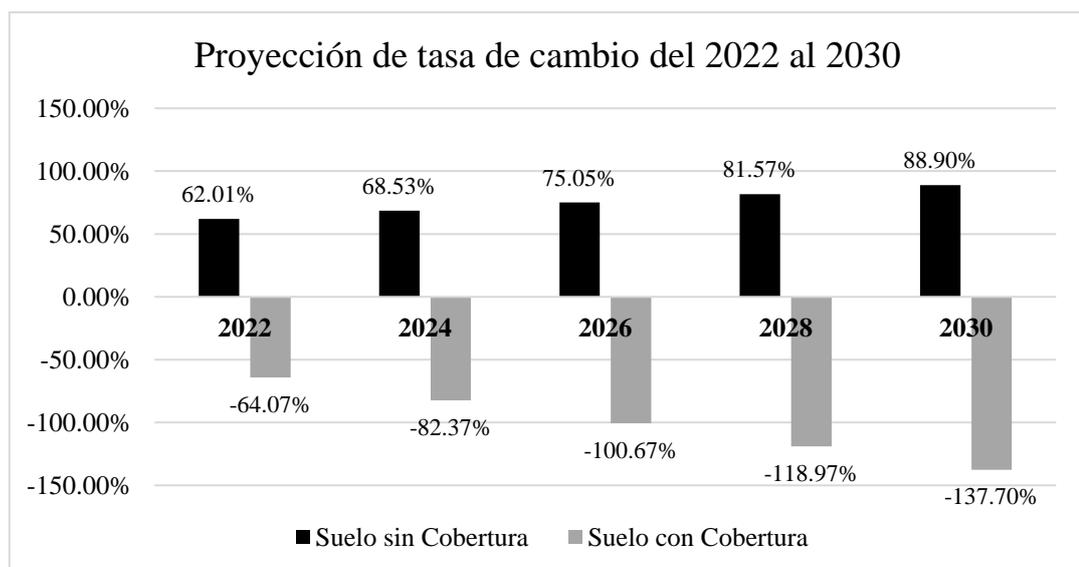
Suelo con cobertura vegetal poco densa	-	-24.80%	-19.74%	-45.30%	-61.46%	-25.04%
Suelo con cobertura vegetal densa	-	-46.73%	-49.60%	-21.55%	-17.98%	-40.61%

Nota. La Tabla 5 precisa que durante los últimos 18 años el porcentaje de cambio de suelo sin cobertura vegetal ha incrementado. Por otro lado, el porcentaje del suelo con cobertura vegetal se ha ido reduciendo a lo largo de los años.

Precisar que, entre el año 2003 al 2021, la tasa de cambio de la zona árida fue de una 3.26% por año; mientras que la tasa de cambio de zonas con vegetación fue de -9.15%. De esta manera, se realizó una proyección de la tasa de cambio de la cobertura vegetal en años posteriores al 2021, dando como resultado que para el año 2022 la tasa de cambio de los suelos sin cobertura vegetal sería de 62.01%, mientras que para suelos con cobertura vegetal alcanzaría los -64.07%. Continuando con la misma progresión, para el año 2030 la tasa de cambio de los suelos sin cobertura vegetal sería de 88.09%, mientras que, para suelos con cobertura vegetal llegaría a -137.27%. Con ello se demuestra que la pérdida que cobertura vegetal está relacionada al aumento de áreas urbanas.

Figura 4

Proyección de tasa de cambio del 2022 al 2030



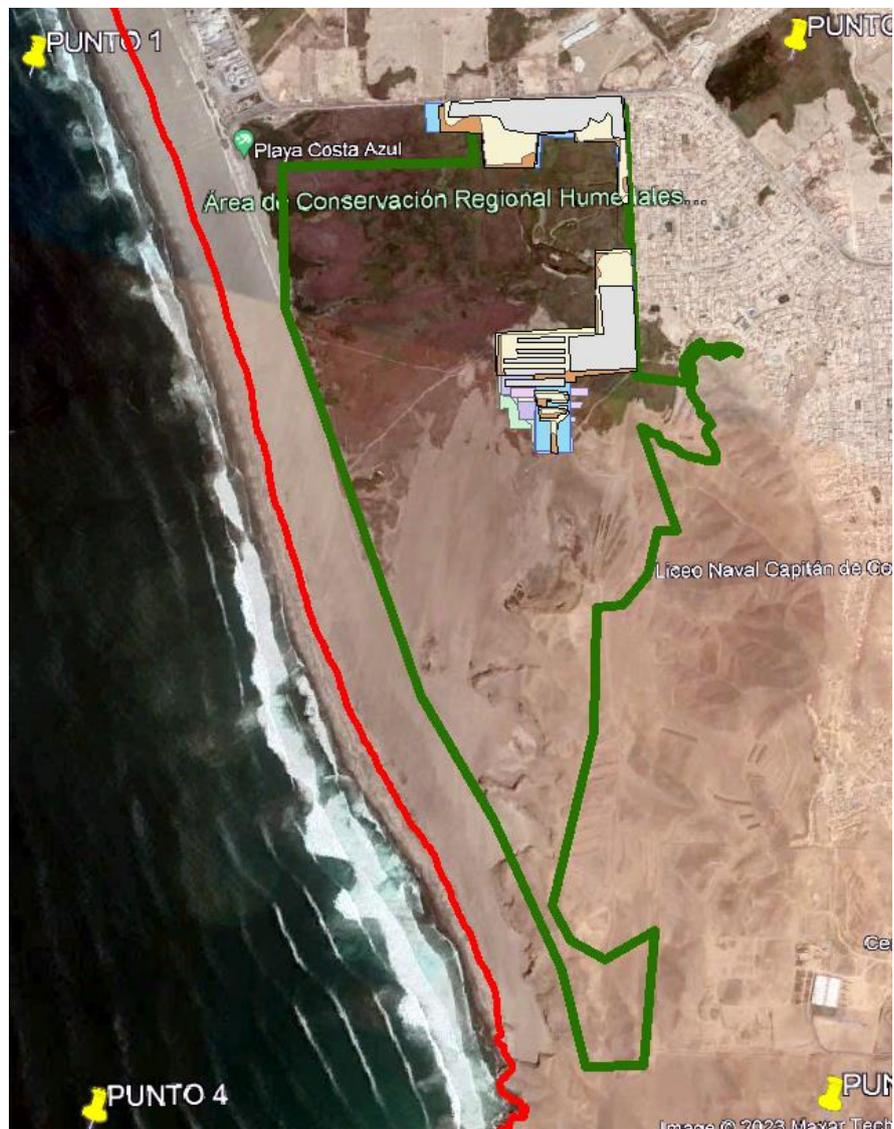
Nota. En la figura 4 se puede apreciar una aproximación de la tasa de cambio entre los años 2022 al 2030, dando a conocer el aumento de suelo sin cobertura vegetal.

Impacto de la expansión urbana sobre el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003 - 2021

Con respecto a las áreas del ACR Humedales de Ventanilla, se pudo realizar la delimitación de este espacio en el programa ArcGIS 10.8 con la ayuda de las imágenes tenidas en el programa Google Earth Pro. Con esa información se pudo analizar que en cada año (2003 – 2021) existe una transformación respecto a la superficie del área de estudio.

Figura 5

Delimitación de las áreas de los humedales de Ventanilla en los años 2003 al 2021



Los resultados se obtuvieron a través de las delimitaciones realizadas en el programa ArcGIS 10.8. (Ver Tabla 6). Para ello, fue necesario crear una tabla de atributos con estos dos valores. En el 2003 no presentó ningún cambio, por lo que se tomó como punto de inicio del estudio, tomando como valor los datos del SERNANP que son de 275.45 ha; para el año 2005, se presenta una reducción a 258.96 ha. En el 2009 se observó una reducción de 246.02 ha; de igual manera, en el año 2015 se obtuvo un total de 244.49 ha teniendo una reducción 1.53 de ha; en el año 2017 la reducción fue de 1.47 ha, llegando a medir un total de 243.02 ha y finalmente, en el año 2021 la superficie del ACR Humedales de Ventanilla se redujo hasta 236.4 ha.

Tabla 6

Delimitación del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla

ACR/AÑO	Área (Ha)
2003	275.45
2005	258.96
2009	246.02
2015	244.49
2017	243.02
2021	236.40

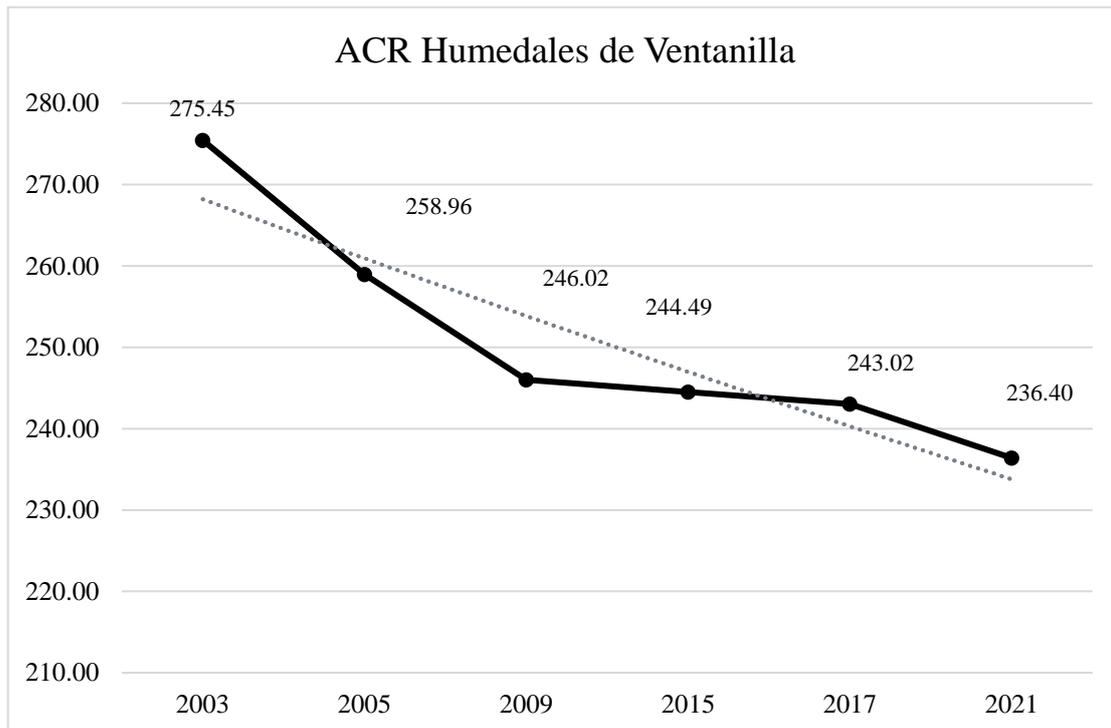
Nota. La Tabla 6 muestra la disminución de área que existe en ACR Humedales de Ventanilla con su respectivo año. Cabe mencionar que la disminución son por las actividades antrópicas que se han desarrollado dentro del humedal.

En el Figura 6 se puede apreciar un decrecimiento del Área de conservación Regional de Ventanilla desde el 2003 al 2021. Esto se debe principalmente a la expansión de zonas urbanas dentro del humedal, así mismo por otros factores directos de esta actividad. Se observa entre los años 2003 al 2009 hubo una pérdida de 29.43 ha siendo estos periodos con

mayor cambio en la superficie; mientras en los años siguientes años la disminución fue mínima de 9.62 ha.

Figura 6

Transformación del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla



Nota. En el Gráfico 3 se puede observar la disminución de hectáreas (ha) del ACR Humedales de Ventanilla, en los últimos 18 años. Cabe precisar que la pérdida del área del humedal no solo se debe al aumento de áreas urbanas, sino que también al cambio de uso de suelo para zonas agrícolas.

De acuerdo a la información obtenida en el Shapefile de los Humedales de Ventanilla en la página del SERNANP, se realizó un análisis de cuánta variación existe entre el ACR delimitado por SERNANP, con el estudio realizado con las imágenes satelitales en el programa ArcGIS 10.8. Esto nos brindó la siguiente variación: en el año 2003 se mantuvo igual, dando como variación 0%; en el año 2005 se obtuvo una variación de 5.99%, respecto al estudio realizado con los datos del SERNANP; así mismo, en el año 2009 se presentó una de variación de 10.68% en la superficie del ACR. Mientras que en los años 2015 y 2017 se presentó una variación mínima 11.24% y 11.77%, respectivamente, respecto a los datos del

SERNANP. Por último, la variación de los datos del SERNANP con los datos obtenidos en el programa ArcGIS, es de 14.18%.

Tabla 7

Variación del ACR del SERNANP

ACR - 2006 (Ha)	ACR/Año	Área (Ha)	Variación
275.45	2003	275.45	0%
	2005	258.96	5.99%
	2009	246.02	10.68%
	2015	244.49	11.24%
	2017	243.02	11.77%
	2021	236.40	14.18%

Nota. La Tabla 7 presenta la variación que se ha dado durante los últimos 18 años, dentro del ACR Humedales de Ventanilla. Se pudo identificar que la variación a partir del 2003 al 2021 corresponde a un 14.18%.

Como se pudo observar con los resultados, el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla ha ido atravesando una serie de impactos significativos relacionado al crecimiento urbano. Una de las principales actividades que genera un impacto negativo significativo es el desarrollo urbanístico (áreas urbanas) que se viene generando en zonas colindantes con el humedal, ya que no solo origina un cambio de uso de suelo, sino que para limpiar estos espacios se provocan incendios. Por otro lado, tenemos a las actividades agrícolas, las que no solo generan un impacto a la calidad del suelo, sino que también a la calidad de agua. Como se mostró en la comparación del área delimitada por SERNANP y el área de estudio, se observa una variación del 14.18% de pérdida del humedal.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La presente investigación tiene como objetivo general, analizar el impacto de la expansión urbana sobre la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003 al 2021. Luego de haber reunido los datos, con su respectivo análisis, se pudo determinar que el crecimiento de áreas urbanas tuvo un impacto negativo significativo sobre el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla. Como comentan Yang, et. al. (2022) la expansión del suelo urbano ha ido ocupando directamente humedales en diferentes escalas espaciales en continentes de Asia, América del Norte y Europa, durante los años 2001 al 2018 se determinó que el área total de humedales ocupados directamente por la expansión de superficie impermeable artificial (ISA) a nivel mundial fue de 1301,24 km². De acuerdo con su estudio, se puede afirmar que la expansión y/o crecimiento de áreas urbanas impactan negativamente sobre los humedales generando pérdidas de área y cobertura vegetal; en base a los hallazgos realizados, se pudo determinar que 39.1 ha del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla fueron transformadas en áreas urbanas durante el periodo 2003 al 2021; lo que conlleva a la pérdida de 25.80 ha de cobertura vegetal. Asimismo, de acuerdo con lo que se pudo evidenciar en campo, se puede afirmar que la ocupación de humedales también impacta indirectamente a la biodiversidad y las lagunas.

Garzón (2019) comenta en su investigación que el Humedal Córdoba de Bogotá durante 47 años fue afectada por el desarrollo urbano en un 83.76 %, sacando a relucir que los Planes de Manejo Ambiental del humedal y normas vigentes no han reducido el impacto en estos ecosistemas; además, se registró el aumento de desastres naturales (inundación) en urbanizaciones ubicadas sobre los humedales. De acuerdo con su estudio, se puede rescatar que el desarrollo de urbanizaciones sobre humedales no solo genera un impacto negativo

sobre este ecosistema, sino que también pone en riesgos la seguridad y salud de la población ubicada sobre y/o aledaño a los humedales. Asimismo, se pone en evidencia que las normas vigentes para la protección de los humedales no son bastos para reducir el impacto; esto se pudo apreciar en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, ya que pese a ser un área protegida, por el Decreto Supremo N.º 074-2006-AG, no se ha visto que el impacto de la expansión urbana haya cesado, al contrario, se ha generado una pérdida de 39.1 ha dentro del área delimitada como protegida. No obstante, en el estudio de Palomeque, et. al. (2017), se desea implementar un Plan de Manejo Ambiental para evitar el deterioro de los humedales, pese a haber antecedentes que demuestran que las normas, en su mayoría, no son suficientes.

Palomeque, et. al. (2017), exponen en su estudio que durante un periodo de 24 años la superficie urbana se incrementó en 5000 ha ocupado áreas naturales de humedales lo que a su vez representa una alta probabilidad de inundación para la población asentada en esta área. Al igual que en el estudio de Garzón (2009), se puede evidencia que la ocupación de humedales genera también un impacto negativo sobre la población ubicada sobre estos ecosistemas; por otro lado, en el estudio de Palomeque, et. al. (2017) se precisa que el crecimiento urbano no solo está referido a la construcción de viviendas, sino que también a la construcción de infraestructuras hidráulicas (canales) y a actividades como agricultura, comercio e industria. De acuerdo con el presente estudio, se pudo evidenciar la presencia de otras actividades antrópicas como la agricultura, el cual abarcó 11.73 ha en el 2021; cabe precisar que esta actividad no solo genera un cambio de uso de suelo dentro del área de humedales, sino que también trae consigo otro impacto, principalmente la eutrofización de lagunas como consecuencia del aumento de nutrientes en los cuerpos de agua.

Wang, et. al. (2021), comentan en su estudio que, durante un periodo de 20 años, el crecimiento de la población sumado a la expansión de áreas urbanas de Wuhan genera pérdidas y reducción significativa en espacios verdes; asimismo, el cambio de uso de suelo y las actividades humanas fragmentaron bosques, humedales y pastizales de tal manera que su recuperación es cada vez más dificultoso. De acuerdo con el estudio, se puede apreciar que el patrón de expansión urbana sobre humedales genera impactos negativos significativos; cabe resaltar que el crecimiento urbano no solo genera el aumento de infraestructuras residenciales, sino que también se generan cambios de uso de suelo para actividades antrópicas como la agricultura. Asimismo, en la visita a campo se pudo evidenciar que existen rastros de técnicas tradicionales de quema de restos de las cosechas, lo cual trae consigo impactos al suelo, aire y biodiversidad.

Halls y Magolan (2019) exponen que existe una relación significativa entre el desarrollo residencial y la pérdida de humedales. En su estudio se pudo determinar que el desarrollo residencial generó una pérdida de 75% del área de la costa y un 69% de la línea de costa. Además, al igual que los autores Palomeque, et. al. (2017), y Garzón (2019) se pudo identificar que la ocupación de áreas naturales como humedales genera un posible riesgo a inundaciones afectando a los pobladores dentro y aledaños a estos ecosistemas. De acuerdo con el estudio se puede afirmar que el crecimiento de áreas urbanas sobre ecosistemas de humedales genera un impacto negativo significativo puesto que no solo afecta a la biodiversidad existente, sino que también pone en riesgo a la integridad de los pobladores. Además, en el estudio se pudo determinar que 39.1 ha del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla fueron transformadas en áreas urbanas durante el periodo 2003 al 2021; lo que conlleva a la pérdida de 25.80 ha de cobertura vegetal.

Pulido y Bermudéz (2018) comentan que el avance de la expansión urbana y el uso de cambio de suelo ha generado que estos espacios se vean perjudicados, afectando a la diversidad de flora y fauna. De acuerdo con su estudio, realizado en los Pantanos de Villa, nos demuestra que la expansión de zonas urbanas afecta directamente al humedal reduciendo su área hasta 2000 hectáreas quedando para el año 2018 con 263.27 hectáreas. Por lo mencionado y los hallazgos obtenidos, se confirma que la expansión de las zonas urbanas en los humedales tiene un impacto negativo significativo, puesto que, en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, durante el periodo 2003 al 2021, se ha presentado una serie de impactos con respecto a la ocupación del humedal presentando una variación de 14.18% respecto al área delimitada por SERNANP en el 2006.

Yanque, et. al. (2019) calificaron como “malo” al humedal urbano Phuyuqocha-Cajonahuaylla por las actividades antropogénicas que se desarrollan alrededor del ecosistema, perjudicando a los cuerpos de agua y reduciendo la cobertura vegetal. Así mismo, Castillo y Huamantínco (2020) nos comentan que el crecimiento de zonas urbanas dentro de los humedales genera problemas sobre los componentes naturales de este ecosistema como el suelo, la calidad del agua y en la cobertura vegetal. Además, mencionan que las actividades antropogénicas como el pastoreo, agricultura, la emisión de efluentes, entre otros; origina un exceso de nutrientes provocando procesos de eutrofización. De acuerdo a los datos obtenidos, se afirma el crecimiento de áreas urbanas, las cuales han ido aumentando cada año, al igual de las actividades agrícolas ocasionando la reducción de hectáreas del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla. Se demostró que desde el año 2003 al 2021 se presentó un crecimiento de áreas urbanas dentro del humedal dando como resultado un total de 27.32 ha de zonas urbanas y 11.73 ha de zona agrícolas.

Loza y Taype (2020) mencionan que el aumento de la población genera un cambio de uso de suelo en los humedales de Cabana, provocando la ocupación en el territorio y la disminución de áreas de vegetación natural. Además, indicó que el crecimiento urbano incrementó en un 40.7% anual, los suelos degradados de 35 ha a 120 ha; las áreas con escasa vegetación de 17 ha a 30 ha, dando como resultado la disminución del área del humedal de 179 ha a 29.7 ha. De acuerdo con el estudio, se afirma que el crecimiento de áreas urbanas afecta directamente a los humedales reduciendo gran parte de su superficie involucrando la vegetación. Del mismo modo, en este estudio se observó que el suelo sin cobertura vegetal aumentó a 209.16 ha mientras que la cobertura vegetal se redujo hasta un 66.29 ha desde el 2003 al 2021.

Camas y Mamani (2022) exponen que el crecimiento poblacional generó la pérdida de 45.99 ha de vegetación dentro del Humedal de Ventanilla y en su zona de amortiguamiento durante los años 2006 al 2021. De acuerdo con el estudio realizado, coincidimos que la expansión de áreas urbanas ha ido reduciendo el Humedal de Ventanilla, llegando a perder 77.41 ha de cobertura vegetal durante el periodo 2003 al 2021. Cabe mencionar que, en el estudio mencionado se indica el aumento de 27.63 ha de vegetación registrado entre el 2016 y 2021 que pertenece a la zona de amortiguamiento del humedal, además asumimos que esto también se debe a los procesos de eutrofización en las lagunas, que son consecuencia de las actividades agrícolas. En el presente estudio, se ha demostrado la disminución de cobertura vegetal en los últimos años de investigación, entre el 2016 al 2021; no solo por el aumento de la expansión urbana, sino también a consecuencia de los incendios registrados del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla.

Implicancias

Alguna de las implicancias generadas en el presente estudio se enfoca en la conservación del ACR Humedales de Ventanilla; pues esta área trae grandes beneficios, no solo por sus servicios ecosistémicos, sino que también por mantener un equilibrio entre la población de las zonas aledañas con la avifauna presente. Por otra parte, se espera que las autoridades competentes apliquen un plan para la preservación del humedal y control de las construcciones ilegales dentro y/o zona limítrofe de esta área. Así mismo, se proyecta que esta investigación contribuya con las autoridades correspondientes para preservar este ecosistema, ya que según el Decreto Supremo N.º 074-2006-AG menciona que el Gobierno Regional del Callao tiene la función de proteger y recuperar el Humedal de Ventanilla.

Limitaciones

Las limitaciones identificadas en el presente estudio fue la falta de gestión del ACR, puesto que no contaba con una tarifa de ingreso establecida; asimismo, se llegó a presenciar la falta de personal capacitado para realizar el guiado dentro del Humedal de Ventanilla. Otra limitación identificada en este estudio fue la falta de Shapefile actualizados del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, por lo que se empleó los Shapefile del Visor del SERNANP del año más actual, en este caso el del año 2006. Por otro lado, las imágenes del satélite de Landsat 7 presentan un fallo debido al mal funcionamiento del sensor, es por ello que se requirió de una corrección de bandeamiento. Por último, la falta de las imágenes satelitales perteneciente al mismo mes, por esa razón para el año 2009 se eligió la imagen satelital del mes de marzo mientras que el resto de las imágenes satelitales pertenecientes al mes de abril.

Conclusiones

En esta tesis se analizó el impacto de la expansión urbana en la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003-2021, la cual tuvo un impacto negativo significativo, ya que presentó una pérdida en la superficie del humedal, pasando de 275.45 ha a 236.40 ha, debido al crecimiento progresivo de las áreas urbanas. Así mismo, se observa una variación del 14.18% de pérdida de hectáreas respecto a la información del Geoservidor del SERNANP y el área de estudio.

Según los resultados encontrados, se identificó la cantidad de hectáreas transformadas en zonas urbanas dentro del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003-2021, se observaron dos tipos de actividades relacionado al crecimiento urbano, el primero corresponde a la transformación del humedal en zonas urbanas que se cuantifica en 27.32 ha; y el segundo corresponde al cambio de uso de suelo para actividades agrícolas que se cuantifica en 11.73 ha.

De acuerdo con lo señalado y resultados demostrados se determinó el índice normalizado de vegetación en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla por la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021, el cual tiene una relación inversamente proporcional entre la cobertura vegetal y la expansión urbana, esto quiere decir que mientras las áreas urbanas van en aumento, la vegetación disminuye. Esta relación se debe a que al generarse un cambio de uso de suelo este afecta de manera significativa sobre la vegetación impidiendo su regeneración natural.

Finalmente, en la presente tesis se determinó la tasa de cambio de cobertura vegetal en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla por la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021, se pudo apreciar que las zonas áridas fueron aumentando hasta en

un 58.75%. Precisar que la tasa de cambio de cobertura vegetal se determina en base al índice normalizado de vegetación (NDVI), por lo que se registra la misma relación inversamente proporcional entre la cobertura vegetal y la expansión urbana.

Recomendaciones

Se recomienda a las futuras investigaciones continuar con los estudios sobre el cambio de cobertura y expansión de zonas urbanas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, puesto que en los últimos 18 años se ha observado una notable reducción en su superficie; igualmente es fundamental visitar el área de estudio para apreciar la situación existente. También, se recomienda a las autoridades competentes realizar la actualización de los Shapefile de las áreas de conservación o áreas naturales con la finalidad de obtener datos más exactos. Así mismo, para lograr determinar los cambios de cobertura vegetal es importante el uso de imágenes satelitales; sin embargo, se tiene que tener en cuenta que algunos satélites, como Landsat 7, presenta errores lo que requiere de un procedimiento adicional. Finalmente, es importante considerar la nubosidad, puesto que la presencia de nubes en las imágenes satelitales puede generar un resultado erróneo y/o inexacto; para esto se recomienda elegir las temporadas secas del área a analizar.

REFERENCIAS

- Arias, J. L. (2020). Técnicas e instrumentos de investigación científica. *Enfoques Consulting EIRL*. <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2238>
- Ariza, A., Roa, O., Serrato, P. y León, H. (2018). Uso de índices espectrales derivados de sensores remotos para la caracterización geomorfológica en zonas insulares del Caribe colombiano. *Perspectiva Geográfica*, 23(1), 105-122. doi: 10.19053/01233769.5863
- Arrús, D. & Mogollón, M. (2019). Centro de Interpretación de los Humedales de Ventanilla. [Título Profesional, Universidad de Lima]. Repositorio Institucional de la Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/9990>
- Barragán, J. & María de Andrés (2016). Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. *Revista Geográfica Norte Grande*, No.64 Santiago set. 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000200009>
- Calderón, A., Soto, L. & Estrada, E. (2012). Entre la conservación del bosque y el crecimiento de la ciudad: las localidades rurales en el espacio periurbano del Huitepec en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Estudios Demográficos urbanos* vol.27 no.3 (81). doi: <https://doi.org/10.24201/edu.v27i3.1426>
- Camacho de Báez, B. (2008). La población y la muestra. [Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Repositorio de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/4557/1/3266.pdf>
- Camas, D., & Mamani, M. (2022). Evaluación de la vegetación y saturación del suelo en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla mediante teledetección en Perú, 2006-2021. *Ciencias Ambientales*, vol.56. doi:<http://dx.doi.org/10.15359/rca.56/1.3>
- Caro, R. (2022). Expansión urbana y sostenibilidad de humedales naturales. Caso: Humedales de Villa, Chorrillos, Lima, Perú 2010-2020. *Cátedra Villarreal*, 10(1), 26-36. <https://doi.org/10.24039/cv20221011356>

- Castillo, R. & Huamantínco, A. (2020). Variación espacial de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la zona litoral del humedal costero Santa Rosa, Lima, Perú. *Revista Biológica Tropical*, volumen 68 N.1 San José. doi: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v68i1.35233>
- Congreso de la Republica del Perú. (2003). Ley 27867 de 2003. Por lo cual se expide *Ley orgánica de municipalidades*. <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0015/3-ley-organica-de-municipalidades-1.pdf>
- Consejo Departamental de Lima (2022). *Informe Técnico: Impactos Ambientales en el Área de Conservación Regional “Humedales de Ventanilla” y su Zona de Amortiguamiento*. Informe Técnico v.01. https://ambiental.cdlima.org.pe/wp-content/uploads/sites/27/2022/08/IT_humedales_ventanilla.pdf
- Convención de Ramsar sobre los Humedales (2018). *Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas*. Gland (Suiza). Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Domingo, D., Palka, G., & Hersperger, A. M. (2021). Effect of zoning plans on urban land-use change: A multi-scenario simulation for supporting sustainable urban growth. *Sustainable Cities and Society*, 69. doi:10.1016/j.scs.2021.102833
- Farah, I. (2006). Pautas metodológicas para investigaciones cualitativas y cuantitativas en ciencias sociales y humanas. *Tinkazos*, 9(21), 137-139. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1990-74512006000100011&script=sci_arttext
- Gálvez, D. (2019). Impacto de la Expansión Urbana sobre las Lomas Costeras del Perú [Grado de Bachiller, Universidad Científica del Sur]. Repositorio Institucional de la Universidad Científica del Sur. <https://hdl.handle.net/20.500.12805/1198>
- Garay (2019). Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Información de Planes Urbano Territoriales. [Título para optar por el grado de Ingeniero de Sistemas y Computación]. Universidad Peruana los Andes. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1300>

- Garzón, M. (2019). Determinación del área de afectación causada por construcciones urbanas sobre el Humedal Córdoba de Bogotá D.C. a partir de Análisis Cartográfico Multitemporal (1970-2017). [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://hdl.handle.net/11349/23272>
- Gobierno Regional del Callao (2006). *Decreto Supremo N° 074-2006-AG, 19 de diciembre de 2006. Por la cual se establece el Área de conservación Regional “Humedales de Ventanilla” en la Provincia Constitucional del Callao.* <https://www.gob.pe/institucion/regioncallao/informes-publicaciones/2549860-decreto-supremo-n-074-2006-ag>
- Gómez, J., Villasís, M., & Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. ISSN 0002-5151
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173. doi: 10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173
- Güneralp, B., Reba, M., Hales, B. U., Wentz, E. A., & Seto, K. C. (2020). Trends in urban land expansion, density, and land transitions from 1970 to 2010: A global synthesis. *Environmental Research Letters*, 15(4). doi:10.1088/1748-9326/ab6669
- Halls, J. N., & Magolan, J. L. (2019). A methodology to assess land use development, flooding, and wetland change as indicators of coastal vulnerability. *Remote Sensing*, 11(19) doi:10.3390/rs11192260
- Hamdi, H. Q., & Abdul, Z. N. (2021). Monitoring land change of cover in Al-Rusafa district in Baghdad city by using remote sensing and GIS techniques. *Journal of Physics: Conference Series*, 2114(1). doi:10.1088/1742-6596/2114/1/012014
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). Selección de la muestra. *En Metodología de la Investigación (6ª ed., pp. 170-191).* http://metabase.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2776/506_6.pdf
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). Diferencias entre los enfoques cuantitativo y cualitativo. *Metodología de la Investigación (6ta ed., p. 12).*

<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista- Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

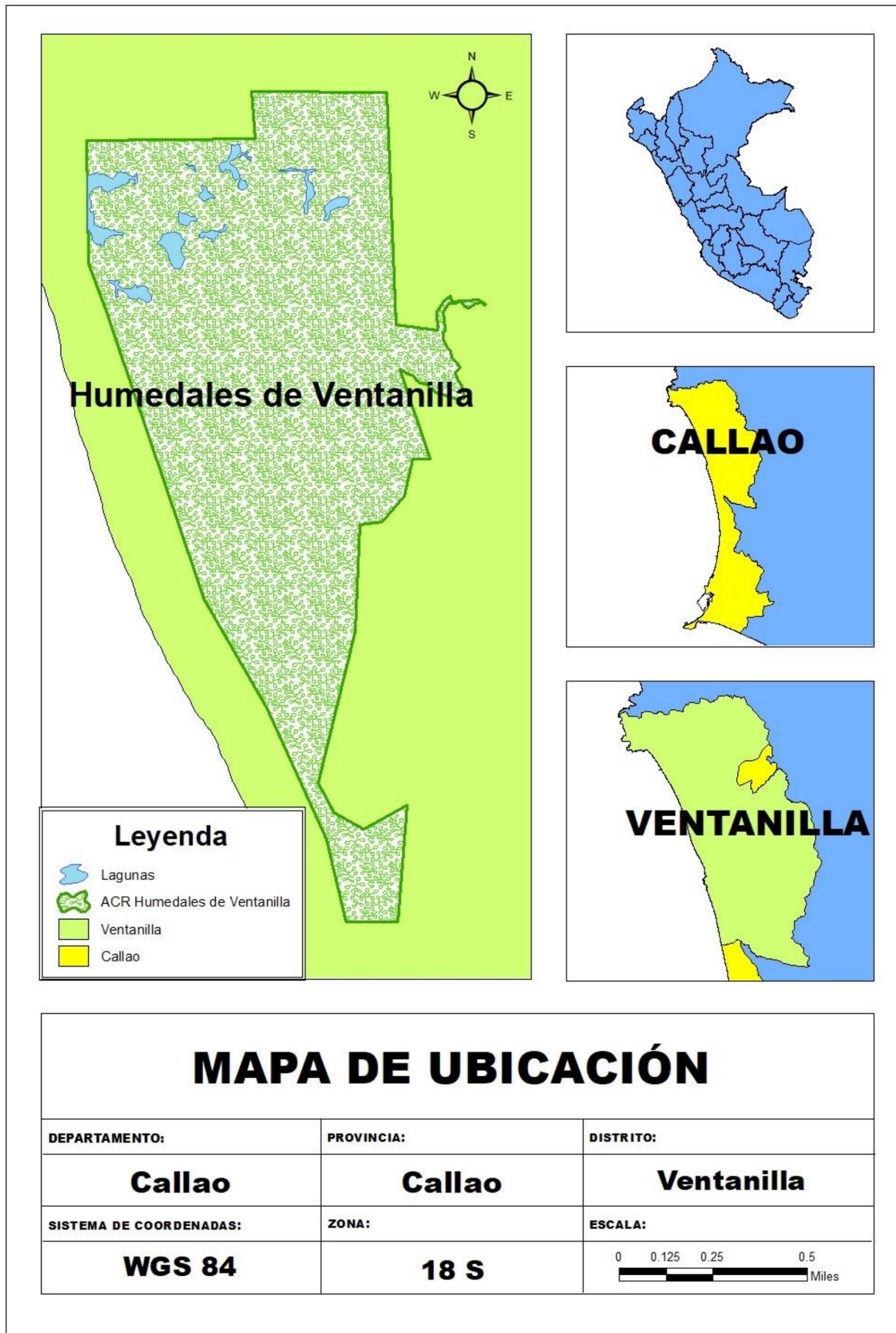
- Loayza, K., Mercedes, G., Mestas, R. & Quiliche, J. (2017). Estudio del crecimiento urbano y modificación de cobertura vegetal mediante teledetección del Distrito de Végueta. *Big Bang Faustiniiano* 2017; 6(1). doi: <https://doi.org/10.51431/bbf.v6i1.46>
- Loza, A., & Taype, I. (2020). Multitemporal analysis of plant associations and land use changes in a high Andean locality, Puno-Peru. *Uniciencia*, 35(2), 27-45. doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ru.35-2.3>
- Martínez, V. (2013). Métodos, técnicas e instrumentos de investigación. Lima, Perú. https://decimobenedikta2019.webnode.com.co/files/200000019-221b523164/Metodos_tecnicas_e_instrumentos_de_inves.pdf
- Palomeque, M. Á., Galindo, A., Escalona, M. J., Ruiz, S. D. C., Sánchez, A. J., & Pérez, E. (2017). Analysis of land use change in an urban ecosystem in the drainage area of the grijalva river, Mexico. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 23(1), 105-120. doi:10.5154/r.rchscfa.2016.03.018
- Ponce, M. P. (24 de diciembre de 2021). Callao: se registra incendio en los Humedales de Ventanilla. *La República*. <https://larepublica.pe/sociedad/2021/12/24/se-registra-incendio-en-los-humedales-de-ventanilla-callao>
- Pulido, V., & Bermúdez, L. (2018). Estado actual de la conservación de los hábitats de los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Arnaldoa*, 25(2), 679-702. doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25219>
- Servicio Geológico de Estados Unidos. (s.f.). *Ciencia para un mundo cambiante*. <https://www.usgs.gov/>
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP (2013). *Humedales en Áreas Naturales Protegidas, fuentes de vida y desarrollo*. <https://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/imagenes/2013/pagina/0HUMEDALES%20%284%29.pdf>

- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP (2019). Plan Maestro 2009-2014 Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla. *Gobierno Regional del Callao*. <http://hdl.handle.net/1834/8220>
- Singh, B., Venkatramanan, V., & Deshmukh, B. (2022). Monitoring of land use land cover dynamics and prediction of urban growth using land change modeler in delhi and its environs, India. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(47), 71534-71554. doi:10.1007/s11356-022-20900-z
- Tapia, G., Lorenzo, C., Carrillo, A., Navarrete, D. & Retana, O. (2022). Efecto de un área urbana en el patrón de distribución y diversidad de roedores neotropicales. *Therya*, 13(2), 183–193. <https://doi.org/10.12933/therya-22-2100>.
- Ventanilla: incendio en área protegida causa zozobra entre los vecinos (16 de octubre de 2020). *La República*. <https://larepublica.pe/sociedad/2020/10/16/ventanilla-incendio-en-area-protegida-causa-zozobra-entre-los-vecinos-video-mdga>
- Ventanilla: incendio forestal consumió parte de los humedales (23 de diciembre de 2016). *Canal N*. <https://canaln.pe/actualidad/ventanilla-incendio-forestal-consumio-parte-humedales-n258887>
- Villagra, M. (2017). Centro de Investigación y Educación Ambiental en los humedales de Ventanilla-Callao. [Título Profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/621783>
- Wang, Y., Wu, K., & Gao, W. (2021). Monitoring the changes in land use and landscape pattern in recent 20 years: A case study in Wuhan, China. *Paper E3S Web of Conferences*, 272. doi:10.1051/e3sconf/202127201022
- Yang, L., Zhang, S., Yin, L., & Zhang, B. (2022). Global occupation of wetland by artificial impervious surface area expansion and its impact on ecosystem service value for 2001–2018. *Ecological Indicators*, 142. doi:10.1016/j.ecolind.2022.109307
- Yanque, P., Arce, M. & Nina, Y. (2019). Estado ecológico del humedal urbano Phuyu Qocha - Cajonahuaylla, San Jerónimo – Cusco – Perú. *Cantua Volumen 18 (1)*. doi: <https://doi.org/10.51343/cantu.v18i1.890>

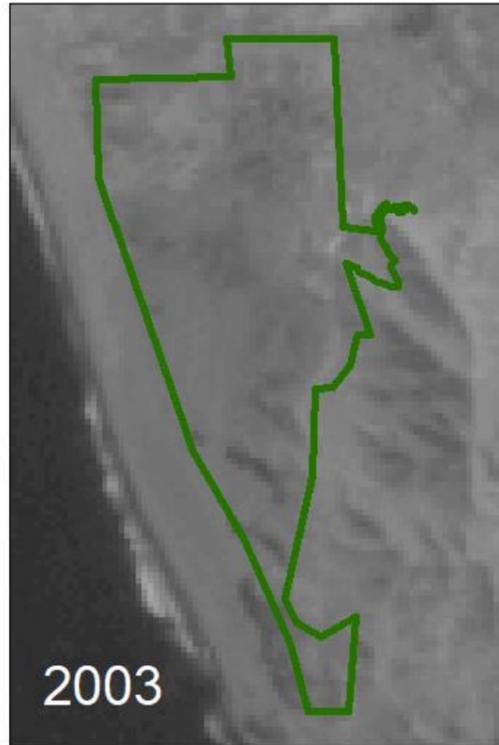
ANEXOS

IMPACTO DE LA EXPANSIÓN URBANA SOBRE LA SUPERFICIE DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL HUMEDALES DE VENTANILLA, CALLAO - PERÚ EN EL PERIODO 2003-2021					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Expansión urbana	Estudio: Descriptivo – No experimental de enfoque Cuantitativo y Transversal	Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla Área: 275.45 ha
¿Cómo ha impactado la expansión urbana en la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003 - 2021?	Analizar el impacto de la expansión urbana sobre la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003 - 2021.	La expansión urbana impacta significativamente sobre la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003 – 2021.		Técnica: Observación	
Problema Específico	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla	Instrumentos: Imágenes satelitales, datos cartográficos, programa ArcGIS y Google Earth Pro	
¿Cuántas hectáreas del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla se han transformado en zonas urbanas en el periodo 2003 - 2021?	Identificar la cantidad de hectáreas transformadas en zonas urbanas dentro del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003 - 2021.	La cantidad de hectáreas transformadas en zonas urbanas se relaciona significativamente dentro del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003 – 2021.		*Se aplicará la observación para identificar la reducción de superficies.	
¿Cuál es el índice normalizado de vegetación en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla por la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021?	Determinar índice normalizado de vegetación en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla por la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021.	El índice normalizado de vegetación en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla determina la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021.			
¿Cuál es la tasa de cambio de cobertura vegetal en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla por la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021?	Determinar la tasa de cambio de cobertura vegetal en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla por la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021.	La tasa de cambio de cobertura vegetal en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla determina la expansión urbana en el periodo 2003 - 2021.			

Anexo 1. Mapa de Ubicación



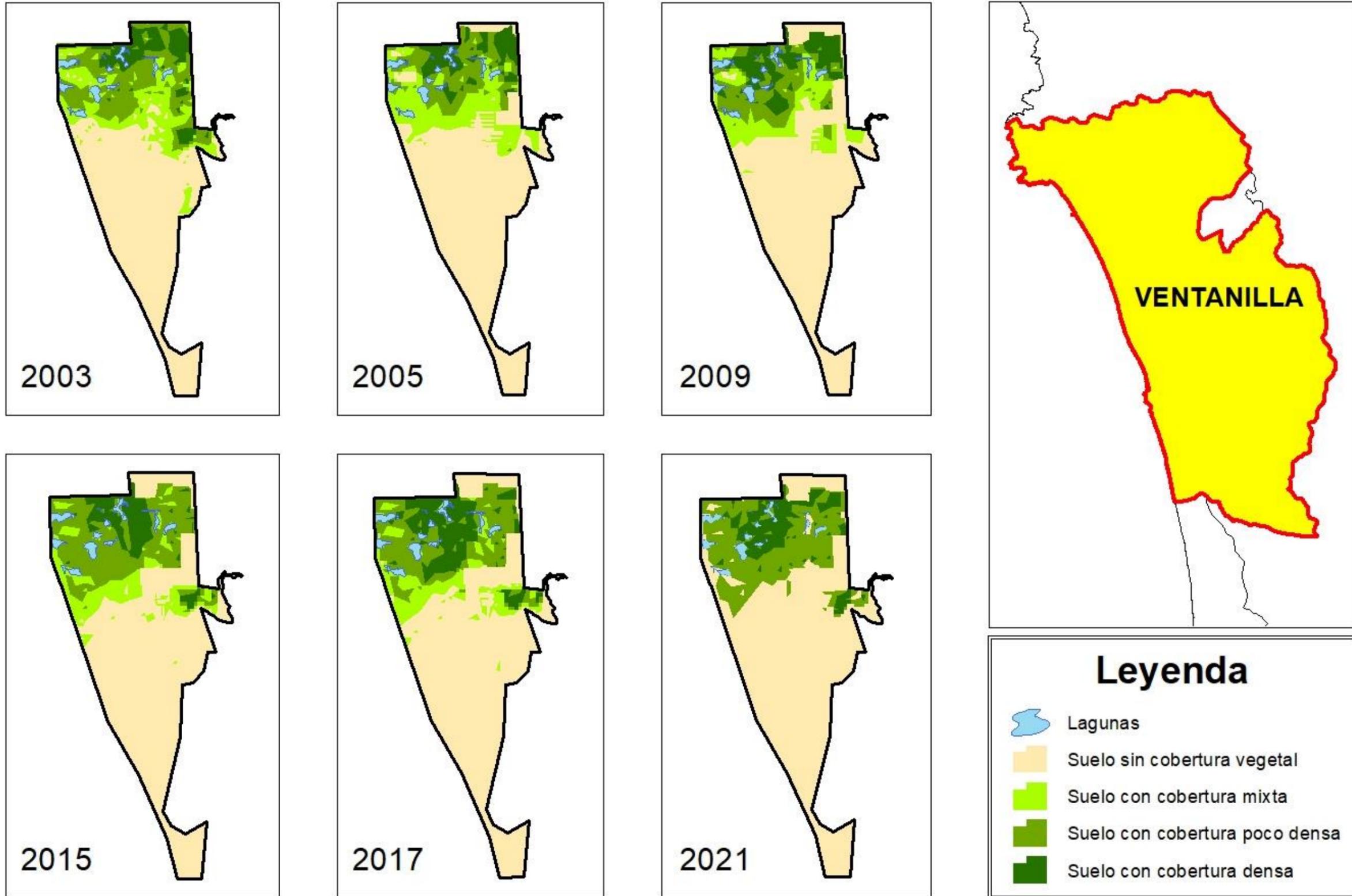
Anexo 2. Expansión Urbana



Leyenda

- ZONA URBANA
- ZONA AGRICOLA
- HUMEDALES DE VENTANILLA

Anexo 3. Índice normalizado de vegetación (NDVI)



Anexo 4. Registro de Incendio Forestales



Fuente. Canal N (2016)



Fuente. Diario La República (2020)



Fuente. Diario La República (2021)

Anexo 5. Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla





Anexo 6. Estado de las lagunas



Anexo 7. Residuos sólidos y desmonte



Anexo 8. Visita a campo

