



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Efecto del proceso de urbanización en la alteración del humedal La
Bocana, San José, durante los años 2000 – 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Pérez Torres, Ismael (ORCID: 0000-0002-5770-6018)

ASESOR:

Dr. Arbulú López, César Augusto (ORCID: 0000-0002-1120-0978)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres César Pérez Rodrigo y Magdalena Torres Sánchez por el inmenso apoyo incondicional que me han brindado durante todo el tiempo y gracias a ello han permitido que pueda finalizar mi carrera universitaria.

Ismael Pérez

Agradecimiento

Agradecido con Dios por la vida, salud, por sus bendiciones y fortaleza que me ha brindado para superar las dificultades.

A mis padres, hermanos y amigos por brindarme siempre su apoyo, aliento y fuerza, pues gracias a ello han hecho posible que el camino hasta hoy sea más llevadero.

A la Universidad César Vallejo que me albergó durante la última etapa de mi formación profesional y a todos los docentes que compartieron sus enseñanzas, consejos y experiencias durante mi estadía en esta casa de estudios.

Ismael Pérez

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Características del satélite Landsat 7 ETM+</i>	12
Tabla 2: <i>Características del satélite Landsat 8 OLI/TIRS</i>	13
Tabla 3: <i>Validación de documentos por especialistas</i>	16
Tabla 4: <i>Características de las imágenes satelitales</i>	18
Tabla 5: <i>Valores para la magnitud de impacto – Matriz de Leopold</i>	21
Tabla 6: <i>Coordenadas del área de estudio</i>	23
Tabla 7: <i>Datos del crecimiento poblacional del distrito de San José</i>	30
Tabla 8: <i>Área ocupadas por viviendas dentro del área de estudio</i>	33
Tabla 9: <i>Datos de las imágenes satelitales</i>	34
Tabla 10: <i>Puntos de testeo de clasificación supervisada</i>	35

Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Lagunas del Humedal La Bocana.	22
<i>Figura 2:</i> Delimitación del área de estudio	24
<i>Figura 3:</i> Área urbana del Distrito de San José – año 2002.....	25
<i>Figura 4:</i> Área urbana del Distrito de San José – año 2010.....	26
<i>Figura 5:</i> Área urbana del Distrito de San José – año 2021.....	27
<i>Figura 6:</i> Expansión urbana del Distrito de San José - años 2002 – 2021.....	28
<i>Figura 7:</i> Variación del área urbana del distrito de San José	29
<i>Figura 8:</i> Variación del área urbana del distrito de San José hacia el año 2030..	29
<i>Figura 9:</i> Variación poblacional del distrito de San José.	30
<i>Figura 10:</i> Proyección de la población hacia el año 2030.	31
<i>Figura 11:</i> Expansión urbana dentro del área de estudio – año 2002.....	31
<i>Figura 12:</i> Expansión urbana dentro del área de estudio – año 2010.....	32
<i>Figura 13:</i> Expansión urbana dentro del área de estudio – año 2021	32
<i>Figura 14:</i> Variación del área ocupada por viviendas dentro del área de estudio.	33
<i>Figura 15:</i> Proyección del área ocupada por viviendas y lotizaciones al 2030.....	33
<i>Figura 16:</i> Clasificación supervisada del área de estudio – año 2002.....	36
<i>Figura 17:</i> Clasificación supervisada del área de estudio – año 2010.....	38
<i>Figura 18:</i> Clasificación supervisada del área de estudio – año 2021.....	40
<i>Figura 19:</i> Matriz de Leopold.....	43
<i>Figura 20:</i> Valores aritméticos horizontales	44
<i>Figura 21:</i> Valores aritméticos verticales.....	44

Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad determinar el efecto de la expansión urbana en la alteración del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000 – 2021. El tipo de investigación fue aplicada, con un diseño no experimental de corte longitudinal, considerando como muestra a 237.6 hectáreas que abarca al humedal así como de zonas aledañas al mismo. Los resultados mostraron que el área urbana del distrito de San José se amplió de 52.9 a 143.9 hectáreas, de estas, 18.09 hectáreas (2021) se encontraban dentro del área de estudio. Así mismo, el análisis de las imágenes satelitales mostró que hasta el año 2021 se han reducido 4.04 hectáreas de cuerpos de agua y 5.29 hectáreas de vegetación, por su parte, las áreas agrícolas y ganaderas se han expandido de 1.85 (2002) a 15.34 hectáreas (2021), de la misma manera, las áreas lotizadas cubren un área de 22.69 hectáreas aproximadamente. En consecuencia, se ha determinado que el proceso de expansión urbana ha sido alto, dada la presencia de viviendas, actividades agrícolas y ganaderas, y lotización de áreas dentro de la zona de estudio, además, que ha variado la extensión del humedal notándose principalmente en la desaparición de una de sus lagunas.

Palabras clave: Humedal, imágenes satelitales, áreas con vegetación, expansión urbana.

Abstract

The purpose of this research was to determine the effect of urban expansion on the alteration of the La Bocana wetland, San José, during the years 2000 - 2021. The type of research has been applied, with a non-experimental design of longitudinal section, considering as It shows 237.6 hectares that encompasses the wetland as well as surrounding areas. The results showed that the urban area of the San José district was expanded from 52.9 to 143.9 hectares, of these, 18.09 hectares (2021) are within the study area. Likewise, the analysis of the satellite images showed that until 2021 4.04 hectares of bodies of water and 5.29 hectares of vegetation have been reduced, for their part, agricultural and livestock areas have expanded from 1.85 (2002) to 15.34 hectares (2021), in the same way, the subdivided areas cover an area of approximately 22.69 hectares. Consequently, it has been determined that the urban expansion process has been high, given the presence of housing, agricultural and livestock activities, and subdivision of areas within the study area, in addition, that the extension of the wetland has varied, noting mainly in the disappearance of one of its lagoons.

Keywords: Wetland, satellite images, vegetated areas, urban expansion.

I. INTRODUCCIÓN

Durante el siglo XX, los humedales a nivel mundial desaparecieron entre un 64 y 71%, las áreas más afectadas fueron zonas de Australia, Nueva Zelanda, Europa y América del Norte donde sus superficies disminuyeron más del 50%. Ramsar (2015). Ante ello, en el año 1971 se suscribió el tratado internacional sobre los humedales o Convención Ramsar, llamada así por la ciudad iraní en donde se realizó la firma del tratado. Actualmente 168 países forman parte, incluyendo el Perú que se unió en el año 1992, (Ramsar, 2019, p. 5), la finalidad de este tratado fue de conservar y brindar un uso adecuado a los humedales, por medio de tareas locales, regionales, nacionales e internacionales (cooperación internacional).

Así mismo, mediante la evaluación mundial de los humedales (Millennium Ecosystem Assessment, 2005, citado por Moschella, 2012, p. 8), aseguraron que debido a los rápidos procesos de expansión urbana, cambio de uso del suelo y la explotación no controlada de los recursos, los humedales están desapareciendo de manera más acelerada, así mismo, Barragán y Andrés (2016) mencionan que desde inicios del año 2000 las zonas costeras a nivel mundial han mostrado un rápido aumento poblacional, al menos la mitad de la población se encuentra asentada a una distancia menor de los 60 km del litoral.

Por su parte, Rojas et al. (2015), menciona que el incremento acelerado de la urbanización en Chile está produciendo transformaciones graves a los ecosistemas, ya que se están tomando áreas naturales como humedales, para construir viviendas, agricultura, ganadería, hasta botadero de residuos sólidos, esta problemática se produce en múltiples lugares donde existen ecosistemas de humedal, ocasionando que miles de hectáreas sean reducidas.

En la costa central peruana se observan problemáticas similares, ya que algunos sectores de la población asientan sus viviendas cerca o dentro de los humedales, se atribuye a los constantes desplazamientos de zonas rurales hacia zonas costeras y la construcción de residencias en dichas áreas, esto se reflejó en los censos nacionales de población, ya que Lima aumentó de 6.3 a 8.5 millones de habitantes, según los años 1993 y 2007. (Moschella, 2012, p. 10)

En la región Lambayeque los humedales que albergan mayor biodiversidad y que más afectación se ejercen sobre ellos, son los humedales de Eten y San José (Díaz, 2019, p. 28). Tal es el caso de los humedales de Eten, que han sido alterados gravemente por actividades antrópicas (Gobierno regional de Lambayeque, 2021), ya que han sido degradadas más de mil hectáreas desde el año 2005, exactamente en el año 2005 se contaba con 1377 ha., sin embargo, para el año 2018 quedaban menos de 200 ha. (RPP, 2018), el problema continuará agudizándose mientras se espera que sea declarada como zona de reserva natural protegida (La industria, 2020), respuesta que se espera desde el año 2015, cuando fue declarado como área ecológica de interés regional por el gobierno regional de Lambayeque.

En ese contexto, el humedal La Bocana de San José no es ajeno a la problemática generada, ya que actividades como la expansión urbana, agricultura y la inadecuada disposición final de residuos sólidos, han alterado 42.2 de 193 hectáreas estudiadas (Alván y Seclén, 2019, p. 10 - 13).

Ante la realidad problemática, surgió el siguiente problema a investigar ¿En qué medida el efecto de la expansión urbana ha alterado el humedal La Bocana, San José, durante los años 2000 - 2021?

La presente investigación se justifica teóricamente ya que representa un aporte relevante debido a que existen escasos estudios realizados con anterioridad en el humedal La Bocana, San José. Así mismo, como lo menciona Fluet-Chouinard et al. (2015) existe la necesidad de representar de manera espacial la distribución de los humedales en todas las partes del mundo, de manera que se apoye el manejo y la conservación de estos ecosistemas.

Del mismo modo, se justifica metodológicamente dado que la información recopilada de tesis, artículos, diarios, revistas, libros y todas las investigaciones que han sido tomadas como ayuda para el presente estudio, se han enfocado en humedales costeros de diversos países y de la costa central peruana, sin embargo, resulta corta la información referente a este tema en el humedal La Bocana, San José. Ante ello, se plantea brindar información de los impactos que causa el proceso de expansión urbana, de manera, que puede utilizarse como una

herramienta para que las autoridades tomen acciones pertinentes a fin de asegurar la protección de estos ecosistemas.

La justificación ambiental se centra en la importancia de conservar y proteger los humedales, debido a que son refugio de una gran diversidad de especies, almacenan y purifican el agua, controlan las inundaciones, pues disminuyen la velocidad de las corrientes de agua en épocas de crecida, además, actúan como barrera ante los efectos de las tormentas, controlan la erosión costera, reducen los efectos de cambio climático, ya que actúan como sumideros de carbono atmosférico (Investiga, 2020).

El objetivo general de la investigación ha sido determinar el efecto de la expansión urbana en la alteración del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000 – 2021. Así mismo, se plasmaron los siguientes objetivos específicos; estimar el proceso de urbanización en el humedal La Bocana y zonas aledañas desde el año 2000 al 2021, cuantificar la variación de la extensión del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000 – 2021 e identificar los impactos del proceso de urbanización sobre los factores ambientales del humedal La Bocana, San José.

La hipótesis planteada fue: El efecto de la expansión urbana ocasiona la reducción de los cuerpos de agua y la disminución de áreas con vegetación, durante los años 2000 – 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito nacional se encontraron investigaciones que muestran similares problemáticas.

Tal es el caso del estudio de Moschella, P., (2012), en su análisis situacional de los ecosistemas humedal de Ventanilla y Puerto Viejo, Lima, referente a sucesos de urbanización, realizó una investigación de tipo descriptiva, con la aplicación de instrumentos cualitativos y cuantitativos, mediante un análisis multitemporal de imágenes satelitales de las misiones Landsat 5TM y Landsat 7 ETM+, además de fotografías obtenidas del Instituto Geográfico Nacional. Los resultados mostraron que hubo alteración de los humedales, principalmente el de Puerto Viejo, debido a edificaciones de viviendas en formas de barriada y residencias, sin embargo, el humedal de Ventanilla mostró un crecimiento de manera natural (un 600%, en 24 años).

Por su parte, Rondón, E., (2020) en los humedales de Villa María, Ancash, mediante su investigación buscó promover la conservación para la continuidad de los servicios ecosistémicos. El tipo de diseño de investigación fue no experimental cualitativo descriptivo, así mismo, la zona en estudio abarcó 1192 ha., correspondientes a la extensión del humedal de Villa María. La investigación realizó una evaluación cronológica desde el año 2003 al 2019, haciendo uso de imágenes satelitales a fin de identificar la variación del área del humedal. Los resultados mostraron que, en los años 2003, 2009, 2015 y 2019 la extensión del humedal varió desde 1192 ha, 1100 ha, 959.03 ha y 1500 ha., respectivamente. Sin embargo, se afirma que el crecimiento inusual para el año 2019 se debió a las filtraciones de agua del proyecto Chinecas.

Zuta, M., (2017), realizó una evaluación de la influencia del proceso de urbanización en el humedal de Pomacochas, Amazonas. La investigación fue de tipo descriptivo - correlacional desarrollada con instrumentos cuantitativos, ya que se tomaron datos estadísticos proveídos por INEI además del procesamiento de imágenes satelitales empleando sistemas de información geográfica. La muestra de estudio abarcó un área donde habitaban alrededor de 720 viviendas dentro y fuera del humedal. Los resultados mostraron que existen áreas urbanizadas en suelos que

presentaban humedad por filtración y otras áreas de humedal que estaban siendo usadas en actividades agrícolas.

Por otro lado, Cruz y Macalopú (2019), investigaron los servicios ecosistémicos que brindan los humedales de Eten, teniendo como muestra los cuatro servicios ambientales que provee un humedal (servicio de provisión, regulación, culturales y de base). Además, emplearon un diseño no experimental observacional descriptivo. Los resultados permitieron identificar la problemática que afectan a estos humedales como el drenaje de aguas de las lagunas para ser usadas en labores agrícolas, caza excesiva, disposición inadecuada de residuos sólidos y desmonte, dispersión de insecticidas y fertilizantes, extracción de junco y totora, entre otras actividades que deterioran el ecosistema.

Del mismo modo, Alván y Seclén (2020), diseñaron un plan ambiental para mitigar los impactos de las actividades aledañas en el humedal La Bocana del distrito de San José. La investigación fue de tipo descriptiva - propositiva, así mismo, se identificaron 193.965 hectáreas como muestra, que correspondía al área del humedal. En ese contexto, con la utilización de una matriz de Leopold lograron identificar los impactos que generan las cinco principales actividades antrópicas, agricultura, ganadería, caza, pesca y disposición inadecuada junto con la quema de los residuos sólidos, estas actividades han alterado 42.2 hectáreas del área estudiada.

Bajo el mismo escenario, en el ámbito internacional se han realizado investigaciones que refuerzan la idea de este estudio, es el caso de Garzón (2019), quien tuvo como objetivo determinar de manera cuantitativa la alteración del área del humedal Córdoba de Bogotá, Colombia, causado por la expansión urbana comprendido entre 1970 y 2016. La metodología empleada consistió en realizar un análisis cartográfico multitemporal de imágenes aéreas. Los resultados determinaron que el humedal fue afectado negativamente en un 83.76% por el desarrollo urbanístico.

Por su parte, Salgado y Triana (2019), en su análisis de la influencia urbana sobre la cobertura vegetal en el humedal de Jaboque, Colombia, durante los últimos 31 años, emplearon un enfoque de investigación mixto, cualitativo y cuantitativo,

además la recolección de datos se realizó sobre 1148.015 ha., área que corresponde a unidades vecinales. Para corroborar la variación del área aplicó procesamiento de imágenes satelitales obtenidas de las misiones Landsat 4, 6, 7 y Sentinel II. Los resultados mostraron que la expansión urbana ha generado los impactos negativos más altos, atribuyéndole el 99.68% de los cambios.

Wali, E., (2016) se planteó el objetivo de examinar la pérdida de humedales inducido por la urbanización en Port-Harcourt, Nigeria, mediante técnicas de teledetección. El área de estudio abarcó un total de 40066.59 hectáreas, en las cuales se analizó los cambios de uso del suelo/cobertura del suelo, haciendo uso de imágenes satelitales de Landsat 5 TM y Landsat 7 ETM+ tomadas de los años 1984, 1999, 2003 y 2013. Así mismo, empleó los softwares ArcGIS10.0, ERDAS IMAGE 2014 e IDRISI Selva para el procesamiento completo de los datos satelitales. La investigación concluyó afirmando que resulta necesario promover el uso racional de los servicios ecosistémicos de los humedales, además de que se deben mejorar las políticas de planificación urbana de tal modo se evite la construcción de viviendas dentro de los humedales.

Por su parte, Tijani, Olaleye y Olubanjo., (2012) investigaron los impactos del uso de tierra producido por la construcción de viviendas sobre los humedales de Eleyele, Nigeria. Para el estudio se evaluó los cambios temporales que generaba el uso del suelo mediante los SIG basados en la teledetección. Finalmente, el análisis de las imágenes satelitales reveló que el humedal se redujo de 1.25 km² en 1984 a 0.70 km² en 2004 con una proyección de 0.42 km² para el 2014.

Morales, D., (2018) realizó un análisis multitemporal de los años 1959, 1990 y 2014 en el humedal Santa María, Colombia, identificando diversas coberturas como, área de arbustos, áreas construidas, espejo de agua, vegetación acuática y herbácea. El área en estudio fue 40.51 ha. Así mismo, para el desarrollo de la investigación se recolectó información mediante fotografías aéreas, a las cuales se realizó el geoprocesamiento correspondiente. Finalmente, el análisis multitemporal reflejó que las coberturas presentaron impactos negativos y positivos ya que se produjeron reducciones y ampliaciones en el humedal.

Por su parte, Rojas et al. (2015) en Chile, investigó sobre la manera en que, los patrones de urbanización afectan los parámetros de la biodiversidad en humedales, analizaron los impactos que estos ecosistemas recibieron, realizando una comparación de los que se encontraban dentro de una reserva natural protegida frente a humedales sin enfoques de cuidado gubernamental. Los resultados mostraron que los humedales con más bajo grado de afectación antrópica fueron los que se encontraban dentro de las reservas naturales, mientras que los más perturbados fueron los que aún no se consideraban como áreas protegidas, permitiendo que la urbanización tome estos lugares.

Así mismo, se hace mención a las teorías que permiten ampliar el conocimiento sobre el proceso de urbanización y su efecto en la alteración de los humedales. Diversas investigaciones afirman que el incremento de la urbanización trae consigo alteraciones a los ecosistemas en donde este se desarrolle (Calderón y Frey, 2016), además, Latinoamérica representa a una de las regiones con mayor urbanización en el mundo. (Smolka y Furtado, 2014).

Concha (2013, citado por Ríos, L., 2017) expresan que, la expansión urbana es causante de los mayores problemas ambientales, afirma que, los cambios en la economía, cambios demográficos y sociales, además, del débil cumplimiento de las políticas nacionales en la regulación del crecimiento urbano han permitido el avance de este fenómeno. Así mismo, el crecimiento demográfico en las zonas urbanas es debido a las migraciones de zonas rurales bajo el motivo de buscar mejores oportunidades de vida, consecuencia de ello las ciudades se extienden hacia las periferias llegando a ocupar ecosistemas naturales.

Por otra parte, los humedales figuran como los ecosistemas más fértiles del mundo, compiten con los ecosistemas de las selvas tropicales y los arrecifes de coral (Chidumeje et al., 2015, p. 10). Del mismo modo, Amano (2017) menciona que los humedales proporcionan servicios ambientales esenciales, pero debido a inadecuadas conductas en las actividades humanas, se encuentran entre los ecosistemas más amenazados.

Ante ello, Cruz y Macalopú (2019) mencionan los servicios ambientales provenientes de los humedales:

- Servicios de provisión: Proveen recursos genéticos, alimentos, fibras vegetales, agua dulce, en algunos lugares salobre, pasto y forraje.
- Servicios de regulación: Regulan el ciclo hídrico, puesto que almacenan agua y forman parte del ciclo de recarga y descarga de acuíferos; regulan el clima, especialmente a nivel de microclima; purifican el agua, purifican el aire, ya que capturan el carbono atmosférico; amortiguan impactos como desbordes, sequías y los maremotos; regulan las aguas subterráneas, de manera que impiden el ingreso de agua salada en el subsuelo; estabilizan y controlan los procesos de erosión.
- Servicios culturales: Brindan beneficios inmateriales, principalmente de valor estético, espiritual y paisajístico, así mismo, son áreas para la recreación, ecoturismo y la investigación.
- Servicios de apoyo: Son la base para permitir el desarrollo de los demás servicios, principalmente, es el reciclaje de nutrientes y formación de suelo (Moschella, 2012, p. 27), además, la reserva y provisión de agua, provisión de hábitats, entre otros.

El Perú, cuenta con 13 humedales categorizados como Sitios Ramsar, 10 de ellos ubicados en 9 áreas naturales protegidas. (MINAM, 2019). En cuanto al clima de los humedales costeros, es variado (Romero, 2016, p. 23), además, de acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen, (citado por Moschella, 2012, p. 21), se divide en 2 tipos: por el norte, departamento de Tumbes el clima es cálido muy seco, con una temperatura media anual de 24 °C y una precipitación media anual entre los 25 y 100 mm. El segundo, en el centro y sur, abarca los departamentos de Lambayeque y Tacna, presenta un clima semicálido muy seco, tiene una temperatura promedio anual entre los 18 y 20 °C, con precipitaciones medias anuales entre los 0 y 50 mm.

Por otra parte, la pérdida de la cobertura vegetal es también un problema generado por la expansión urbana, en ese contexto, Jalmacin, et al. (2017, p. 2) expresa que al perderse la cobertura vegetal se corre riesgo de infertilidad del suelo, afectación

de la calidad del agua, pérdida de flora y fauna, y disminución de los servicios ambientales. Así mismo, Lei, M., et al. (2017) afirman que las actividades generadoras de cambios y transformación de la cobertura vegetal son los incrementos de áreas agrícolas, construcciones de viviendas o industrias, invasiones, arrojamiento de residuos sólidos y la tala descontrolada.

Las alteraciones producidas en los ecosistemas, como los mencionados en el párrafo anterior, se ejercen a través del tiempo, por ende, para su evaluación y medición del impacto causado, se requiere el uso de instrumentos y equipos, como los SIG, de manera que se pueden evaluar mediante imágenes satelitales tomadas en diversos periodos, con ello se podrá evidenciar la variación de un área.

En ese contexto, Rodríguez y Rubianes (2019) evaluaron la variación temporal del área florística Las Lomas de Carabayllo mediante la utilización de imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ y Landsat 8 OLI, para lo cual aplicaron una corrección de bandas dado que la imagen 3 y 4 de las imágenes Landsat 7 ETM+ presentó problemas de bandeo generando gaps, que son franjas inclinadas debido al fallo que sufrió el corrector de líneas de exploración (SLC) en el año 2003, finalmente se aplicó el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada).

Por su parte, Huaytalla y Valero (2020), determinaron los tipos de cobertura vegetal en la Reserva Nacional de Lachay, mediante dos métodos, la georreferenciación in-situ y toma de fotografías; con esos datos aplicaron el método de clasificación supervisada, el segundo método fue el procesamiento de 2 imágenes satelitales Sentinel-2, a estas imágenes se le aplicó una calibración atmosférica, luego una corrección atmosférica en el software ENVI y finalmente con los índices espectrales NDVI y NDWI (Índice Diferencial Normalizado de Agua) identificó la diversidad de cobertura vegetal.

Así mismo, Torre y Rivas (2019) emplearon la teledetección para analizar la pérdida de la cobertura vegetal, para lo cual descargaron imágenes satelitales correspondientes a cuatro años de la base de datos USGS Earth Explorer, las mismas que fueron procesadas en el software ENVI y finalmente se aplicó el método de clasificación supervisada en el software ArcGIS. Por su parte, Concha (2013) realizó una modelación geoespacial con lo que buscó determinar el impacto

de la expansión urbana sobre el suelo y la cobertura vegetal, al igual que el autor anterior, Concha empleó imágenes satelitales Landsat, así como, cartas nacionales del IGN, entre otros instrumentos.

A fin de hacer más entendibles los términos empleados, se conceptualizan algunos de ellos.

Los humedales son superficies terrestres inundadas con agua, se forman de manera natural o artificial, su duración puede variar con el tiempo, comprenden también el agua marina cuya profundidad sea de hasta 6 metros. Así mismo, son áreas de transición entre los ecosistemas acuático y terrestre. (López et al., 2013, p. 3). Es necesario precisar que los humedales se encuentran donde la superficie terrestre está cubierta por aguas poco profundas. (Ramsar, 2016, p. 9)

La capa freática es una franja de agua subterránea que se encuentra a pocos metros de la superficie de acuerdo al lugar geográfico, a su vez, es la más susceptible a la contaminación por las actividades humanas. (CONICET, s.f)

Las marismas son humedales formados por la desembocadura de ríos, donde reciben el efecto de las mareas, inundándose en mayor o menor medida, estas zonas son las más ricas y fértiles del mundo, ya que al subir la marea deposita sedimentos ricos en nutrientes. (UPV, 2012)

Los estuarios son áreas de transición entre el medio fluvial y el marino, donde las aguas dulces se mezclan con flujos de agua salada haciendo que esta masa de agua quede parcialmente salina como consecuencia de la mezcla de ambos flujos. (Ibáñez et al., 2009, p. 7).

Al proceso de urbanización se le considera como el desplazamiento de la población de lugares rurales hacia las urbes o ciudades, produciendo de esta manera la construcción de viviendas, apertura de calles, y demás servicios. (Anzano, 2010, p. 4).

La cobertura vegetal es todo tipo de vegetación que se encuentra sobre la superficie terrestre, desde los pastizales hasta las zonas boscosas. (López et al., 2015).

Se conoce como teledetección a la técnica que permite la obtención de datos de la superficie terrestre mediante imágenes suministradas por sensores espaciales como satélites y drones. Chuvieco (1990, p. 129, citado de Alegre, 2017, p. 25). Para Schomwandt (2015), es la obtención de radiancia electromagnética a distancia, que se emite mediante sensores de plataformas móviles sin que tengan contacto directo con el objeto de estudio.

Así mismo, se denomina modelación espacial al trabajo que se realiza empleando SIG (Sistemas de Información Geográfica), los cuales mediante el procesamiento permiten interpretar de manera multitemporal imágenes proporcionadas por sensores espaciales, de manera que brindan información sobre las características, formas y procesos que intervienen en la zona de investigación. (Del Valle, 2000, Citado de Rios, 2017, p. 18).

Las imágenes satelitales son el resultado de la captura de la radiancia emitida por la superficie terrestre que contiene la información detallada de los elementos del terreno mediante un sensor ubicado en un satélite artificial. (Sánchez, P., 2012).

La calibración radiométrica es el proceso que convierte la información de la imagen original de cada pixel (de niveles digitales) a niveles de radiancia captada por el sensor en el techo de la atmósfera. Se utiliza ampliamente cuando se trabajan con imágenes de diversos tipos de sensores, por lo tanto, esta calibración minimiza los errores que actúan en la radiación de cada elemento captado en el momento de estudio. (Ministerio del ambiente – Colombia, 2014)

Por su lado, la corrección atmosférica es un proceso aplicado a las imágenes digitales, con la finalidad de reducir y/o eliminar los efectos de distorsión ocasionado por la presencia de nubes, logrando mejorar la calidad visual de la imagen. Para este fin, se puede hacer uso del módulo flash en el software ENVI. (Aguilar, Mora y Vargas, 2014, p. 2).

Una forma que permite discriminar los valores de un área de estudio es el método de clasificación supervisada y no supervisada, ambos se desarrollan mediante SIG. La clasificación supervisada es un método que requiere el conocimiento de la zona de estudio, provenientes de trabajos previos o visitas de campo, esta clasificación

permite delimitar con mayor exactitud la imagen. Además, en este método la participación del encargado debe ser activa, ya que debe indicar al software la acción a realizar en cada momento. Por otro lado, la clasificación no supervisada, se caracteriza en definir las clases espectrales que están presentes en las imágenes, por lo que no hace falta que el investigador conozca la zona de estudio. (Monterroso, sf).

Los satélites Landsat cuentan con diversas misiones y nuevas actualizaciones, en este caso se describe el satélite Landsat 7 ETM+. Fue lanzado el 15 de abril de 1999 a una altura de 705 km, gira alrededor de la tierra cada 99 minutos y su ciclo de revisión es de 16 días. Este satélite cuenta con el sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) que proporciona imágenes en cuatro modos: VNIR (Visible e Infrarrojo Cercano), SWIR (Infrarrojos de onda corta), PAN (Pancromático) y TIR (Infrarrojos térmicos). Además, cuenta con 8 bandas: (USGS, 2021; EOS, 2021).

Tabla 1: Características del satélite Landsat 7 ETM+.

Sensor	Bandas espectrales		Rango espectral (µm)	Resolución espectral	Identifica/Diferencia /Muestra
	Número	Nombre			
Landsat 7 ETM+	1	Blue	0,45 - 0,52	30	Suelo de la vegetación.
	2	Green	0,52 - 0,60	30	Niveles de máxima vegetación.
	3	Red	0,63 - 0,69	30	Pendientes de la vegetación
	4	Near Infrared	0,77 - 0,90	30	Resalta el contenido de biomasa y costas
	5	Shortwave Infrared 1	1,55 - 1,75	30	Humedad del suelo y la vegetación
	6	Thermal infrared	10,40 - 12,50	30	Mapa térmico y la humedad del suelo
	7	Shortwave Infrared 2	2,08 - 2,35	30	Rocas alteradas hidrotermalmente relacionadas con depósitos de minerales
	8	Panchromatic	0,52 - 0,90	15	Nitidez de imagen

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de USGS, 2021.

Por su parte, la misión Landsat 8, lanzada el 11 de febrero del 2013 llevó los instrumentos Operational Land Imager (OLI) y Thermal Infrared Sensor (TIRS). Este

satélite orbita a una altitud de 705 km y logra adquirir alrededor de 740 escenas por día en el sistema de path/row del Sistema de Referencia Mundial-2 (WRS-2), siendo el tamaño de cada escena de 185 km x 180 km. Los productos que provee Landsat 8 OLI/TIRS se encuentran disponibles en las plataformas EarthExplorer, GloVis y LandLook Viewer. (USGS, 2021; EOS, 2021; Torre y Rivas, 2019, p. 23-24).

Tabla 2: Características del satélite Landsat 8 OLI/TIRS

Sensor	Bandas espectrales		Rango espectral (μm)	Resolución espectral	Identifica/Diferencia /Muestra
	Número	Nombre			
Landsat 8/OLI	1	Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30	Zonas costeras y evalúa la presencia de aerosoles
	2	Blue	0.45 - 0.51	30	Aguas costeras, tipos de suelos y vegetación.
	3	Green	0.53 - 0.59	30	Niveles de máxima vegetación.
	4	Red	0.64 - 0.67	30	Pendientes de la vegetación.
	5	Near Infrared	0,85 - 0,88	30	Destacar el contenido de biomasa.
	6	Shortwave Infrared 1	1,57 - 1,65	30	Humedad del suelo y de la vegetación.
	7	Shortwave Infrared 2	2,11 - 2,29	30	Mejora la lectura de la humedad del suelo y la vegetación.
	8	Panchromatic	0,50 - 0,68	15	Nitidez de imagen.
	9	Cirrus	1,36 - 1,38	30	Alteración de las nubes cirrus.
Landsat 8/TIRS	10	Thermal Infrared 1	10,6 - 11,19	100	Mapeo térmico y estima la humedad del suelo.
	11	Thermal Infrared 2	11,5 - 12,51	100	Mejora la lectura del mapeo térmico y humedad del suelo.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de USGS, 2021.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Es de tipo aplicada, como afirma Escudero y Cortés (2018, p. 19) este tipo de investigaciones buscan generar conocimiento para aplicarlo directamente en la solución de los problemas en la sociedad.

Diseño de investigación

Es no experimental de corte longitudinal.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 152 - 160), se debe a lo siguiente: No experimental, pues no se manipulan las variables, ya que se estudia el objeto de investigación tal como se encuentra en su contexto natural. Longitudinal dado que se recolecta información en diferentes periodos de tiempo, de manera que se realizan deducciones respecto al cambio, sus efectos y consecuencias del fenómeno o problema de investigación.

3.2. Variables y operacionalización

El presente estudio cuenta con dos variables:

Variable independiente

Proceso de urbanización.

El cual, según Ritchie y Roser (2018), es un proceso económico, social, político y cultural que conduce a la población desde las zonas rurales hacia las ciudades, transformando de esta manera su forma de vida. Este proceso conlleva a expandir las ciudades y tomar áreas antes no pobladas.

Variable dependiente

Alteración del humedal La Bocana.

Rojas et al. (2015), afirma que, alteración es cualquier actividad que produce cambios en el medio, mediante la agricultura, ganadería, construcción de viviendas, arrojado de residuos sólidos, entre otros.

El cuadro de operacionalización de variables se muestra en anexos.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población corresponde a la extensión territorial del distrito de San José. En ese sentido, López y Fachelli (2015, p. 7) se refieren a la población como el conjunto total del ámbito o factor de interés, siendo considerado como el referente para elegir la muestra.

Muestra

El área de estudio comprende a 237.6 hectáreas correspondiente al humedal La Bocana y áreas agrícolas, urbanas y ganaderas que tienen influencia sobre el humedal. López y Fachelli (2015, p. 6) afirman que la muestra estadística es una porción del todo, es decir de la población, además, puede seleccionarse de diversas formas.

Muestreo

El muestreo empleado para seleccionar los datos ha sido el muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que, la selección de los datos se realizará de acuerdo al criterio e interés del investigador. Otzen y Manterola (2017, p. 4).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica empleada en este trabajo de investigación ha sido la observación, la misma que, según Chávez de Paz (2014, p. 7, citado de Torre y Rivas, 2019, p. 32), permite acumular, organizar, estructurar y sistematizar la información sobre un hecho referido al problema que motiva la investigación.

Además, la ventaja de su aplicación es que se logran obtener datos más cercanos de los sucesos que ocurren en el área de estudio.

El presente estudio ha empleado imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ para datos de los años 2002 y 2010, para datos del año 2021 se ha hecho uso del satélite Landsat 8, estas imágenes son los principales datos para aplicar la observación, en ellas han identificado el área de estudio, así mismo, mediante el programa ArcMap se identificaron cada uno de los aspectos para ser analizados, durante el periodo de los años 2000 al 2021, con lo que se ha buscado determinar los efectos del proceso de expansión urbana en el humedal. Además, se tomaron datos in situ mediante la georreferenciación de puntos críticos o áreas afectadas, así como fotografías, de manera que se pueda evidenciar la problemática existente.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos fueron fichas de observación, como se detallan a continuación: Instrumento 1: Ficha de observación del crecimiento poblacional del Distrito de San José. Instrumento 2: Ficha de observación de imágenes satelitales. Instrumento 3: Ficha de observación de actividades que producen impactos sobre los factores ambientales. Instrumento 4: Ficha de observación de los puntos de testeo para la clasificación supervisada.

3.4.3. Validez y confiabilidad de los instrumentos

La validación de los instrumentos de recolección de datos, ha sido realizado por expertos, a los cuales se les proporcionado las fichas de observación, la matriz de consistencia y las fichas de validación de instrumentos.

Tabla 3: *Validación de documentos por especialistas*

N°	Nombres y apellidos	CIP	Especialidad	Validez
1	Ordoñez Gálvez Juan Julio	89972	Ingeniero Mecánico de Fluidos, Dr. en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	90%

2	Holguín Aranda Luis Fermín	111614	Ingeniero ambiental	85%
3	Pillpa Aliaga Freddy	196897	Ingeniero agrónomo	85%
4	Castro Tena Lucero	162994	Ingeniera ambiental	95%

Fuente: Elaboración propia

3.5. Procedimientos

3.5.1. Fase de gabinete

3.5.1.1. Recolección de la información

En este periodo se recolectaron datos de investigaciones referentes a procesos de urbanización y su afectación a ecosistemas costeros, como los humedales, tanto nacionales e internacionales. Así mismo, mediante las plataformas nacionales MINAM, IGN, INEI e internacional como USGS (Servicio Geológico de los EE. UU) se obtuvieron información referente a los espacios geográficos, cartográficos y estadísticos.

a) Área de estudio

La delimitación del área se determinó mediante el uso de cartas nacionales proporcionadas por el Instituto Geofísico Nacional (IGN), una investigación de Alván y Seclén (2020) y toma de puntos del humedal por medio de visitas in-situ, estos datos se han procesado por el software ArcMap con los que se obtuvieron un mapa de la zona de estudio.

b) Información sobre la población y viviendas del distrito de San José

Se utilizaron dos herramientas o medios de información para la proporción datos a fin de verificar el grado de variación y la intrusión del área urbana en el humedal.

Se investigaron los censos poblacionales realizados por el INEI de los años 2007 y 2017, en base a ello se verificó la tasa de crecimiento demográfico y las zonas a las que se han ido asentando la población (urbana y rural).

Estos datos se contrastaron con el análisis de imágenes satelitales de Google earth, haciendo uso de la herramienta time lapse, que proporciona datos satelitales desde el año 1970. Para este caso, se hicieron uso de las imágenes del año 2002, 2010 y 2021. Las tres imágenes que obtenidas se georreferenciaron al área de estudio haciendo uso del programa ArcMap. Finalmente, se elaboraron mapas de manera que se evidenció la magnitud de la variación del área urbana a través del tiempo.

3.5.1.2. Procesamiento de datos satelitales.

El trabajo de investigación se realizó mediante 3 etapas. Además, para el procesamiento de la información obtenida de los satélites se emplearon los programas ArcMap 10.7 y Envi 5.3.

a) Primera etapa

A través de la base de datos gratuita del servidor United States Geological Survey - USGS se obtuvieron las imágenes satelitales de los años 2002 y 2010 del satélite Landsat 7 ETM+ y por medio del satélite Landsat 8 se tomó la imagen correspondiente al año 2021.

Tabla 4: Características de las imágenes satelitales.

Proveedor	Elipsoide	Zona	Satélites	Resolución espacial	Path/Row
USGS	WGS84	17S	Landsat 7 ETM+ Landsat 8 OLI/TIRS	30 m	010/065

Fuente: Elaboración propia.

b) Segunda etapa

Se realizó la corrección radiométrica con la finalidad de convertir la información original de la imagen, es decir los niveles digitales a niveles de radiancia en el techo de la atmósfera (Cabrera, E et al, 2011, p. 26), para ello, se ingresaron las imágenes satelitales al programa ENVI 5.3. y mediante el menú basic tools seguido del complemento preprocesing, luego calibration utilities y Landsat calibration con tipo de calibración en radiancia.

Por otro lado, se observó que las imágenes obtenidas del sensor Landsat 7 ETM+ presentaban problemas de bandeo generando líneas inclinadas (gaps). Para la solución de este fallo se usó la herramienta Landsat toolbox elaborado por el departamento de transporte del estado de Washington (WSDOT), mediante la opción Fix Landsat 7 Scanline Error.

Seguidamente se aplicó la corrección atmosférica con la finalidad de eliminar la presencia de nubosidad o distorsiones atmosféricas, para ello dentro del software ENVI se utilizó el modelo flash atmospheric correction.

c) Tercera etapa

Se realizó una combinación de las bandas espectrales en color verdadero, para el caso de las imágenes Landsat 7 ETM+ la combinación RGB fue 3, 2, 1 con lo que muestra una proximidad de los colores verdaderos. Para las imágenes Landsat 8 la composición RGB fue 4, 3, 2.

Finalmente, se realizó la clasificación supervisada, para ello, se tomaron dos tipos de muestreos a las imágenes que se han procesado dentro del software, uno de entrenamiento y el otro de testeo. Los puntos de entrenamiento se plasmaron en los diversos tipos de superficies que se observen como vegetación, agua, suelo, entre otros. Los puntos de testeo han sido identificados en el área de estudio, mediante visitas al lugar, con estos datos se realizó un post procesamiento a fin de validar la clasificación obtenida de los puntos de entrenamiento.

Las clases consideradas para el análisis fueron 10: cuerpos de agua, vegetación, viviendas, zonas agrícolas y ganaderas, carreteras y caminos, suelo con baja vegetación, lagunas de oxidación, canales, residuos sólidos y áreas lotizadas. Además, la imagen que ha servido como referente y con la que se ha verificado la variación del área del humedal en los años posteriores, es la imagen del año 2002.

3.5.2. Fase de campo

a) Determinación del área de estudio

Se empleó la aplicación UTM Geo Map instalado en un teléfono móvil, en reemplazo del equipo GPS, con esta herramienta se tomaron diversos puntos con la finalidad de georreferenciarlos.

b) Determinación de áreas de testeo

Dado que la identificación de los diversos usos del área del humedal se realizó mediante la aplicación del método de clasificación supervisada, ha sido necesario contar con puntos reales del área de estudio como cuerpos de agua, vegetación, construcciones (viviendas), zonas agrícolas, carreteras y/o caminos y suelo desnudo, estos puntos han servido para el post procesamiento de la clasificación supervisada, lo que afianzará la confiabilidad de los datos obtenidos.

c) Identificación de datos para la Matriz de Leopold

Se identificaron los factores ambientales que reciben impactos (Fari) positivos o negativos y los aspectos o actividades que producen impactos (Aspi) en el humedal. Los factores ambientales que reciben los impactos son el agua, suelo, aire, flora, fauna y el paisaje, los mismos que se relacionaron con los aspectos susceptibles a producir impactos como la agricultura, ganadería, disposición final de residuos sólidos, quema de vegetación, vertimiento de aguas residuales, construcción de viviendas y lotización. Estos datos se analizaron en una matriz de Leopold, con lo que se determinó la actividad que genera mayor impacto sobre el humedal.

Para la cuantificación de un impacto, la matriz de Leopold hace uso de valores cualitativos y cuantitativos, ante ello, se hace uso de los siguientes valores:

Tabla 5: Valores para la magnitud de impacto – Matriz de Leopold

MAGNITUD			Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificativo	Duración	Influencia	Calificación
I	A	C	D	I	C
Baja	Baja	1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	4	Temporal	Local	4
Media	Media	5	Media	Local	5
Media	Alta	6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	8	Media	Regional	8
Alta	Alta	9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	10	Permanente	Regional	10

Fuente: Elaboración propia

Al identificarse una actividad, se analiza sobre que factor está generando el impacto, a partir de ello se hizo uso de la figura 1, en primer lugar se estimó la intensidad y la afectación (el valor de la magnitud puede ser positiva o negativa), seguidamente, el valor obtenido se multiplicó con el valor de la duración e influencia (la importancia siempre es positiva).

3.6. Método de análisis de datos

Se realizó el análisis descriptivo e inferencial a partir de los gráficos obtenidos del procesamiento de las imágenes satelitales Landsat 7 ETM y Landsat 8 OLI/TIRS, además de tablas estadísticas que se procesaron en el programa Excel.

3.7. Aspectos éticos

La información plasmada en la presente investigación se ha ceñido rigurosamente a lo estipulado por el centro de estudios. Los datos se han obtenido de diversas investigaciones fiables respetando el contenido de cada investigación y el derecho de autoría. Así mismo, el contenido que se detalla en el trabajo no busca generar problemas ni daños a la población que se beneficia de los servicios que brinda el humedal, por el contrario, provee de información que concientiza su cuidado y conservación.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción general del área de estudio

El humedal La Bocana corresponde al tipo de humedal marino costero según la clasificación Ramsar (2013, p. 61), se encuentra al noroeste del distrito de San José. El distrito de San José es uno de los 12 distritos de la provincia y departamento de Lambayeque. Limita por el norte con el distrito de Lambayeque, por el este con los distritos de Lambayeque y Chiclayo, por el sur con el distrito de Pimentel y por el oeste con el océano pacífico.

El humedal en estudio, como todo ecosistema marino costero, se caracteriza por contar con cuerpos de agua, vegetación, diversas especies de flora y fauna, y amplios espacios paisajísticos. Como se observa en la figura 1, el ecosistema del humedal abarca grandes áreas de cuerpos de agua.



Figura 1: Lagunas del Humedal La Bocana.

Fuente: Somos del Distrito de San José - Lambayeque

4.2. Delimitación del área de estudio

Mediante una visita a campo y con el uso de un GPS, se identificó el área de estudio que corresponde a un total de 237.6 hectáreas, áreas que forman parte de cuerpos de agua, áreas agrícolas, áreas ganaderas, vegetación natural, construcciones, acumulación de residuos sólidos.

Las coordenadas obtenidas son las que se detallan a continuación:

Tabla 6: *Coordenadas del área de estudio*

Coordenadas			Coordenadas		
Puntos	Este	Norte	Puntos	Este	Norte
1	614446	9252321	16	612492	9253815
2	614278	9252247	17	612925	9253780
3	614156	9252307	18	613179	9253297
4	614053	9252362	19	613488	9253442
5	613939	9252476	20	613875	9253626
6	613836	9252552	21	614437	9253916
7	613506	9252650	22	614571	9253776
8	613167	9252897	23	614728	9253814
9	612751	9253089	24	614873	9253920
10	612286	9253495	25	614906	9253781
11	611957	9254073	26	614782	9253651
12	611904	9254492	27	614488	9253371
13	612272	9254797	28	614385	9253001
14	612367	9254509	29	614395	9252512
15	612391	9254180			

Fuente: Elaboración propia

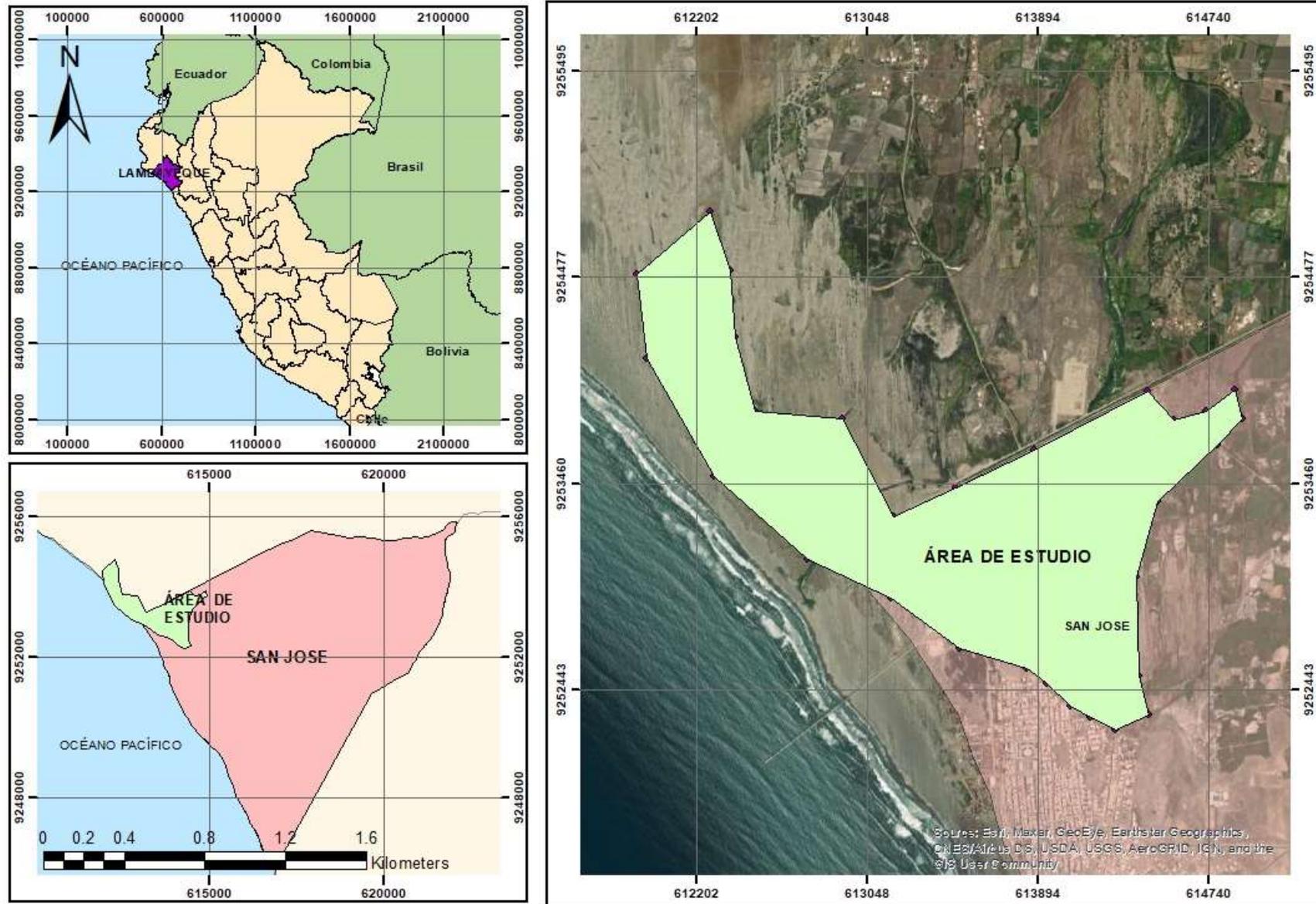


Figura 2: Delimitación del área de estudio

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Estimación del proceso de urbanización en el humedal La Bocana y zonas aledañas durante los años 2000 al 2021.

4.3.1. Expansión urbana del distrito de San José.

El proceso de urbanización se ha evaluado durante los años 2002, 2010 y 2021 mediante el uso de imágenes satelitales de Google earth.



Figura 3: Área urbana del Distrito de San José – año 2002.

Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales de Google Earth.

La imagen muestra el área que abarcaba la zona urbana en el año 2002, contaba con 52.9 hectáreas, constituidas principalmente por viviendas de material noble, de barro con esteras y corralones.



Figura 4: Área urbana del Distrito de San José – año 2010.

Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales de Google Earth.

Para el año 2010, el área urbana llegó a abarcar 78.6 hectáreas, se puede apreciar las viviendas se han ido asentando hacia el sureste del distrito. Además, en la parte noroeste, lugar donde se ubica el humedal, hay poca o nula presencia de viviendas.



Figura 5: Área urbana del Distrito de San José – año 2021.

Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales de Google Earth.

El área urbana en los primeros meses del año 2021, ocupaba 143.9 hectáreas. Así como en el año 2010, el crecimiento ha continuado hacia el noroeste, sin embargo, se aprecia que hay grupos de viviendas en la parte noroeste, estas se encuentran dentro del humedal La Bocana.

La expansión urbana desde el año 2002 al 2021 se observa en el consolidado de la siguiente imagen. En ese contexto, el rápido crecimiento del área urbana durante los últimos 10 años es debido a las lotizaciones y la construcción de nuevas viviendas, extendiéndose de manera predominante hacia el sureste, lado opuesto del humedal La bocana.

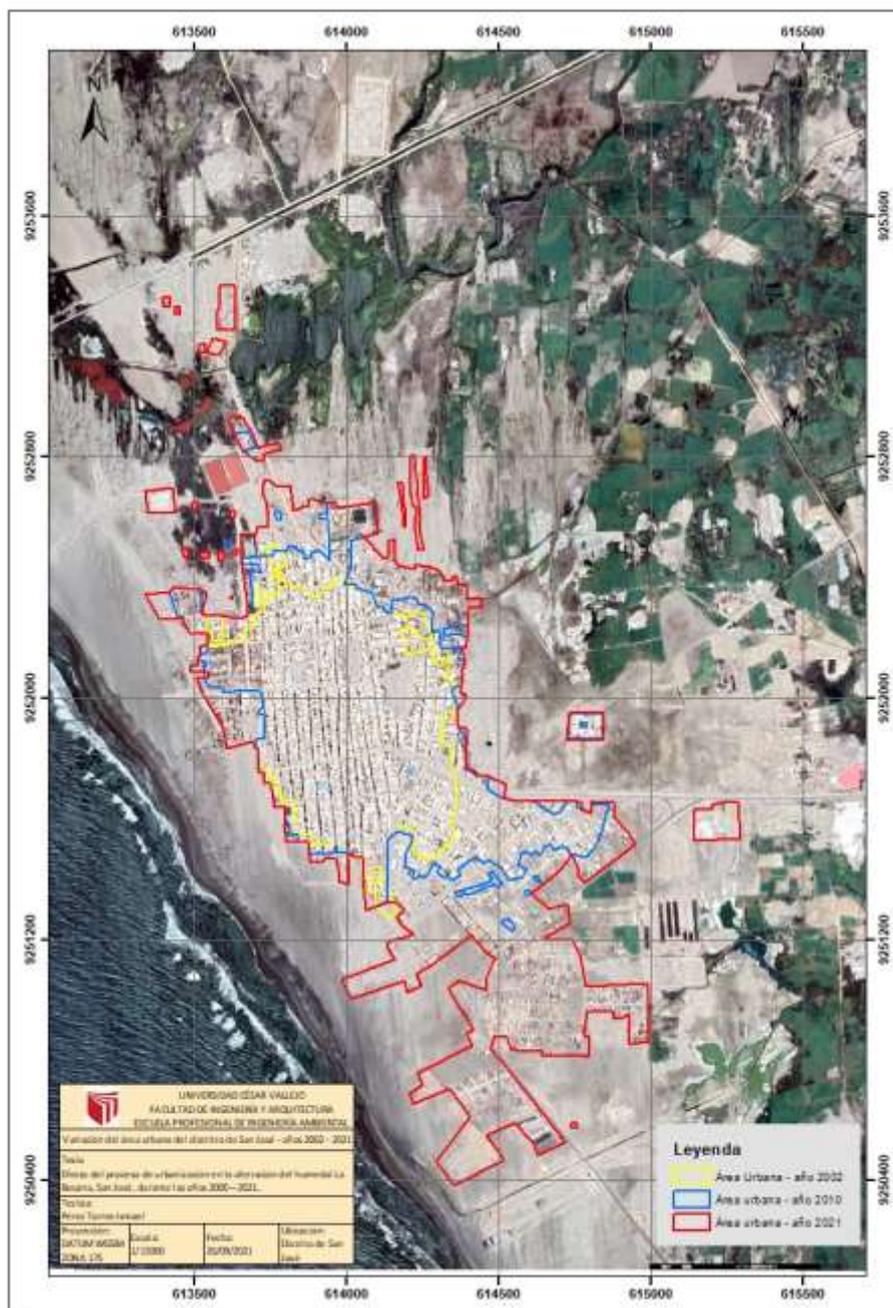


Figura 6: Expansión urbana del Distrito de San José - años 2002 – 2021.

Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales de Google Earth.

Según el mapeo de las imágenes mostradas, del año 2002 al 2010 el crecimiento urbano ha sido constante pues aumentaron de 52.9 a 78.6 hectáreas, sin embargo durante la década del 2010 al 2021, el área urbana se duplicó, pues llegó a abarcar 143.9 hectáreas, por lo que se puede afirmar que la expansión urbana durante los últimos 20 años ha sido alta, de acuerdo a las proyecciones del realizadas por el INEI (2020, p. 86).

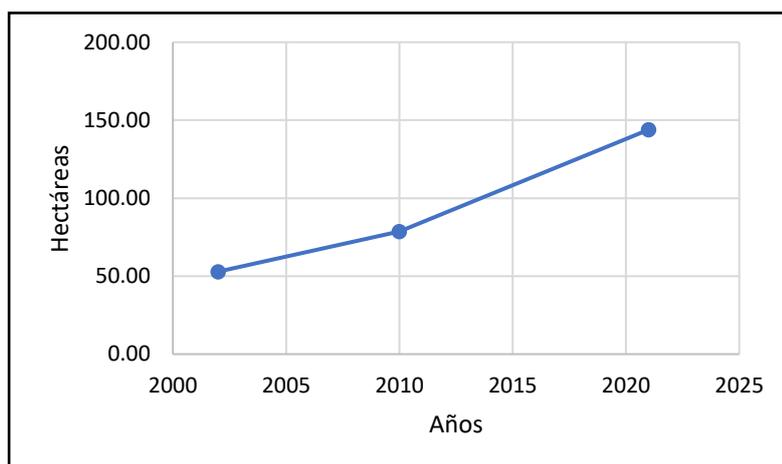


Figura 7: Variación del área urbana del distrito de San José

Fuente: Elaboración propia.

Además, de mantenerse la tendencia de crecimiento, hacia el año 2030, el área urbana alcanzaría aproximadamente las 184.2 hectáreas y así sucesivamente con los años consecutivos.

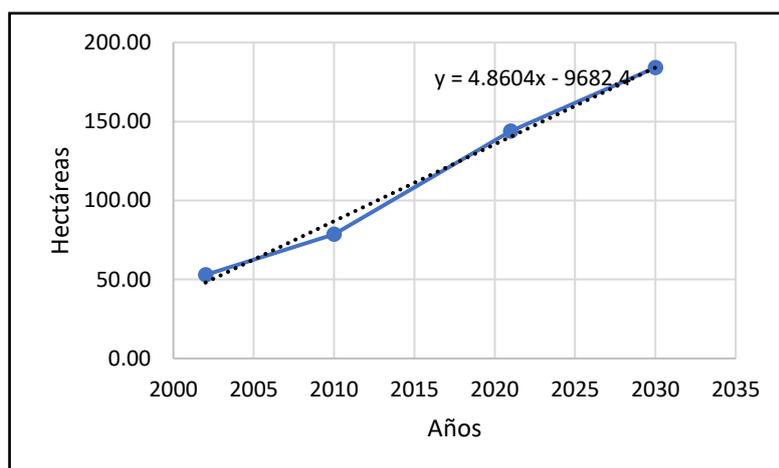


Figura 8: Variación del área urbana del distrito de San José hacia el año 2030.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Características de la población

4.3.2.1. Crecimiento poblacional del distrito de San José

Tabla 7: Datos del crecimiento poblacional del distrito de San José.

Fuente	Cantidad de población (Años)				Zona de asentamiento / Cantidad de población			
	2000	2007	2017	2020	2007		2017	
					Rural	Urbana	Rural	Urbana
INEI	8390	12078	15846	17754	1297	10781	1529	14317

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del censo poblacional INEI (2007 y 2017).

Durante los últimos 21 años la población del distrito de San José, ha experimentado un crecimiento rápido, pues en el año 2000 su población total (urbana y rural) era de 8390 (INDECI, 2003), para el 2007, según los resultados del Censo Nacional: XI de Población y VI de Vivienda, contaba con 1297 personas asentadas en sus caseríos frente a 10781 habitantes en la zona urbana. Además, de acuerdo al último censo realizado en el año 2017, la población total aumentó a 15846, de estas, 14317 pertenecen a la zona urbana frente a 1529 asentados en zonas rurales. Así mismo, en el año 2020 la población era de 17754 (INEI, 2020, p 86).

Como se observa en la figura 9, el crecimiento poblacional sigue una dispersión positiva, a medida que los años pasan, la cantidad de población lo hace también.

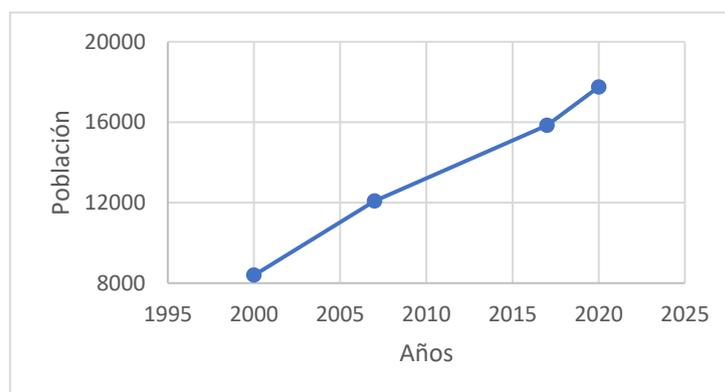


Figura 9: Variación poblacional del distrito de San José.

Fuente: Elaboración propia

Partiendo del gráfico anterior se puede realizar una proyección al año 2030, donde la población será 22059 personas aproximadamente.

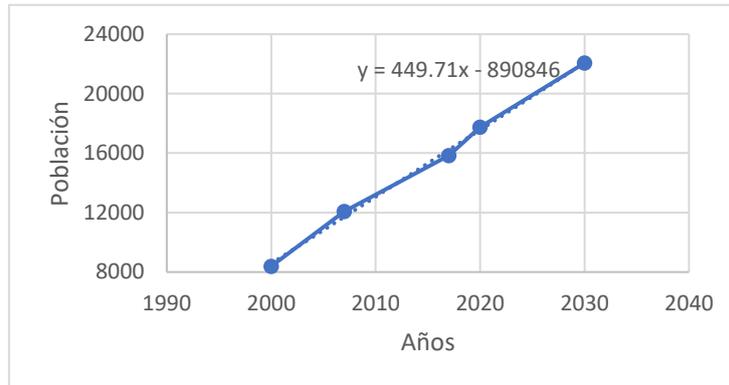


Figura 10: Proyección de la población hacia el año 2030.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.2. Crecimiento poblacional hacia el Humedal La Bocana.

Con el paso de los años la población ha ido ampliando las áreas urbanas y se han acercado a zonas con espacios naturales, como los humedales. En las imágenes siguientes se aprecia el resultado del proceso de expansión urbana, producto de la construcción de viviendas y lotizaciones dentro del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

En el año 2002, la presencia de viviendas era muy baja, se notaba la dispersión en 3 zonas, dos de ellas eran habitables, la tercera era un lote circulado. El área total era de 0.42 hectáreas



Figura 12: Expansión urbana dentro del área de estudio – año 2010

Fuente: Elaboración propia a partir de datos satelitales de Google earth.

En el año 2010, el área ocupada por la construcción de viviendas y áreas lotizadas abarcó las 3.18 hectáreas, siendo aún poca presencia de viviendas cerca del humedal.



Figura 13: Expansión urbana dentro del área de estudio – año 2021

Fuente: Elaboración propia a partir de datos satelitales de Google earth.

En el primer mes del año 2021, el área ocupada por la construcción de viviendas y áreas lotizadas se ocupó un total de 18.09 hectáreas.

Tabla 8: Área ocupadas por viviendas dentro del área de estudio

Viviendas dentro del área de estudio (Has)		
2002	2010	2021
0.42	3.18	18.09

Fuente: Elaboración propia.

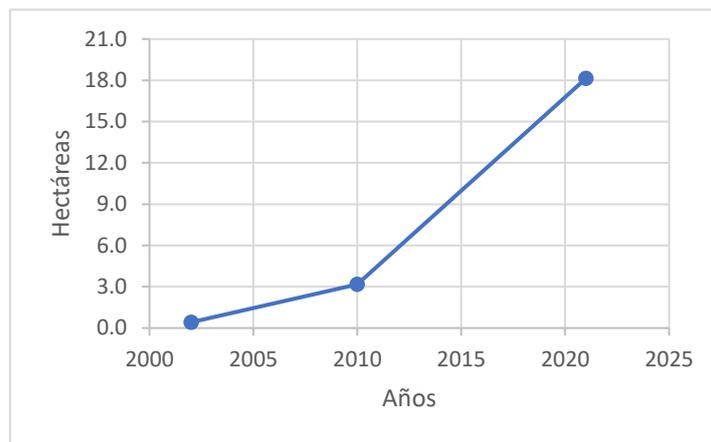


Figura 14: Variación del área ocupada por viviendas dentro del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Partiendo del gráfico anterior, se puede realizar una proyección de la expansión del área urbana dentro del área de estudio hacia el año 2030. El área que abarcaría aproximadamente en el año 2030 será 25.56 hectáreas.

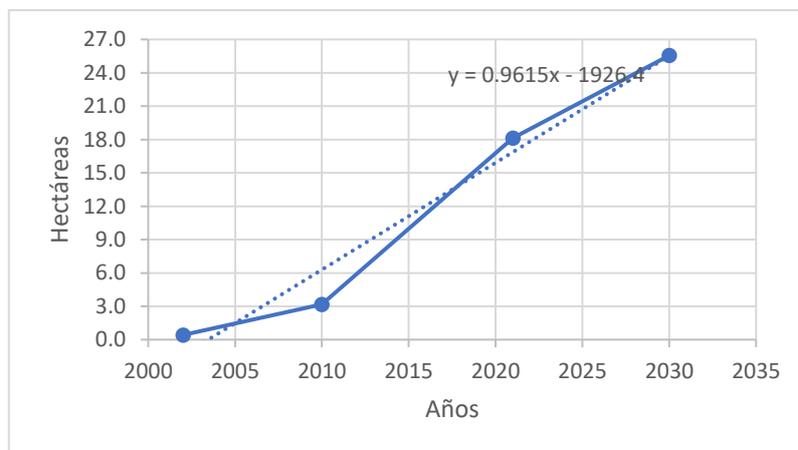


Figura 15: Proyección del área ocupada por viviendas y lotizaciones al 2030.

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Cuantificar la variación en la extensión del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000 – 2021.

Se utilizaron 3 imágenes satelitales, a las cuales se le aplicó el procesamiento correspondiente (Corrección radiométrica, corrección atmosférica, combinación de bandas, extracción de máscara (área de estudio)) a fin de realizar la clasificación supervisada en el programa ArcMap y posterior realización de mapas. Las imágenes satelitales son las siguientes:

Tabla 9: Datos de las imágenes satelitales

Proveedor	Elipsoide	Zona	Sensor	Fecha de adquisición	Resolución espacial	Path/row	ID de imagen
USGS	WGS 84	17 S	Landsat 7 ETM+	2002/09/03	30	010/065	LE07_L1TP_010065_20020903_20170128_01_T1
				2010/06/05	30		LE07_L1TP_010065_20100605_20161214_01_T1
			Landsat 8 OLI/TIRS	2021/03/23	30		LC08_L1TP_010065_20210323_20210402_02_T1

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se han seleccionado clases para cada imagen, en el caso de la imagen del año 2002 las clases que se han considerado son ocho: Cuerpos de agua, vegetación, área de cultivos, viviendas, suelo con baja vegetación, caminos y carreteras, lagunas de oxidación y canales. Para el la imagen del año 2010 se añadió una clase más, infiltración de aguas residuales. Finalmente en el caso de la imagen del año 2021 se añadió la clase para áreas lotizadas.

Tabla 10: Puntos de testeo de clasificación supervisada

Puntos	Clase	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
01	Cuerpos de agua	614387	9253402
		613621	9253115
		613173	9253109
02	Vegetación	612891	9253208
		613092	9253213
		613668	9253010
		613446	9253059
		614089	9253728
03	Viviendas	613619	9253380
		613687	9252847
		613904	9252519
04	Zonas agrícolas y ganaderas	614432	9253787
		614446	9253348
		614354	9252836
05	Carreteras y caminos	613807	9252618
		614075	9253720
		613640	9253489
06	Suelo con baja vegetación	613858	9253568
		613282	9253327
		614330	9253678
07	Lagunas de oxidación	613651	9252713
		613596	9252687
08	Canales	613321	9253088
		612926	9253168
		614771	9253666
09	Residuos sólidos	613674	9252937
		613627	9253061
10	Áreas lotizadas	614227	9253274
		613778	9252752
		613807	9253503

Fuente: Elaboración propia

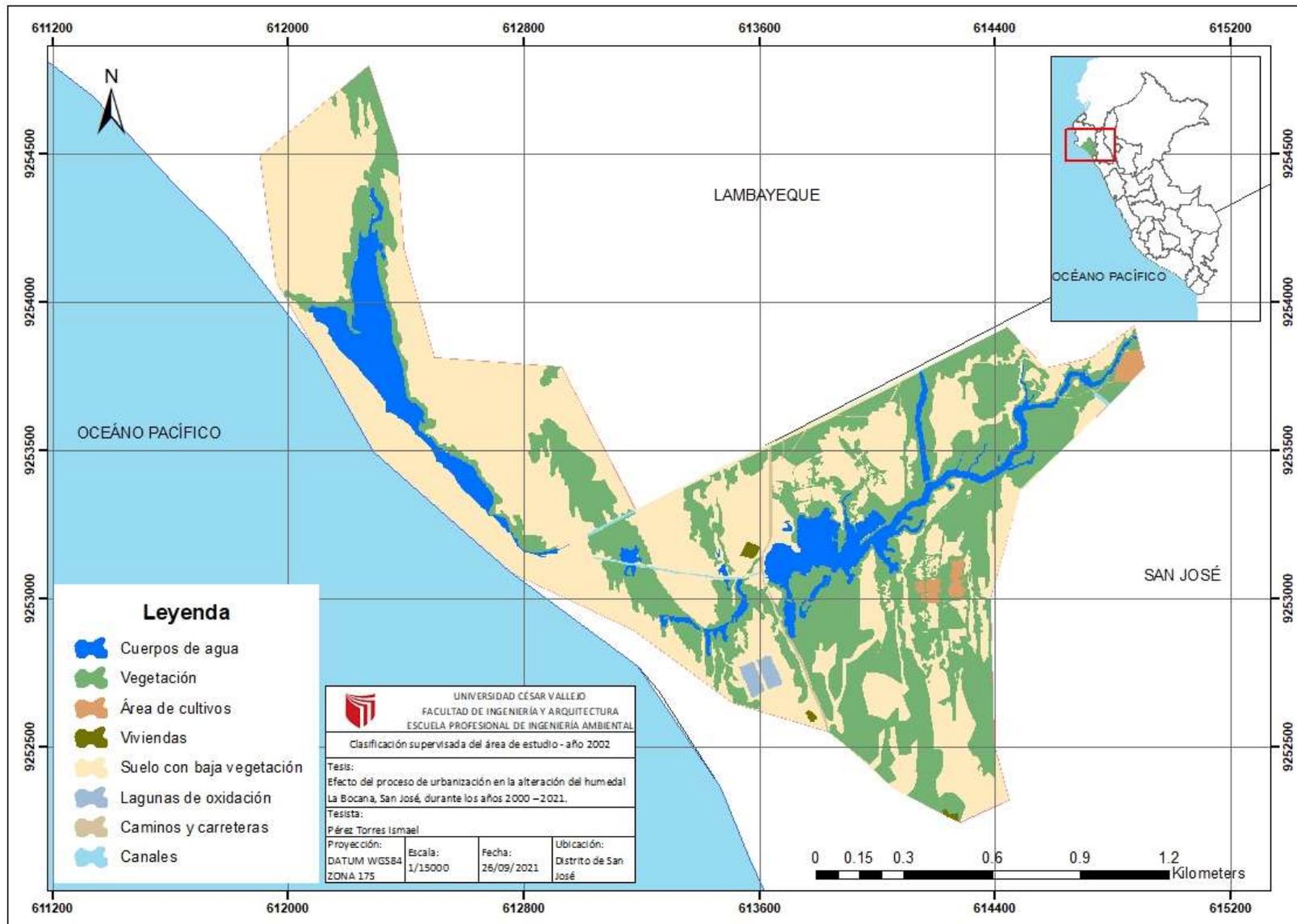


Figura 16: Clasificación supervisada del área de estudio – año 2002.

Fuente: Elaboración propia

La clasificación ofrece áreas delimitadas de acuerdo a lo que se ha indicado. Para el año 2002, de las 237.6 hectáreas del área de estudio, se ha podido evidenciar que 23.01 hectáreas estaban ocupadas por cuerpos de agua que son lagunas no muy profundas propias de los humedales, estas lagunas se alimentan por la infiltración de agua de los canales de regadío e infiltraciones de agua marina, es por ello, que en varios puntos se encuentran capas salinas convirtiendo dichas zonas en suelos desnudos dada que la vegetación no soporta esas condiciones.

Por su parte, las áreas compuestas por vegetación cubrían un total de 87.72 hectáreas. Están constituidas principalmente por grama salada (*Distichlis spicata*), grama (*Eleusine indica*), platanito (*Sesuvium portulacastrum*), ínea (*Typha dominguensis*), totora (*Typha angustifolia*), muda (*Maytenus octogona*), chope (*Cryptocarpus pyriformis*), salicornia (*Salicornia fruticosa*) y lejía (*Batis maritima*). (Alván y Seclén, 2019, p. 17, citado de Gobierno Regional de Lambayeque, 2016).

Las áreas de cultivos constituían 1.85 hectáreas, pudiéndose visualizar que la presencia de esta actividad es baja en este año, cabe recalcar que las zonas de cultivo también se utilizaban como sembríos de hierba para el ganado.

Así mismo, la presencia de viviendas fue baja, solo se apreciaban 3 zonas construidas, sumando un total de 0.42 hectáreas. Existían también dos lagunas de oxidación que ocupaban un área de 1.13 hectáreas.

Las 5 áreas mencionadas anteriormente suman un total de 114.13 hectáreas. A excepción de las lagunas de oxidación, estas áreas son las que varían principalmente y de manera significativa a través del tiempo.

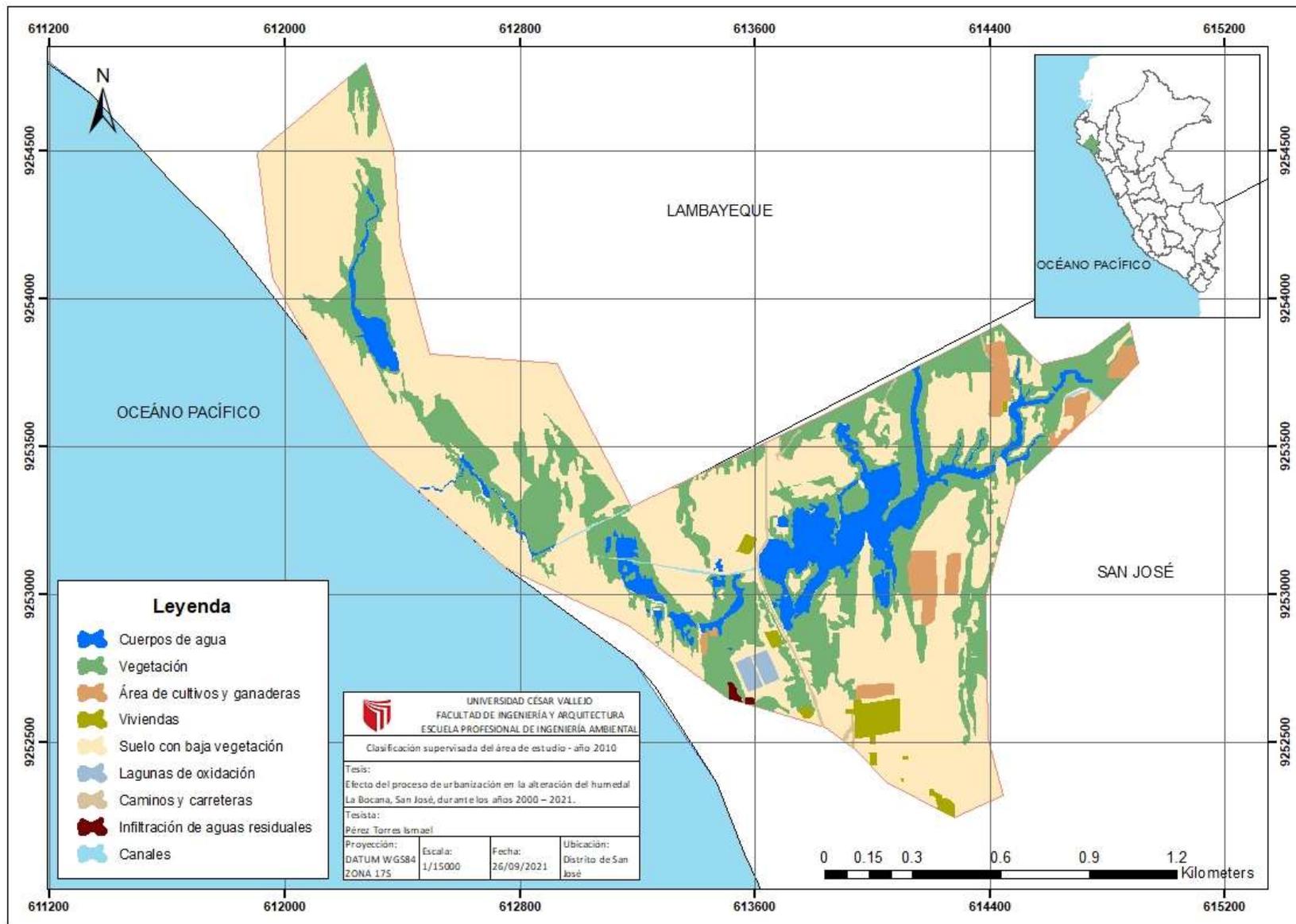


Figura 17: Clasificación supervisada del área de estudio – año 2010.

Fuente: Elaboración propia

La identificación de las clases corresponde al año 2010, de las cuales se evidencia que el área ocupada por cuerpos de agua correspondía a 21.31 hectáreas, que a diferencia del año 2002 disminuyó 1.7 hectáreas. La zona donde el agua ha disminuido se ubica en el noroeste, junto a la orilla del mar, cabe recalcar que la disminución de dichas lagunas se ha producido de manera natural, dado que no hay evidencias de la intervención humana.

En el caso de la vegetación, contaba con un área de 69.87 hectáreas, frente a 87.72 hectáreas en el año 2002, lo que muestra que en menos de 10 años la vegetación disminuyó 17.85 hectáreas.

Las áreas de cultivo y ganaderas aumentaron a 6.78 hectáreas, de la misma manera el área urbana con la construcción de viviendas y corralones su área aumentó a 3.18 hectáreas.

En este año (2010) se evidenció que cerca de las lagunas de oxidación se creó una pequeña laguna de 0.25 hectáreas producto de la infiltración de dichas aguas, se afirma que la laguna es producto de la infiltración por el color similar de sus aguas con las lagunas de oxidación, ya que las lagunas de oxidación muestran, hasta la actualidad, un color rojizo.

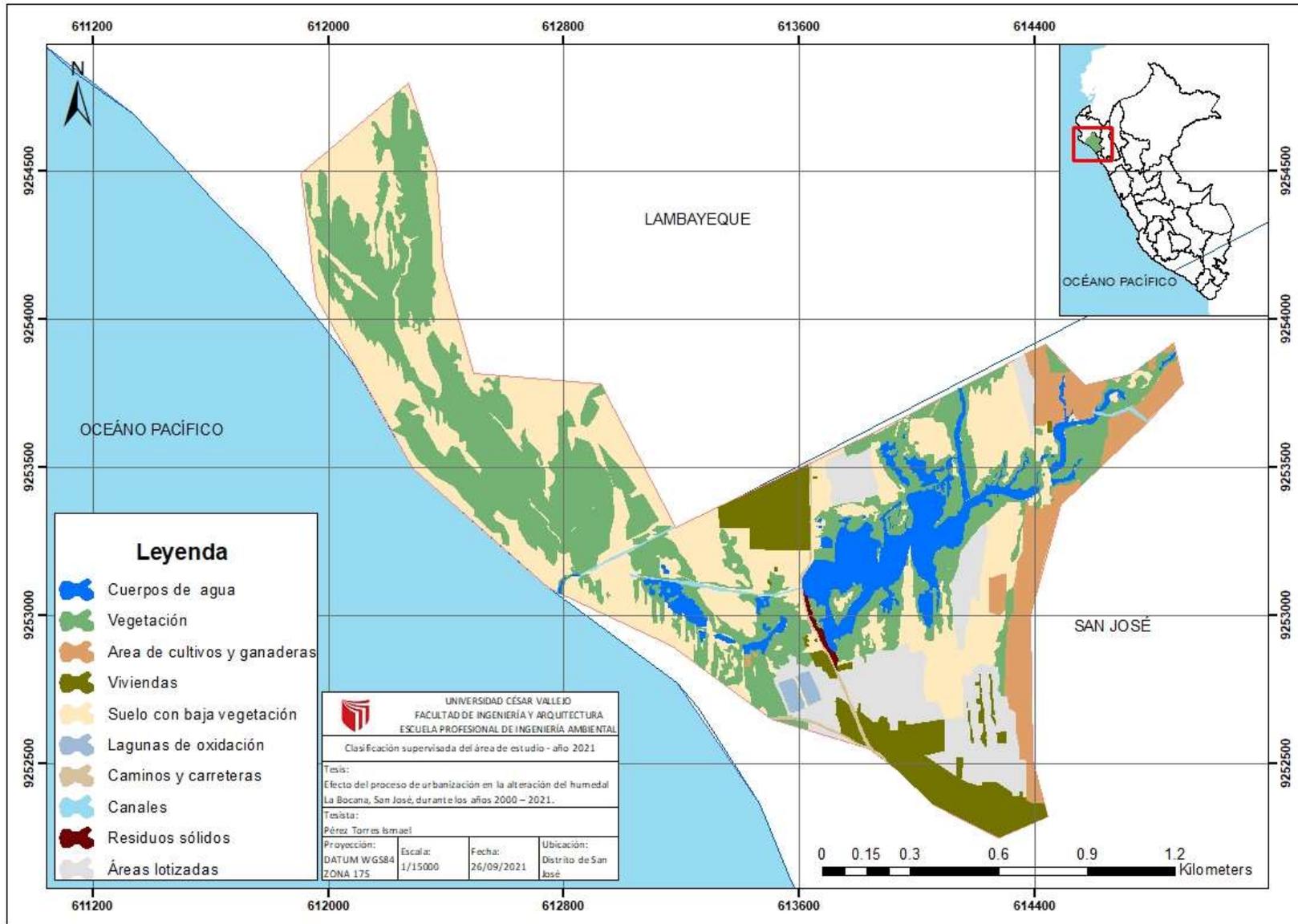


Figura 18: Clasificación supervisada del área de estudio – año 2021.

Fuente: Elaboración propia

Para el año 2021, el área ocupada por cuerpos de agua correspondía a 18.97 hectáreas, se observó que en la zona noroeste la laguna existente años anteriores se ha perdido, cabe mencionar que no hay evidencia de actividades antrópicas para causar esta pérdida. Por lo que la pérdida de cuerpos de agua desde el año 2002 al 2021 equivale a un área de 4.04 hectáreas o lo equivalente a 40400 metros cuadrados.

También se ha observado que en las coordenadas 613173E, 9253109N se mezclan aguas residuales con aguas de las lagunas del humedal. Desde las imágenes satelitales el agua se aprecia de un color rojizo, mismo color que de las lagunas de oxidación, lo que lleva al supuesto que las aguas residuales de dichas lagunas se estarían mezclando con las aguas del humedal.

En cuanto a la vegetación, la cobertura cubría un total de 82.43 hectáreas, si se compara con el año 2002 se aprecia que la reducción de vegetación es de 5.29 hectáreas, sin embargo a diferencia del año 2010, se evidencia que la vegetación se recuperó y aumentó su área.

Por su parte, las zonas de cultivos y ganaderas aumentaron significativamente sus áreas, llegando a cubrir 15.34 hectáreas, de las 1.85 hectáreas en el año 2002, aumentando prácticamente 15 veces su área.

Así mismo, las viviendas cubrían un área de 18.09 hectáreas, esta actividad aumentó más que todas, ya que en el año 2002 solo habían 0.42 hectáreas. El crecimiento del área urbana ha traído consigo una gran problemática que es la disposición inadecuada de residuos sólidos en las orillas de las lagunas del humedal, dando un mal aspecto al humedal y lo peor es la alta contaminación que se está generando, dado que distintas especies de fauna silvestre se alimentan de los residuos al confundirlos con alimento, a la vez la calidad del agua se deteriora por los lixiviados y residuos que entran en contacto.

Del mismo modo que las viviendas aumentan, lo hace las lotizaciones, mediante visitas al área de estudio se evidenció que las áreas lotizadas cubren gran parte de áreas que anteriormente eran zonas de vegetación, por lo que las áreas lotizadas cubren aproximadamente 22.69 hectáreas.

4.5. Identificar los impactos del proceso de urbanización sobre los factores ambientales del humedal La Bocana, San José.

4.5.1. Impacto de las actividades mediante una Matriz de Leopold.

Mediante visitas al área de estudio se identificaron las actividades que producen impactos en el humedal producto del proceso de urbanización, así mismo se determinaron sobre qué factores ambientales están causando impactos. En ese sentido, tanto los aspectos susceptibles a producir impactos (Aspi) y los factores ambientales que reciben dichos impactos (Fari) se detallan a continuación:

Los ASPI identificados son:

- Actividades agrícolas
- Actividades ganaderas
- Arrojo de residuos sólidos
- Quema de matorrales y cubierta vegetal
- Lotización de predios
- Construcción de viviendas
- Laguna de oxidación de aguas residuales (aparición rojiza).

Los FARI identificados son:

- Agua
- Suelo
- Aire
- Flora
- Fauna
- Paisaje natural

Cada uno de estos ítems se plasmaron en una matriz de información, denominada Matriz de Leopold, la misma que se detalla a continuación:

MATRIZ DE LEOPOLD

FACTORES AMBIENTALES QUE RECIBEN IMPACTOS (FARI)	COMPONENTES	FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES SUSCEPTIBLES A PRODUCIR IMPACTOS (ASPI)																		
			ACCIONES ANTRÓPICAS																		
			ACTIVIDADES AGRÍCOLAS					ACTIVIDADES GANADERAS			LOTIZACION DE PREDIOS	VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN (apariciencia rojiza)		ARROJO INADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS	Impactos positivos	Impactos negativos	Promedios aritméticos	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto total	
			LIMPIEZA DEL TERRENO (Manual)	USO DE HERRAMIENTAS Y MAQUINARIAS	SIEMBRA Y COSECHA DE CULTIVOS	APLICACIÓN DE ABONOS Y FERTILIZANTES	QUEMA DE PASTIZALES Y/O RESIDUOS AGRÍCOLAS	LIMPIEZA DEL TERRENO (Arbustos y maleza que los animales no comen)	SIEMBRA DE HIERBA O FORRAJE	PRESENCIA DE GANADO VACUNO	CIRCULACIÓN DE ÁREAS CON CERCOS DE HOYOS, MADEROS Y ALAMBRE	VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN (apariciencia rojiza)	ARROJO INADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS								
IMPACTO AMBIENTAL	Abiotico	Aire	Generación de CO2		-2	-2		-2							0	3	-6	-12	-186	-366	
			Material particulado	-1	-1	-2		-2							0	4	-6				
		Suelo	Alteración de la calidad del agua						-4			-50	-30	0	3	-84	-84				
			Remoción del suelo	-1	-12	-18			-2		-2			0	5	-35					
			Compactación del suelo		-2	-2			-1	-6	-1			0	5	-12	-90				
			Erosión del suelo		-6	-6			-1					0	3	-13					
	Cambio de uso de suelo			-18			-6		-6			0	3	-30							
	Biotico	Flora	Pérdida de la cobertura vegetal natural	-2	-16	-16		-2	-4	-6	-6	-4		0	8	-56	-56				
		Fauna	Migración de aves	-1	-4	-4			-4	-4			0	5	-17	-17	-133				
		Paisaje	Ateración de la belleza paisajística	-3	-4	-4			-4	-4	-2	-4	-15	-20	0	9	-60	-60			
	Social Económico	Social	Afectacion de la Salud				-2	-2						-20	0	3	-24	-47			
			Perturbación de la calidad de vida		-1	-1		-1						-20	0	4	-23	-47			
	Economico	Turismo												0	0	0					
	Impactos positivos			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Impactos Negativos			5	9	10	1	5	3	7	4	5	2	4		55					
Promedios Aritméticos			-8	-48	-73	-2	-9	-12	-24	-18	-17	-65	-90				-366				

Figura 19: Matriz de Leopold

Fuente: Elaboración propia

Valores del promedio aritmético horizontales										
-90	-73	-65	-48	-24	-18	-17	-12	-9	-8	-2
1	MUY ALTOS	-90	23	-67						
2	ALTOS	-67	23	-44						
3	MEDIOS	-44	23	-21						
4	BAJOS	-21	23	-2						

Figura 20: Valores aritméticos horizontales

Fuente: Elaboración propia

Valores del promedio aritmético verticales										
-84	-60	-56	-35	-30	-24	-23	-17	-13	-12	-6
1	MUY ALTOS	-84	22.5	-61.5						
2	ALTOS	-61.5	22.5	-39						
3	MEDIOS	-39	22.5	-16.5						
4	BAJOS	-16.5	22.5	-6						

Figura 21: Valores aritméticos verticales

Fuente: Elaboración propia

4.5.1.1. Interpretación de la matriz de Leopold

La matriz de Leopold se ha construido en base a los impactos que está causando el proceso de la expansión urbana en cada uno de los factores ambientales del humedal, además, para poder estimar el impacto generado se utilizan cuatro indicadores; Muy alto, alto, medio y bajo, según lo indican las figuras 20 y 21.

Así mismo, los componentes evaluados son, biótico, abiótico y social, cada uno de ellos al término de la evaluación mostraron los siguientes impactos:

- Biótico: (-186)
- Abiótico: (-133)
- Social: (-47)

El valor negativo de cada componente indica que las actividades realizadas están ejerciendo un impacto negativo sobre el humedal La Bocana. Además, es importante señalar, que se considera a una actividad generadora de un tipo de impacto si se intersectan los indicadores del promedio aritmético horizontal con el promedio aritmético vertical.

Descripción de los principales impactos

a. Componente abiótico:

- Aire: En la actividad agrícola se genera material particulado, producto de la limpieza del terreno (-1), así mismo, mediante la quema de pastizales y/o residuos agrícolas hay generación de CO₂ y material particulado (-2), todo ello en pequeñas cantidades. Ante ello, el impacto que genera esta actividad es de nivel bajo.
- Agua: Se genera la alteración de la calidad del agua mediante el vertimiento de aguas residuales de las dos lagunas de oxidación (las lagunas tienen un color rojizo), estas aguas se mezclan con una de las lagunas naturales del humedal, produciendo un nivel de impacto muy alto (-50), además, el arrojado inadecuado de los residuos sólidos en las orillas de las lagunas del humedal también está generando un nivel de impacto muy alto (-30).
- Suelo: En las actividades ganaderas existe remoción (-2) y cambio de uso de suelo (-6) en la siembra de hierba y forraje, adjudicándose un nivel de impacto medio. La presencia de ganado vacuno ejerce un nivel bajo de impacto. Así mismo, en la lotización de predios hay un nivel de impacto bajo (-1) en cuanto la compactación del suelo, se genera al circular las áreas con cercos de madera y alambre, y a la creación de nuevas carreteras dentro de estas zonas.

b. Componente biótico:

- Flora: Mediante el uso de herramientas y maquinarias en las actividades agrícolas se genera un nivel de impacto alto, produciendo la pérdida de la cobertura vegetal natural (-16).
- Fauna: En las actividades ganaderas, se realiza la siembra de hierba y forraje ocasionando la migración de aves propias del lugar (-4), el nivel de impacto equivale a medio.
- Paisaje: La alteración de la belleza paisajística (-4), producto de la siembra y cosecha de los cultivos, ejerce un nivel de impacto muy alto, del mismo modo, el arrojado inadecuado de los residuos sólidos (-20) afecta a este factor en la misma magnitud que el anterior.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados mostrados, se ha podido evidenciar que la expansión urbana ha alterado el área del humedal La Bocana, mediante actividades agrícolas, construcción de viviendas y áreas lotizadas, ello afirma la hipótesis de investigación pues el proceso de urbanización ha generado principalmente la reducción de áreas con vegetación y la pérdida de cuerpos de agua durante los años 2000 – 2021.

El área urbana en 21 años se ha expandido en 91 hectáreas, llegando a abarcar actualmente un área de 143.9 hectáreas aproximadamente, ello ha mostrado que la correlación del tiempo respecto a la variación del área por la construcción de viviendas es positiva con tendencia de crecimiento, según se aprecia en las figuras 4, 5 y 6. Así mismo, la expansión de las viviendas en el distrito de San José, se ha direccionado mayoritariamente hacia el lado opuesto del humedal La Bocana, dado que esas áreas son tierras arenosas y no presentan humedad, todo lo contrario con las áreas del humedal, sin embargo, hasta el año 2021 el espacio que ocupa las viviendas dentro del área de estudio es de 18.09 hectáreas, que corresponde al 7.61% del área de estudio, cabe recalcar que las viviendas construidas no se asentaron directamente sobre zonas con vegetación o cuerpos de agua, no obstante, la lotización de predios sí afecta directamente las áreas con vegetación dado que están destinadas a la construcción de viviendas.

En ese sentido, Rondón, E (2020), identificó la variación de los humedales de Villa María – Ancash durante el periodo 2003 – 2019 y el resultado obtenido fue que el humedal se redujo hasta el año 2015 en 232.97 has. producto de la agricultura, áreas urbanas, entre otros, sin embargo, tuvo un crecimiento inusual al año 2019, pues creció 308 ha. más que el año 2013, cabe recalcar que el crecimiento no fue de manera natural sino por la infiltración de aguas de un proyecto en la zona. Así mismo, Moschella, P., (2012) en su estudio realizado en los humedales de Ventanilla y Puerto Viejo, identificó que el humedal de Puerto Viejo durante los años 1985 a 1998, 30 has. del humedal fueron convertidas en zonas urbanas, sin embargo, en el humedal de Ventanilla a pesar de que 78 has. estaban ocupadas por áreas urbanas, entre los años 1961 – 2009, dicho humedal creció en más del 600%, ello ha sido posible ya que en los años 60 no había presencia de un

humedal en esa zona, sino que recién en los años 80 empezó el humedal a formarse creando cuerpos de agua y extensas zonas de vegetación.

Ambas investigaciones refuerzan la idea de que la urbanización genera cambios en los ecosistemas naturales, la mayoría de ellos son impactos negativos que con el transcurso del tiempo se van agudizando, sin embargo, la fuerza de la naturaleza muestra que es posible la generación de impactos positivos, como el caso del humedal de Ventanilla.

Por otro lado, se ha aplicado la clasificación supervisada a las tres imágenes satelitales, para lo cual se han seleccionado 10 clases del área de estudio, de todas ellas, se han priorizado las áreas con vegetación, áreas agrícolas y ganaderas, cuerpos de agua y viviendas construidas. La vegetación ocupó el 34.82% del área de estudio, además ha mostrado un cambio constante, pues ha variado de acuerdo a las estaciones, ya que decreció un poco más de 5 hectáreas y gran parte de esas áreas han sido ocupadas en la siembra de cultivos y pastoreo de ganado vacuno. Sin embargo, los cuerpos de agua son los que han sufrido una drástica reducción, ya que una de las lagunas y pequeños riachuelos que lo alimentaban desaparecieron hasta el fin del estudio, año 2021. Cabe señalar, que los cuerpos de agua ocupan el 7.98% del área de estudio.

Ante el párrafo anterior, similares resultados muestran investigaciones y reportes en los humedales de Eten, Lambayeque, tal es el caso de Cruz y Macalopú (2019), donde identificaron que dicho humedal viene siendo alterado gravemente por actividades agrícolas, drenaje de aguas de las lagunas, arrojado de residuos sólidos y desmonte, caza excesiva y la extracción de junco y totora. Así mismo, el reporte de RPP (2018), muestra que de las 1377 hectáreas que contaba el humedal en el año 2005 quedan menos de 200 ha., esto coloca en peligro a más de 200 especies de aves, vegetales, peces y crustáceos y unas 51 especies de diverso tipo de fitoplancton. Problemática similar puede generarse en el humedal La Bocana, pues son lugares (Eten y San José) con las mismas características y ambos atraviesan un proceso de crecimiento urbano rápido.

La disposición inadecuada de los residuos sólidos y el vertimiento de aguas residuales en algunas lagunas del humedal, es un problema difícil de identificar si

no se realiza visitas al área de estudio, en este caso, se han determinado las coordenadas en donde hay presencia de residuos sólidos, cabe resaltar que los parámetros físicos del agua de dicho lugar se notan altamente afectados, percibiéndose malos olores y agua de color turbia. De la misma manera, en un punto se mezclan las aguas residuales con una laguna del humedal alterando la calidad del agua gravemente, lo que posiblemente ha generado que el color de sus aguas se aprecie rojizas desde las imágenes satelitales.

Ante ello, Zuta (2018), en su investigación sobre la influencia del proceso de urbanización en el humedal del centro poblado de Pomacochas, identificó problemáticas similares al del humedal La Bocana, pues afirma que la cercanía de la población en el área de estudio ha generado problemas de acumulación de residuos sólidos y el vertimiento de aguas residuales. Por su parte, Rondón (2020), recalca en su investigación que la alteración y pérdida del humedal estudiado en su investigación se ha debido al arrojado de residuos sólidos, quema de vegetación, arrojado de desmonte, arrojado de aceites contaminantes, entre otros. Estos resultados muestran que las alteraciones producidas sobre los ecosistemas naturales se están generando en todo lugar, por lo que es necesaria la acción de las autoridades pertinentes para frenar el daño hacia dichos ecosistemas esenciales para la vida.

La identificación de los impactos producidos por el proceso de urbanización sobre el agua, suelo, aire, flora y fauna en el humedal La Bocana, han sido analizados en una matriz de Leopold, de allí se determinó que el agua ha sufrido mayores impactos, por el vertimiento de aguas residuales y el arrojado de residuos sólidos en las orillas de algunas lagunas. Así mismo, las actividades agrícolas y ganaderas han sido identificadas en crecimiento constante pues a través del tiempo han ido abarcando áreas naturales las mismas que han sido convertidas en tierras de cultivo y zonas de pastoreo de ganado. Estos resultados son afianzados con la investigación de Alvan y Seclén (2019) quienes en la misma área de estudio identificaron que la agricultura, ganadería, el arrojado de residuos sólidos y el vertimiento de aguas residuales, ello demuestra que las acciones que degradan el humedal siguen en aumento y persisten las mismas actividades.

Finalmente, una dificultad con la metodología empleada es en cuanto al procesamiento y clasificación de las imágenes satelitales, esto se debe a que las imágenes provistas por los sensores espaciales abarcan grandes áreas, como lo es Landsat, sus escenas son de tamaño de 185 km x 180 km, sin embargo, el área de estudio es de un tamaño de 2.37 km². Por lo que al delimitar dicha área la resolución es muy baja y no se logra apreciar con claridad las clases, ante ello ha sido muy necesario la toma de múltiples puntos con in situ, con la finalidad de ubicar dentro de la imagen a cada clase.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que el proceso de urbanización en el humedal y zonas aledañas durante los años 2000 – 2010 fue baja, ya que solo representaba el 1.33% del área total, sin embargo al año 2021 la expansión urbana fue alta, pues llegó a ocupar el 7.64% del área de estudio, equivalente a 18.09 hectáreas, ante ello se pide a las autoridades pertinentes estar alertas a las actividades que se realizan en dicha zona.
2. Se ha calculado la variación de la extensión del humedal mediante imágenes satelitales, estas mostraron que los cuerpos de agua se redujeron, haciendo que una de las lagunas desaparezca, también se observó la reducción de la vegetación en casi 20 hectáreas hasta el año 2010, sin embargo se evidenció un crecimiento positivo hacia el año 2021, así mismo, las áreas agrícolas y ganaderas llegaron a ocupar 15.34 hectáreas, equivalente al 6.47% del área de estudio.
3. Se estimaron los impactos del proceso de urbanización sobre los factores ambientales, determinándose que los factores agua y belleza paisajística recibieron los mayores impactos negativos, generados principalmente por el vertimiento de aguas residuales y la disposición inadecuada de los residuos sólidos en las orillas de las lagunas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Es necesario que se tomen acciones con urgencia por parte de las autoridades y vecinos aledaños al humedal, a fin de frenar la inadecuada disposición de los residuos sólidos, además de erradicar los puntos críticos generados por la acumulación de residuos sólidos y desmonte. Así mismo, la municipalidad por medio de su gerencia correspondiente, debe regular y fiscalizar las posesiones tomadas, en forma de lotizaciones, dentro del área de estudio, pues debe priorizar el cuidado y protección del ecosistema humedal.
2. Se debe evaluar la calidad física, química, biológica y microbiológica del agua, a fin de determinar el grado de contaminación de las lagunas del humedal, dada la presencia de aguas residuales y proliferación de residuos sólidos.
3. El humedal La Bocana cuenta con abundantes especies de flora y fauna, pero no se cuenta con un registro completo de ellos, o al menos no existe un reporte de alguna investigación enfocada en dicho tema, por lo que se sugiere realizar un inventario de las especies presentes en el humedal, lo que serviría como una herramienta para exigir su cuidado.
4. En caso se realice una investigación que incluya el análisis de imágenes satelitales no multitemporal en pequeñas áreas, se sugiere utilizar imágenes suministradas por equipos como drones, pues se obtendría imágenes con una alta resolución, todo lo contrario si se utiliza una imagen suministrada por satélites, dado que la resolución para esa área sería muy baja.

REFERENCIAS

AGUILAR, Heileen, MORA, Rodolfo y VARGAS, Christian. Metodología para la corrección atmosférica de imágenes aster, Rapideye, spot 2 y Landsat 8 con el módulo flaash del software Envi [En línea]. Vol. 2. No. 53. Julio-diciembre, 2014, p.2. pp. 39-59. [fecha de consulta: 02 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744544002.pdf>

ALEGRE, Klisman. Cambios en la cobertura vegetal del suelo de la provincia de Yauyos, durante el transcurso de los años 1997 al 2017, a partir del comportamiento del desarrollo vegetal. [En línea]. Tesis (Título en ingeniería ambiental). Chiclayo. Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería ambiental. 2017. [fecha de consulta: 01 de junio de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10803>

ALVÁN, Luis y SECLÉN, Alberto. Impactos ambientales de las actividades aledañas a los humedales la bocana-San José, 2019 [En línea]. Tesis (Bachiller en Ingeniería ambiental). Chiclayo. Universidad de Lambayeque. Facultad de ingeniería. 2019. p. 10 - 13). [fecha de consulta: 12 de abril de 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/236/1/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION%20-%20FINAL.pdf>

ALVÁN, Luis y SECLÉN, Alberto. Diseño de un plan de manejo ambiental para mitigar los impactos negativos que generan las actividades ocasionadas por la población aledaña a los humedales la bocana-San José, 2020 [En línea]. Tesis (Título en Ingeniería ambiental). Chiclayo. Universidad de Lambayeque. Facultad de ingeniería. 2020). [fecha de consulta: 12 de abril de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.udl.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/UDL/348/Alvan%20y%20Seclen%20-%20Tesis%20IA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AMANO, Tatsuya [et al.]. Successful conservation of global waterbird populations depends on effective governance [En línea]. Diciembre 2017. No. 553. [fecha de consulta: 13 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nature25139?sf177117613=1>

ANZANO, Javier. El proceso de urbanización en el mundo. [En línea]. Huesca, España. Proyecto Clío. 2010. p. 4. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://clio.rediris.es/n36/oposicones/tema09.pdf> ISSN: 1139-6237.

BARRAGÁN, Juan y ANDRÉS de María. Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe [En línea]. No. 64. Setiembre del 2016. [fecha de consulta: 10 de abril de 2021]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071834022016000200009&lng=en&nrm=iso

CABRERA, E. et al. Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia, Nivel Subnacional Escala Grues y fina [En línea]. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales- IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 44 p. 2014. [fecha de consulta: 10 de junio de 2021]. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022108/PARTE2.pdf>

CALDERÓN, Daniel y FREY, Klaus. El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres [En línea]. Colombia. Vol. 36. pp. 239-264. 2016. [fecha de consulta: 23 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/terri/n36/n36a11.pdf> ISSN: 0123-8418

CHIDUMEJE, Okonkwo., LALIT, Kumar y SUBHASHNI, Taylor. The Niger Delta wetland ecosystem: What threatens it and why should we protect it? [En línea]. Vol. 9. No. 5. 2015, p. 10. [fecha de consulta: 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/ajest/article/view/118279> ISSN 1996-0786

Centro Científico Tecnológico CONICET Mendoza [En línea]. Argentina. Sin fecha. pp. 77. [fecha de consulta: 21 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/ac.htm>

CONCHA, Marilú. Impacto ambiental del crecimiento urbano en el alto q osqo, San Sebastián, Cusco [En línea]. [fecha de consulta: 29 de abril de 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/34782096-Impacto-ambiental-del-crecimiento-urbano-en-el-alto-q-osqo-san-sebastian-cusco-marilu-concha-perez-1.html>

CRUZ, Yeltsin y MACALOPÚ, German. Valoración ecológica para proteger los servicios ambientales de los humedales de la ciudad de Eten, 2019 [En línea]. Tesis (Título en Ingeniería ambiental). Chiclayo. Universidad de Lambayeque. Facultad de ingeniería. 2019. [fecha de consulta: 12 de abril de 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/353/1/Cruz%20y%20Macalopu%20-%20Tesis%20IA.pdf>

DÍAZ, Sandra. Reestructuración del paisaje: propuesta de un centro de interpretación en los humedales de Ciudad Eten [En línea]. Tesis (Título en Arquitectura). Chiclayo. Universidad católica Santo Toribio de Mogrovejo, facultad de ingeniería. 2019, p. 28. [fecha de consulta: 10 de abril de 2021]. Disponible en:

<http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/2345>

Earth Observing System (EOS). Landsat 8 [En línea]. 2021 [fecha de consulta: 07 de junio de 2021]. Disponible en: <https://eos.com/es/find-satellite/landsat-8/>

ESCUADERO, Carlos y CORTÉS, Liliana. Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica [En línea]. Ecuador. UTMACH. 2018. p. 19. [fecha de consulta: 4 de mayo de 2021]. Disponible en:

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14207/1/Cap.1-Introducci%C3%B3n%20a%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica.pdf> ISBN: 978-9942-24-092-7

Especialista explica la realidad de los humedales de Eten [En línea]. Nota de prensa del Gobierno Regional de Lambayeque. 16 de febrero de 2021. [fecha de consulta: 23 de abril de 2021]. Disponible en:

<https://www.regionlambayeque.gob.pe/web/noticia/detalle/33026?pass=MTA2MQ==>

FLORES, Joarshinho y SALAZAR, Melissa. Centro ecológico de investigación y difusión para mitigar la degradación de los humedales en ciudad Eten [En línea]. Tesis (Título en arquitectura). Universidad Señor de Sipán. Facultad de ingeniería, arquitectura y urbanismo. 2018. [fecha de consulta: 23 de abril de 2021]. Disponible en:

<http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/2345>

FLUET, Chouinard et al. Development of a global inundation map at high spatial resolution from topographic downscaling of coarse-scale remote sensing data [En línea]. Vol. 158. 1 March 2015, pp 348-361. [fecha de consulta: 23 de abril de 2021]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425714004258>

GARZÓN, Maximiliano. Determinación del área de afectación causada por construcciones urbanas sobre el humedal de Córdoba de Bogotá D.C. a partir de análisis cartográfico multitemporal (1970-2017). [En línea]. Monografía (Tecnólogo en Topografía). Bogotá. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2019. [fecha de consulta: 29 de abril de 2021]. Disponible en:

<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/23272>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [En línea]. 6ta edición. México. McGraw-Hill. Abril del 2014. p. 152 – 160. [fecha de consulta: 04 de junio de 2021]. Disponible en:

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

HUAYTALLA, Jackeline y VALERO, Elizabeth. Determinación de tipos de cobertura vegetal mediante índices espectrales usando teledetección, Reserva Nacional de Lachay, 2020. Tesis (Título en Ingeniera Ambiental). Lima. Facultad de ingeniería y arquitectura. Escuela profesional de ingeniería ambiental. 2020. [fecha de consulta: 31 de mayo de 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57671>

Humedales: reservas de vida en peligro de extinción. Investiga [En línea]. 2020 [fecha de consulta: 22 de abril de 2021]. Disponible en:

<https://investiga.unlp.edu.ar/especiales/humedales-17562>

Humedales de Eten en peligro de desaparecer [En línea]. La industria, 2020). 25 de enero del 2020. [fecha de consulta: 09 de abril de 2021]. Disponible en:

<https://www.laindustriadechiclayo.pe/noticia/1580247564-humedales-de-eten-en-peligro-de-desaparecer>

IBÁÑEZ, Carles., CAIOLA, Nuno., NEBRA, Alfonso y WESSELS, Margarita. Estuarios [En línea]. 1ra edición. España: Editorial del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 2009. p. 7. [fecha de consulta: 13 de abril de 2021]. Disponible en: <http://clio.rediris.es/n36/oposicones/tema09.pdf> ISBN: 978-84-491-0911-9

INEI. Perú: Estimaciones y proyecciones de población por departamento, provincia y distrito, 2018 – 2020. [En línea]. Boletín N° 26. Enero 2020. p. 86. [fecha de consulta: 16 de octubre de 2021]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1715/libro.pdf

INEI. Censos poblaciones 2007, XI de población y VI de vivienda. [En línea]. 2007. [fecha de consulta: 16 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/#>

JALMACIN, Alejandro et al. Cambio de cobertura y uso de suelo en cuencas tropicales costeras del Pacífico central mexicano [En línea]. Investigaciones geográficas. No. 94. diciembre de 2017. p. 2. [fecha de consulta: 09 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n94/2448-7279-igeo-94-00006.pdf>

JESÚS, Ángeles. Dictarán conferencias sobre los Humedales de Ciudad Eten [En línea]. UnDiario. 03 de febrero de 2015. [fecha de consulta: 09 de abril de 2021]. Disponible en: <https://undiario.pe/blogs/notas-de-prensa/2015/02/03/dictaran-conferencias-sobre-los-humedales-de-ciudad-eten>

LEI, Ma et al. A review of supervised object-based land-cover image classification [En línea]. Vol. 130, Agosto 2017, pp. 277-293. [fecha de consulta: 2 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092427161630661X?via%3Dihub> ISSN 0924-2716

LÓPEZ, Pedro y FACHELLI, Sandra. Metodología de la investigación social cuantitativa [En línea]. Barcelona. 1ª edición, febrero de 2015. p. 6. [fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf

LÓPEZ, Erna, MENDOZA, Manuel y GERARDO, Boco. Cobertura Vegetal y Uso del Terreno [En línea]. Octubre del 2010. pp. 54-59. [fecha de consulta: 02 de junio de 2021]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/281494041_Cobertura_Vegetal_y_Uso_del_Terreno

LÓPEZ, Jorge et al. Humedales. [En línea]. 2013, p. 3. [fecha de consulta: 25 de abril de 2021]. Disponible en:

<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/9655/09HUMEDALESB.pdf;jsessionid=5EC201299766CDEC55D670542202E4EC?sequence=1>

Mapa de peligros de San José. [En línea]. INDECI, agosto 2003. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en:

http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/lambayeque/sanjose_mp.pdf

Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: Wetlands and water [En línea]. United States of America. 2005. [fecha de consulta: 09 de abril de 2021]. Disponible en:

<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf> ISBN 1-56973-597-2

Ministerio del Ambiente. Humedales en áreas naturales protegidas sitios Ramsar cambio climático [En línea]. Perú. 2019. [fecha de consulta: 05 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/03/Humedales-en-%C3%81reas-Naturales-Protegidas-sitios-RAMSAR.pdf>

MONTERROSO, Mario. Guía práctica: clasificación de imágenes satelitales [En línea]. 2010. [fecha de consulta: 03 de mayo de 2021]. Disponible en:

<http://arcgeek.com/descargas/ClasImMF.pdf>

MORALES, Daniel. Análisis multi temporal de la transformación de la cobertura del suelo para el humedal de santa maría del lago (Bogotá, D.C.) en los años de 1952, 1990 y 2014 [En línea]. Trabajo de grado (Especialista en geomática). Bogotá. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería. 2018. [fecha

de consulta: 28 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/153386835.pdf>

MOSCHELA, Paola. Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: casos Ventanilla y Puerto Viejo [En línea]. Tesis (Magister en desarrollo ambiental). Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de postgrado. 2012. [fecha de consulta: 15 de abril de 2021]. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4527>

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio [En línea]. Int. J. Morphol., Vol. 35. No. 1. pp. 227-232. 2017. p. 4. [fecha de consulta: 05 de junio de 2021]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

Piden se declare Humedales de Eten como área natural de conservación [En línea]. Radio Programas del Perú. 21 de abril del 2018. [fecha de consulta: 15 de abril de 2021]. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/lambayeque/piden-se-declare-humedales-de-eten-como-area-natural-de-conservacion-noticia-1118111?ref=rpp>

Ramsar. La Convención de Ramsar: ¿de qué trata? [En línea]. 2015. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: https://www.ramsar.org/sites/default/files/fs_6_ramsar_convention_sp_0.pdf

Ramsar. Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas: una recopilación de análisis recientes [En línea]. 2015. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/bn7s.pdf>

Ramsar. Introducción a la convención sobre los humedales [En línea]. 2016, p. 9. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_s_final.pdf

Ramsar. Partes Contratantes en la Convención de Ramsar [En línea]. 2019. P. 5. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/annotated_contracting_parties_list_s.pdf

Ramsar, Manual de la Convención de Ramsar. [En línea]. 6ta edición. 2013, p. 61. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/manual6-2013-sp.pdf>

RIOS, Lucas. Modelación geoespacial del impacto paisajístico (suelo y cobertura vegetal) en la Loma de Carabayllo debido a la expansión urbana entre el 2006 y el 2017. [En línea]. Tesis (Título en ingeniería ambiental). Universidad César Vallejo. Facultad de ingeniería y arquitectura. Lima. 2017. [fecha de consulta: 29 de abril de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3593>

RITCHIE, Hannah y ROSER, Max. Urbanization. Our World in Data [En línea]. No. 01. Setiembre de 2018. [fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://ourworldindata.org/urbanization?source=:so:li:or:awr:ohcm:#citation>

RODRÍGUEZ, Judith y RUBIANES, Bryan. Variación temporal 2007-2019 del área florística para la identificación de factores de fragilidad en el ecosistema de las Lomas de Carabayllo – 2019 [En línea]. Tesis (Título en ingeniería ambiental). Universidad César Vallejo. Facultad de ingeniería y arquitectura. Lima. 2019. [fecha de consulta: 06 de junio de 2021]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50602/Rodr%c3%a%u00f1%20Rodr%C3%a%u00edguez_GJN-Rubianes_HBA-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50602/Rodr%c3%a%a%u00f1%20Rodr%C3%a%u00edguez_GJN-Rubianes_HBA-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

ROJAS, Carolina et al. Patrones de urbanización en la biodiversidad de humedales urbanos en Concepción metropolitana. Revista de Geografía Norte Grande [En línea]. No. 61. 181 - 204. 2015. [fecha de consulta: 13 de abril de 2021]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022015000200010

ROMERO, Betsy. Propuesta metodológica para evaluar la eficiencia energética de edificaciones. Estudio caso: laboratorio de microbiología y biotecnología [En línea]. Tesis (Título en ingeniería agrícola). Lima. Universidad nacional Agraria la Molina. Facultad de ingeniería agrícola. 2016, p. 23. [fecha de consulta: 27 de abril de 2021]. Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2855/N01-R65-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RONDÓN, Estrellita. Impactos ambientales que genera el proceso de urbanización en el humedal de villa maría dentro del marco de la estrategia nacional de humedales –2019. [En línea]. Tesis (Título en ingeniero ambiental) Huaraz. Universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo”. Facultad de ciencias del ambiente. 2020. [fecha de consulta: 01 de mayo de 2021]. Disponible en: http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4328/T033_479325_42_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SALGADO, Natalia y TRIANA, Iván. Efectos del proceso de urbanización sobre el espejo de agua y la cobertura vegetal del humedal Jaboque en los últimos 31 años: análisis multitemporal. [En línea]. Tesis (Título en ingeniero ambiental). Bogotá. Universidad El Bosque. Facultad de Ingeniería. 2019. [fecha de consulta: 28 de abril de 2021]. Disponible en: https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2604/Salgado_Rojas_Natalia_Alejandra_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SÁNCHEZ, Pablo. La teledetección enfocada a la obtención de mapas digitales [En línea]. Tesis (Título en ingeniero civil). Cuenca. Universidad de Cuenca. 2012. [fecha de consulta: 05 de junio de 2021]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/779/1/ti839.pdf>

SCHOMWANDT, David. Teledetección aplicada a las ciencias agronómicas y recursos naturales [En línea]. Ministro de Agricultura, Ganadería y Pesca. México. 2015. [fecha de consulta: 31 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/31911141-Teledeteccion-aplicada-a-las-ciencias-agronomicas-y-recursos-naturales.html>

SMOLKA, Martim y FURTADO, Fernanda. Instrumentos notables de políticas de suelo en América Latina [En línea]. Ecuador. Lincoln Institute of Land Policy. 2014. [fecha de consulta: 23 de abril de 2021]. Disponible en: https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/instrumentos-notables-politicas-de-suelo-america-latina-full_0.pdf ISBN: 978-9942-07-583-3

Somos del distrito de san José – Lambayeque. 11 de septiembre del 2019. Disponible en: <https://www.facebook.com/1869729659973766/photos/humedal-la-bocana-ubicada-en-el-distrito-de-san-jos%C3%A9-lugar-de-leyendas-misterio-/2478891055724287/>

TIJANI, M., OLALEYE, A y OLUBANJO, O. Impact of Urbanization on Wetland Degradation: A Case Study of Eleyele Wetland, Ibadan, South West, Nigeria. Vol. 2. 2012. [fecha de consulta: 26 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.publications.unaab.edu.ng/index.php/COLERM/article/view/273>

TORRE, Mirsa y RIVAS, Mirsa. Análisis temporal de la pérdida de cobertura vegetal mediante teledetección en el distrito de Satipo-Satipo-Junín, durante los años 2015 – 2018 Tesis (Título en ingeniería ambiental). Chiclayo. Universidad César Vallejo. 2019. [fecha de consulta: 02 de junio de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39901>

Universidad del País Vasco (UPV). Humedales (marismas y turberas) [En línea]. 2012. [fecha de consulta: 30 de abril de 2021]. Disponible en: https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/unidades_ecosistemas/es_d ef/adjuntos/humedales.pdf

United States Geological Survey (USGS). Landsat 8. [En línea]. [fecha de consulta: 07 de junio de 2021]. Disponible en: https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con

WALI, Elekwachi. Urbanization and loss of wetland in port-harcourt metropolis, nigeria [En línea]. Tesis (Maestría en ciencias). Nigeria. Universidad de Nigeria. 2016. [fecha de consulta: 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Wali-Elekwachi/publication/344075993>

ZUTA, Marlit. Influencia del proceso de urbanización en el humedal del centro poblado Pomacochas - Amazonas 2017 [En línea]. Tesis (Título en ingeniería ambiental). Chachapoyas. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. [fecha de consulta: 16 de abril de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1371/Marlit%20Zuta%20L%C3%B3pez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1: *Matriz de operacionalización de variables.*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala de medición
(VI) Proceso de urbanización	Es un proceso económico, social, político y cultural que conduce a la población desde las zonas rurales hacia las ciudades, transformando de esta manera su forma de vida. Este proceso conlleva a expandir las ciudades y tomar áreas antes no pobladas. (Ritchie y Roser, 2018)	Para determinar el proceso de urbanización se tiene en cuenta la variación urbana aledaña al humedal, durante los años 2000 al 2021.	Variación del área urbana	Construcción de viviendas	Ha	Razón
				Taza de crecimiento demográfico	Censos	Razón
(VD) Alteración del humedal La Bocana	Es cualquier actividad que produce cambios en el medio, ya sea, mediante la agricultura, ganadería, construcción de viviendas, arrojado de residuos sólidos, entre otras. (Rojas et al., 2015)	Para determinar la alteración del humedal se tiene en cuenta el análisis multitemporal de imágenes satelitales, de manera que muestren los impactos generados por las actividades antrópicas.	Variación de la extensión del humedal.	Cobertura vegetal	Ha	Razón
				Superficie desnuda	Ha	Razón
				Cuerpos de agua	Ha	Razón
				Construcciones	Ha	Razón
			Impactos de la urbanización sobre los factores ambientales	Matriz de Leopold	Aspi vs Fari	Razón

Anexo 2: Instrumento 1 – Ficha de observación de crecimiento poblacional del Distrito de San José.

DATOS PERSONALES								
APELLIDOS Y NOMBRE		Pérez Torres Ismael						
ESCUELA PROFESIONAL		Ingeniería Ambiental						
CICLO		IX						
CORREO ELECTRÓNICO		tperezis@ucvvirtual.edu.pe						
DATOS DE LA INVESTIGACIÓN								
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN		Efecto del proceso de urbanización en la alteración del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000-2021.						
ÁMBITO		Humedal La Bocana						
UBICACIÓN		Distrito de San José						
PERIODO DE ANÁLISIS		Años 2005 y 2017						
NOMBRE DE LA FICHA		Crecimiento poblacional del distrito de San José						
DATOS DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL – DISTRITO SAN JOSÉ								
Fuente	Cantidad de población		Número de viviendas construidas		Zona de asentamiento (Número de viviendas)			
	2005	2017	2005	2017	2005		2017	
					Rural	Urbana	Rural	Urbana
Municipalidad Distrital de San José								
INEI								
Imágenes satelitales			-					

Atentamente,

 Jhson Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 06447308

Anexo 3: Validación del instrumento 1



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Especialista en Hidrología y Recursos Hídricos**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de observación del crecimiento poblacional del Distrito de San José.**
 1.5. Autor del Instrumento: **Pérez Torres Ismael**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											/		

II. OPINIÓN DE APLICABILIDA

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación



III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 06447308

Chidayo, 28 de junio 2021

Anexo 2: Instrumento 2 – Ficha de observación de imágenes satelitales

DATOS GENERALES							
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN				Efecto del proceso de urbanización en la alteración del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000-2021.			
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN				Calidad y gestión de los recursos naturales			
ESCUELA PROFESIONAL				Ingeniería ambiental			
INVESTIGADOR				Pérez Torres Ismael			
ASESOR				Dr. Arbulú López, César Augusto			
NOMBRE DE LA FICHA				Descripción de imágenes satelitales			
FECHA							
PERIODO DE ANÁLISIS				Años 2000, 2005, 2010, 2015, 2017 y 2021			
DATOS DE LAS IMÁGENES SATELITALES							
Proveedor	Elipsoide	Zona	Sensor	Fecha de adquisición	Resolución espacial	Path/row	ID de imagen
USGS	WGS 84	17 S	Landsat 7 ETM+ (C2 L1)			010/065	
			Landsat 8 OLI/TIRS				

Atentamente,

 Juan Julio Ochoa Galvez
 DNI: 08447308

Anexo 5: Validación del instrumento 2



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Especialista en Hidrología y Recursos Hídricos.**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de observación de imágenes satelitales.**
- 1.5. Autor del Instrumento: **Pérez Torres Ismael**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											/		

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDA

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
.....

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 06447308

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Chiclayo, 28 de junio 2021

Anexo 7: Validación del instrumento 3



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Especialista en Hidrología y Recursos Hídricos.**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de observación de actividades que producen impactos sobre los factores ambientales.**
 1.5. Autor del Instrumento: **Pérez Torres Ismael**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											/		

X. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

XI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

Chiclayo, 28 de junio 2021

Anexo 8: Instrumento 4 – Ficha de observación de puntos de testeo para la clasificación supervisada.

DATOS GENERALES			
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN		Efecto del proceso de urbanización en la alteración del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000-2021.	
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN		Calidad y gestión de los recursos naturales	
ESCUELA PROFESIONAL		Ingeniería ambiental	
INVESTIGADOR		Pérez Torres Ismael	
ASESOR		Dr. Arbulú López, César Augusto	
NOMBRE DE LA FICHA		Ficha de observación de puntos de testeo para la clasificación supervisada.	
FECHA			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES			
Puntos	Clase	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
1	Cuerpos de agua		
2	Vegetación		
3	Construcciones		
4	Zonas agrícolas		
5	Carreteras y/o caminos		
6	Suelo desnudo		

Atentamente,

 Juan Julio Chiriquí Galvez
 DNI: 08447308

Anexo 9: Validación del instrumento 4



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Especialista en Hidrología y Recursos Hídricos.**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de observación de puntos de testeo para la clasificación supervisada.**
 1.5. Autor del Instrumento: **Pérez Torres Ismael**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											/		

XIV. OPINIÓN DE APLICABILIDA

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación



XV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

Chiclayo, 28 de junio 2021

Anexo 10: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivo de la investigación	Hipótesis de la investigación	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala de medición
General	General	General	Independiente	Es un proceso económico, social, político y cultural que conduce a la población desde las zonas rurales hacia las ciudades, transformando de esta manera su forma de vida. Este proceso conlleva a expandir las ciudades y tomar áreas antes no pobladas. (Ritchie y Roser, 2018)	Para determinar el proceso de urbanización se tiene en cuenta la variación urbana aledaña al humedal, durante los años 2000 al 2021.	Variación del área urbana	Construcción de viviendas	ha	Razón
¿En qué medida el efecto del proceso de expansión urbana ha alterado el humedal La Bocana, San José, durante los años 2000 - 2021?	Determinar el efecto del proceso de expansión urbana en la alteración del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000 – 2021.	El efecto de la expansión urbana ocasiona la reducción de los cuerpos de agua y la disminución de áreas con vegetación, durante los años 2000 – 2021.	Proceso de urbanización				Taza de crecimiento demográfico	Censos	Razón
Específicos	Específicos	Específicos	Dependiente	Es cualquier actividad que produce cambios en el medio, ya sea, mediante la agricultura, ganadería, construcción de viviendas, arrojado de residuos sólidos, entre otras. (Rojas et al., 2015)	Para determinar la alteración del humedal se tiene en cuenta el análisis multitemporal de imágenes satelitales, de manera que muestren los impactos generados por las actividades antrópicas.	Variación de la extensión del humedal con clasificación supervisada	Cobertura vegetal	Ha	Razón
¿De qué manera el proceso de urbanización se ha desarrollado durante los años 2000 al 2021?	Estimar el proceso de urbanización en el humedal La Bocana y zonas aledañas, desde el año 2000 al 2021	La presencia de población urbana dentro del humedal es alta, por lo que representa un grave peligro para dicho ecosistema.	Alteración del humedal La Bocana				Superficie desnuda	Ha	Razón
¿En qué medida ha variado la extensión del humedal la Bocana durante los años 2000 – 2021?	Cuantificar la variación en la extensión del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000 – 2021	La extensión de cuerpos de agua y vegetación muestran una severa reducción durante los diez primeros años.					Cuerpos de agua	Ha	Razón
¿Cuáles son los impactos que el proceso de urbanización causa sobre los factores ambientales del humedal La bocana, San José?	Identificar los impactos del proceso de urbanización sobre los factores ambientales del humedal La Bocana, San José.	Las actividades que mayor impacto negativo han generado sobre los humedales son la construcción de viviendas y la agricultura.					Construcciones	Ha	Razón
							Impactos de la urbanización sobre los factores ambientales	Matriz de Leopold	Aspi vs Fari

Anexo 11: Ficha de observación del crecimiento poblacional del Distrito de San José.

DATOS PERSONALES												
APELLIDOS Y NOMBRE				Pérez Torres Ismael								
ESCUELA PROFESIONAL				Ingeniería Ambiental								
CICLO				IX								
CORREO ELECTRÓNICO				tperezis@ucvvirtual.edu.pe								
DATOS DE LA INVESTIGACIÓN												
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN				Efecto del proceso de urbanización en la alteración del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000-2021.								
ÁMBITO				Humedal La Bocana								
UBICACIÓN				Distrito de San José								
PERIODO DE ANÁLISIS				Años 2000 - 2020								
NOMBRE DE LA FICHA				Crecimiento poblacional del distrito de San José								
DATOS DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL – DISTRITO SAN JOSÉ												
Fuente	Cantidad de población				Zona de asentamiento							
					Viviendas dentro del área de estudio (has)			Cantidad de población				
	2000	2007	2017	2020	2002	2010	2021	2007		2017		
								Rural	Urbana	Rural	Urbana	
INEI	8390	12078	15846	17754	-	-	-	1297	10781	1529	14317	
Imágenes satelitales	-	-	-	-	0.42	3.18	18.09	-	-	-	-	

Anexo 12: Ficha de observación de imágenes satelitales.

DATOS GENERALES							
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN				Efecto del proceso de urbanización en la alteración del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000-2021.			
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN				Calidad y gestión de los recursos naturales			
ESCUELA PROFESIONAL				Ingeniería ambiental			
INVESTIGADOR				Pérez Torres Ismael			
ASESOR				Dr. Arbulú López, César Augusto			
NOMBRE DE LA FICHA				Descripción de imágenes satelitales			
FECHA				01/10/2021			
PERIODO DE ANÁLISIS				Años 2000 - 2021			
DATOS DE LAS IMÁGENES SATELITALES							
Proveedor	Elipsoide	Zona	Sensor	Fecha de adquisición	Resolución espacial	Path/row	ID de imagen
USGS	WGS 84	17 S	Landsat 7 ETM+	2002/09/03	30	010/065	LE07_L1TP_010065_20020903_20170128_01_T1
				2010/06/05	30		LE07_L1TP_010065_20100605_20161214_01_T1
			Landsat 8 OLI/TIRS	2021/03/23	30		LC08_L1TP_010065_20210323_20210402_02_T1

Anexo 13: Ficha de observación de actividades que producen impactos sobre los factores ambientales.

DATOS GENERALES	
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	Efecto del proceso de urbanización en la alteración del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000-2021.
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales
ESCUELA PROFESIONAL	Ingeniería ambiental
INVESTIGADOR	Pérez Torres Ismael
ASESOR	Dr. Arbulú López, César Augusto
NOMBRE DE LA FICHA	Actividades que producen impactos sobre los factores ambientales.
FECHA	01/10/2021
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
Actividades susceptibles a producir impactos (ASPI)	Factores ambientales que reciben impactos (FARI)
Actividades agrícolas	Agua
Actividades ganaderas	Suelo
Arrojo de residuos sólidos	Aire
Quema de matorrales y cubierta vegetal	Flora
Lotización de predios	Fauna
Construcción de viviendas	Paisaje natural
Laguna de oxidación de aguas residuales (apariencia rojiza).	

Anexo 14: Ficha de observación de puntos de testeo para la clasificación supervisada

DATOS GENERALES			
TITULO DE INVESTIGACION		Efecto del proceso de urbanización en la alteración del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000-2021.	
LINEA DE INVESTIGACION		Calidad y gestión de los recursos naturales	
ESCUELA PROFESIONAL		Ingeniería ambiental	
INVESTIGADOR		Pérez Torres Ismael	
ASESOR		Dr. Arbulú López, César Augusto	
NOMBRE DE LA FICHA		Ficha de observación de puntos de testeo para la clasificación supervisada.	
FECHA		01/10/2021	
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES			
Puntos	Clase	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
01	Cuerpos de agua	814387	9253402
		813621	9253115
		813173	9253109
02	Vegetación	812891	9253208
		813092	9253213
		813668	9253010
		813446	9253059
		814089	9253728
03	Viviendas	813619	9253380
		813687	9252847
		813904	9252519
04	Zonas agrícolas y ganaderas	814432	9253787
		814446	9253348
		814354	9252836
05	Carreteras y/o caminos	813807	9252618
		814075	9253720
		813640	9253489
06	Suelo con baja vegetación	813858	9253568
		813282	9253327
		814330	9253678
07	Lagunas de oxidación	813651	9252713
		813596	9252687
08	Canales	813321	9253088
		812926	9253168
		814771	9253666
09	Residuos sólidos	813674	9252937
		813627	9253061
10	Áreas lotizadas	814227	9253274
		813778	9252752
		813807	9253503

Anexo 15: Áreas lotizadas junto a residuos y desmonte cerca a lagunas del humedal



Anexo 16: Residuos sólidos en las orillas de las lagunas.



Anexo 17: Vertimiento de aguas residuales.



Anexo 18: Áreas lotizadas, aledañas a las lagunas del humedal



Anexo 19: Proyectos de lotización en áreas del humedal.



Anexo 20: Áreas agrícolas y ganaderas



Anexo 21: Laguna de oxidación con presencia de residuos sólidos



Anexo 22: Aguas rojizas de las lagunas de oxidación.

