

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Evaluación multitemporal del cambio de uso y cobertura de suelo con imágenes geospaciales en el distrito de Oxapampa, Perú 2014-2019

Por:

Maycol Owen Echevarria Mendoza

Maria Alejandra Roman Medrano

Asesor:

Ing. Orlando Alan Poma Porras

Lima, diciembre del 2019

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ing. Orlando Alan Poma Porras, de la Facultad de Ingeniería y arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE USO Y COBERTURA DE SUELO CON IMÁGENES GEOESPACIALES EN EL DISTRITO DE OXAPAMPA, PERÚ 2014-2019”** constituye la memoria que presentan los estudiantes Maycol Owen Echevarria Mendoza y Maria Alejandra Roman Medrano, para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución. Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, a los 02 días de diciembre del año 2019



Ing. Orlando Alan Poma Porras

Evaluación multitemporal del cambio de uso y
cobertura de suelo con imágenes geospaciales en el
distrito de Oxapampa, Perú 2014-2019

Trabajo de investigación

Presentada para optar el grado de bachiller de Ingeniería Ambiental

JURADO CALIFICADOR



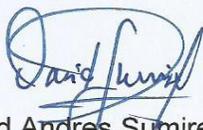
Lic. Gina Marita Tito Tolentino

Presidente



Ing. Nancy Curasi Rafael

Secretario



Mg. David Andres Sumire Qqenta

Vocal



Mg. Joel Hugo Fernandez Rojas

Vocal



Ing. Orlando Alan Poma Porras

Asesor

Lima, 02 de diciembre de 2019

Evaluación multitemporal del cambio de uso y cobertura de suelo con imágenes geoespaciales en el distrito de Oxapampa, Perú 2014-2019

MULTITEMPORAL EVALUATION OF THE CHANGE OF LAND USE AND COVERAGE WITH GEOSPATIAL IMAGES IN THE OXAPAMPA DISTRICT, PERU 2014-2019

MAYCOL OWEN ECHEVARRIA§*, MARIA ALEJANDRA ROMAN§

Recibido:

/ Aceptado:

§EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Centro de Investigación y Recursos en Geociencia, Universidad Peruana Unión, Perú.

Resumen

El objetivo de este artículo fue realizar una evaluación multitemporal del cambio de uso y cobertura de suelo en el distrito de Oxapampa, Perú. Para ello se utilizaron datos de imágenes geoespaciales representativas de seis años (2014-2019). El software para tratar estos datos fue el ArcGIS 10.4, donde se realizó la corrección atmosférica para mejorar la resolución, y la calibración radiométrica con el fin de tratar la dispersión de partículas suspendidas que interfieren en la cuantificación de áreas. La nubosidad presente fue también evaluada. Los resultados mostraron porcentajes elevados en los años 2014 (cobertura vegetal=64.14%), 2018 (zona urbana=5.05%, y zonas hídricas = 16.53%), y 2019 (zona agrícola = 31.83%) y porcentajes bajos en los años 2014 (zona urbana=1.87%, y zona agrícola=22.56%), 2016 (zonas hídricas = 4.81%), 2018 (cobertura vegetal=38.21). Los porcentajes de áreas y los cambios durante los seis años se muestran en gráficos para cada variable, asimismo mediante el software de R-studio se aplicó el test de normalidad para todos los datos obtenidos. En conclusión, la evaluación multitemporal haciendo uso de ArcGIS permite cuantificar e incrementar información significativa que contribuya a entender los cambios y la dinámica de diferentes espacios, de esta manera facilita y favorece la toma de decisiones para la geo conservación de paisajes integrales.

Palabras clave: Corrección atmosférica, ecología del paisaje, geoconservación, imágenes geoespaciales, uso de suelo.

Abstract

The objective of this article was to conduct a multitemporal evaluation of the change in land use and coverage in the district of Oxapampa, Peru. For this, six-year representative geospatial image data (2014-2019) were used. The software to process this data was the ArcGIS 10.4, where atmospheric correction was performed to improve resolution, and radiometric calibration in order to treat the dispersion of suspended particles that interfere with the quantification of areas. The cloudiness present was also evaluated. The results showed high percentages in 2014 (plant cover = 64.14%), 2018 (urban area = 5.05%, and water zones = 16.53%), and 2019 (agricultural area = 31.83%) and low percentages in 2014 (urban zone = 1.87%, and agricultural zone = 22.56%), 2016 (water zones = 4.81%), 2018 (plant cover = 38.21). The percentages of areas and the changes during the six years are shown in graphs for each variable, also using the R-studio software the normality test was applied for all the data obtained. In conclusion, the multitemporal evaluation using ArcGIS allows quantification and increase significant information that contributes to understanding the changes and dynamics of different spaces, thus facilitating and favoring decision-making for the geo-conservation of integral landscapes.

Keywords: Atmospheric correction, landscape ecology, geoconservation, geospatial images, land use.

*Correspondencia de autor: km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lima. E-mail: maycolechevarria@upeu.edu.pe

INTRODUCCIÓN

La ecología del paisaje es una disciplina que abarca la geografía regional y la biología, con el objetivo de dar especial atención a los grupos humanos como agentes transformadores de la dinámica físico-ecológica de los paisajes naturales como antrópicos (Assumma, Bottero, & Jacinta, 2019). En los últimos años han aumentado de manera exponencial los problemas ambientales en diferentes países, siendo Perú uno de ellos, se tiene claras preocupaciones respecto a los cambios de temperatura, la pérdida de biodiversidad, el aumento en la intensidad y frecuencia de desastres naturales, la erosión del suelo la degradación de los recursos forestales, entre otros (Borrego & Hernández, 2014).

El análisis Multicriterio es muy usado en la elaboración de diversos proyectos (Escobar, 2015), los cuales nos permiten identificar las partes de un sistema, el valor, los vínculos entre variables y así proponer una solución racional (José, Prada, Dante, & Manuel, 2017), además es idóneo para la modelación de la información espacial (Da Silva & Osvaldo, 2015), ya que mediante este método se puede generar una representación del mundo real, en el cual se pueden localizar elementos sobresalientes, identificar fenómenos, áreas de interés entre otros (Yang, Zhang, Liu, Xing, & Sherbinin, 2017). Este proceso de investigación puede brindar diversidad de elementos de decisión territorial y con ello, convertirse en una herramienta de apoyo en la toma de decisiones para organismos gubernamentales y de planificación territorial (Espejel, Romero, & Barrera, 2015).

La teledetección o control remoto es una técnica tradicional de detección, que monitorea los cambios de uso de suelo y la productividad de la vegetación en la corteza terrestre (Rödig et al., 2019), el cual nos garantiza hacer un mapeo sólido, y los datos obtenidos pueden ser interpretados de manera directa (Laugié, Michel, Pohl, Poli, & Borgomano, 2019). Asimismo esta técnica es muy usada en la gestión urbanística eficiente de un territorio, y la actualización de base de datos cartográficos tanto para el sector privado y público (García, García, & Pérez, 2018), la línea de geomática esta direccionada en el desarrollo de catastro urbano, detección de ilegalidades, monitoreo de áreas de cultivo, estudios de carreteras, monitoreo de plantas invasoras, proyectos de desarrollo urbanístico y monitoreo del desarrollo constructivo de obras ingenieras (Chuquiguanga, González, & Sellers, 2017).

Las imágenes descargadas de un satélite, requiere de una calibración radiométrica para eliminar las luces efímeras, nubes y ruido de fondo, que permite hacer análisis multi temporales (Hall, Francisca, Bustos, Olén, & Niedomysl, 2019), el satélite Landsat desarrollo un enfoque simplificado que incluye la selección de imágenes, calibración radiométrica actualizada y corrección atmosférica para calcular la reflectancia de la superficie (Liu, Chen, Wu, Wei, & Ko, 2019).

Con la información de resolución múltiple, banda múltiple y tiempo temporal, en diferentes periodos de tiempo se podría monitorear con gran detalle la evolución del paisaje ecológico (Yu, Liu, Kong, Li, & Wang, 2019), con ello se puede aplicar a diversos campos donde el ser humano se desarrolla de manera extraordinaria con resultados realmente eficientes, pero no sucede lo mismo con el ambiente que urge proteger, existe escasas de información para tomar medidas adecuadas y comprender la dinámica de los diversos paisajes, dentro del procesamiento con SIG resalta la clasificación supervisada pretende definir las clases temáticas que no tengan claro significado espectral, considerada por esto como un método artificial (Gonzales Alarcon, 2018), esto puede suceder en Oxapampa debido a que es selva alta y existe constante presencia de nubosidad.

El uso de suelo y el cambio climático unidos crean gran presión y alteración en los bosques (Cochrane, 2001; Medrano-vizcaíno, 2018), efectivamente la búsqueda de desarrollo sin un control o guías que establezcan un patrón respetuoso con los ecosistemas y sostenible, resulta en la degradación de los paisajes nativos, el distrito estudiado tiene constante actividad ganadera y la introducción de ganado cambia la estructura del bosque y también el

sotobosque que tiene (Parque Nacional Yanachaga Chemillen, 2012), y en estos años de crecimiento económico en el Perú han permitido a muchos empresarios invertir en ganadería por la zona, la información general que existe retarda la eficiencia de proponer medidas de manejo en cualquier ámbito, aún más en lo que se refiere a ecología del paisaje (Medrano-vizcaíno, 2018), por esa razón el objetivo principal de esta investigación es realizar una evaluación multitemporal de cambios de uso y cobertura de suelo en el distrito de Oxapampa - Perú, siendo este catalogado como Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha el 2010, y siendo el límite distrital la zona núcleo de tal, de esta manera cuantificar los datos que las imágenes geoespaciales puedan proporcionar y enriquecer una base de datos confiable que permita comprender la dinámica y cambios en la zona, así preservar, y crear paisajes integrales.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El distrito de Oxapampa se ubica al lado sur de la Provincia de Oxapampa, región selva alta en el departamento de Cerro de Pasco, lugar céntrico del Perú, Tiene una superficie aproximada de 982,04 km², la cual limita por el este con el distrito de Villa Rica, por el oeste con el distrito de Chontabamba y por el sur con los distritos de Palcazú y Huancabamba. Está situada entre los paralelos 456020.64 m E y 8845174.10 m S por la zona Norte, mientras 458099.86 m E y 8798920.94 m S por la zona Sur, de igual manera en las zonas colaterales, lado Este con 468921.62 m E y 8824011.66 m S, lado Oeste con 450697.44 m E y 8811799.92 m S, con una gradiente altitudinal media de 1814 m.s.n.m.

El distrito presenta un clima húmedo y semicálido, donde la temperatura promedio anual oscila entre 18 y 23°C con épocas de lluvia y seca durante los meses de noviembre-abril, y mayo-octubre, respectivamente (SENAMHI, 2005; Oxapampa.com, 2010).

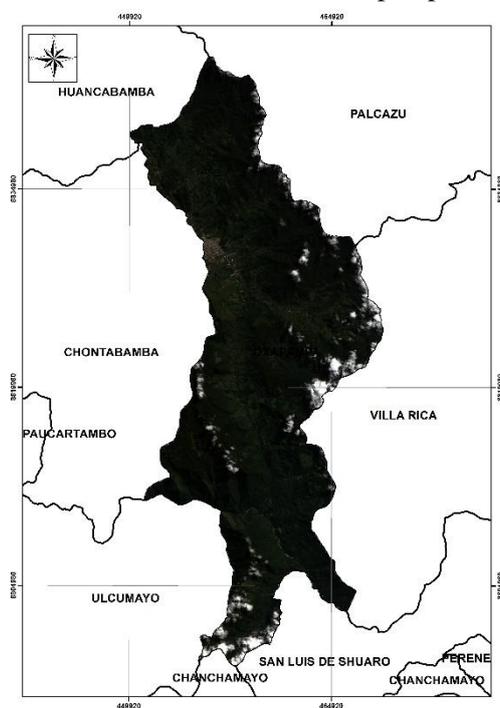


Figura 1 Mapa de Ubicación del distrito de Oxapampa

MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARES

Se utilizó un ordenador portátil HP Core I7, un GPS Etrex 10, USB de 16 Gb de capacidad, una cámara fotográfica, además de algunas fichas de campo y libretas de apunte. Asimismo, debido a la alta demanda que la ciencia requiere para los trabajos de investigación, y la necesidad local de procesar información geoespacial, se usó el software de ArcGIS 10.6 el cual necesita estar licenciado para poder usar todas sus funciones y/o extensiones de manera eficiente. No obstante, también se usó el portal gratuito de Google Earth Pro para la visualización de imágenes satelitales, y se organizó la información con el paquete para Windows de Microsoft Office 2016.

Cartografía actual y material geoespacial

Para la cartografía actual se obtuvo información del Plan de Desarrollo Urbano (PDU) del distrito de Oxapampa, en el cual hay información de zonificación y cartografía de la ciudad. Asimismo, se obtuvo data geoespacial desde el año 2014 al 2019, mediante el acceso al satélite Landsat 8, libre en la plataforma “United States Geological Survey” (USGS) de los Estados Unidos, donde se encuentran 11 bandas que registran diferentes parámetros de la tierra, y se usó para elaborar diversos mapas temáticos.

Variables asociadas al proyecto

El aumento de la temperatura es un problema que está afectando a todo el mundo, por ello surge la necesidad de un análisis de sensibilidad que pueda proporcionar información crucial sobre el cambio climático (Lv, Zuo, Ni, Sun, & Wang, 2019), asimismo el análisis de la cobertura vegetal en sub píxeles, es una solución factible para problemas sobre el cambio de uso del suelo (Qi, Zhang, & Wang, 2019).

Por consiguiente, se tomaron las variables de crecimiento urbano, zonas agrícolas, zonas hídricas, y la cobertura vegetal de la zona de estudio, para analizar los cambios tanto en la superficie terrestre como atmosférica del distrito de Oxapampa.

Calibración radiométrica de reflectancia a la información geoespacial

Antes de procesar la data geoespacial, se hizo una corrección atmosférica a nuestra información, debido a que el equipo satelital capta la información mediante sensores que al momento de hacer su trayectoria interactúan con partículas de nuestra atmosfera que distorsionan la reflexión y absorción de los fotones y por lo tanto distorsionan partes de la data geoespacial (Paz, 2017), por ello la importancia de hacer la corrección atmosférica que permite disminuir los efectos de la absorción o dispersión de las partículas presentes en la atmosfera.



Figura 2. a) A la izquierda la imagen satelital del 2014 sin calibración radiométrica ni atmosférica. b) A la derecha la imagen satelital del 2014 con calibración radiométrica y atmosférica.

Evaluación Temporal de cada variable asociada

La técnica de la detección es muy usado en la evaluación de cambios de uso y cobertura de suelo de manera espacio-temporal (Farias & Lago, 2018), por lo cual cada variable asociada (zona urbana, agrícola, hídrica y de cobertura vegetal) van a ser procesadas en el software de ARCGIS 10.6, el cual mediante sus herramientas permite usar las bandas obtenidas de la información geoespacial del satélite Landsat 8, donde cada banda tiene una función específica al momento de almacenar información de la superficie de la tierra (Rodríguez, Ocaña, Suvires, & Leiva, 2018).

Tabla 1 Información espectral y resolución espacial de la anda Landsat 8 (Delegido, Pezzola, & Casella, 2018).

Bandas	Función	Landsat-8 OLI y TIRS		
		Longitud de onda central (nm)	Ancho de banda (nm)	Resolución Espacial (m)
1	Aerosol costero	442.96	15.98	30
2	Azul	482.04	60.04	30
3	Verde	561.41	57.33	30
4	Rojo	654.59	37.47	30
5	Infrarrojo cercano - NIR	864.67	28.25	30

6	SWIR - 1	1608.86	84.72	30
7	SWIR - 2	2200.73	186.66	30
8	Pancromático	598.5	172.4	15
9		-	-	
10	Cirrus	1373.43	20.39	30
11	Infrarrojo térmico - TIR-1	10900	588	100
12	Infrarrojo térmico - TIR-2	12000	1011	100

Por ello, se usaron las bandas 1, 2, 3, 4, 5,6 y 7, donde se utilizó también la herramienta de “Image Analysis” para cruzar las bandas y generar productos, los cuales mediante una clasificación supervisada de máxima probabilidad se sometieron a una cuantificación de los datos de cobertura vegetal, no obstante, la banda número 8 se usó para realizar el proceso de “Pan-sharpened”, donde la resolución de cada pixel de la información aumenta de 30 m. a 15 m. de manera que se obtuvo así un producto más detallado.

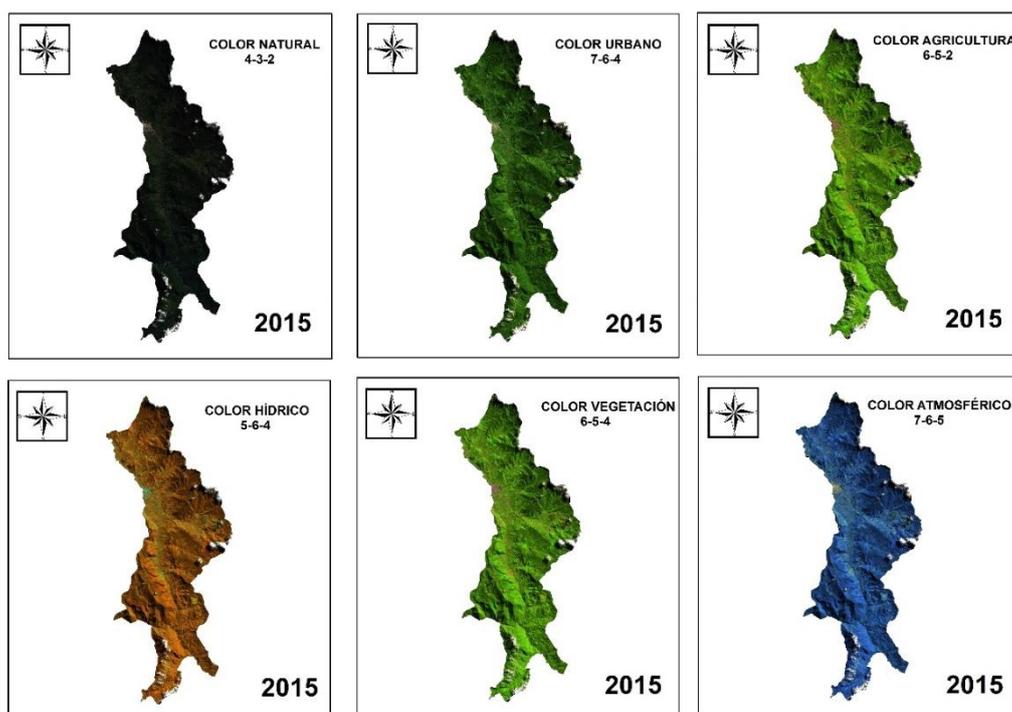


Figura 3 Combinación de bandas del satélite Landsat 8 del año 2015 en el distrito de Oxapampa

Todos los resultados serán evaluados mediante el software de R-studio, con lo cual se busca ver la normalidad de los datos de cada variable asociada, y ver si hay correlación ya sea positiva o negativa entre las variables de zona urbana-cobertura vegetal, zona urbana-agricultura, zona urbana-zona hídrica y para ver si hay alguna relación entre el comportamiento dinámico de la nubosidad y la presencia de cobertura vegetal se aplicara la técnica del P-valúe de Pearson para ambas variables (Moya & Fernández, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 4 se muestra el comportamiento dinámico de la zona urbana desde el año 2014 al 2019, el cual está expresado en porcentajes, siendo una variable muy importante la zona urbana, ya que un crecimiento urbano sin un control territorial adecuado es el centro de preocupaciones de muchas áreas de investigación en los últimos años (Montserrat, 2009).

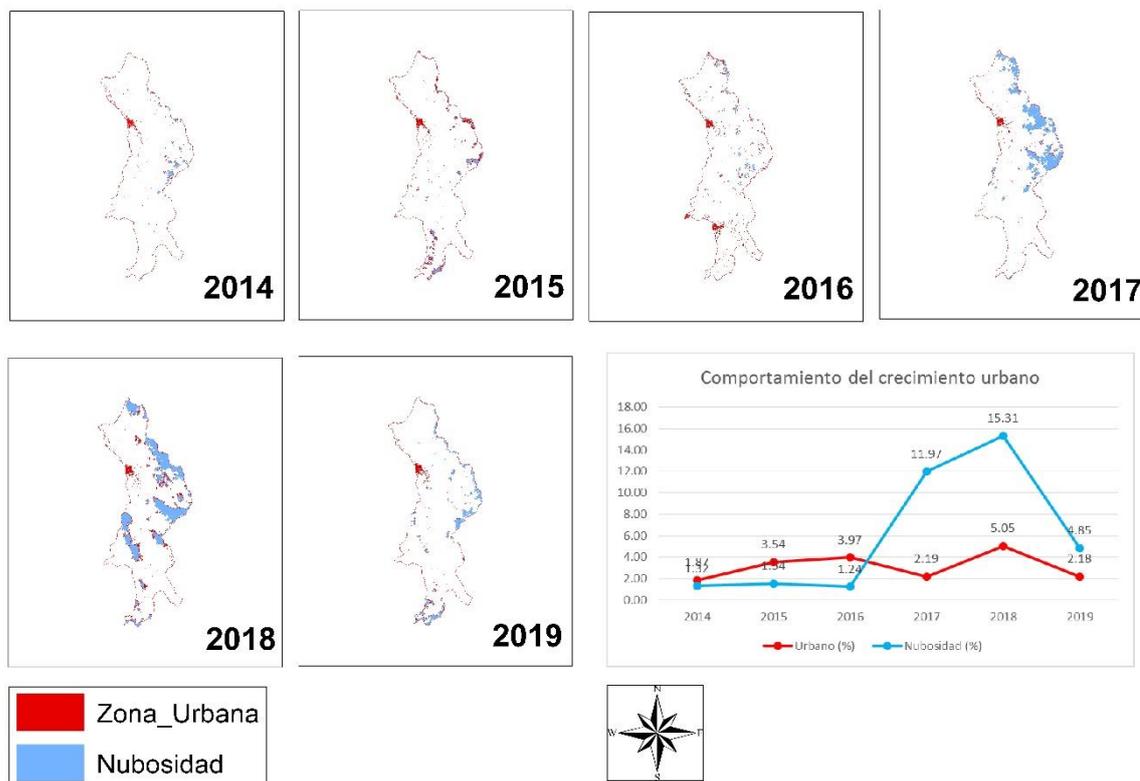


Figura 4 Comportamiento del crecimiento urbano en el distrito de Oxapampa
Fuente: Elaboración propia, 2019

Se puede observar que el crecimiento urbano tiene su pico más alto en el 2018, llegando a ocupar un 5.05% de espacio en el distrito de Oxapampa, no obstante hay una preocupación debido a que el crecimiento urbano no tiene una forma diagonal positiva, se puede observar picos altos y bajos durante los años de evaluación, esto porque solo se tiene un Plan de Desarrollo Urbano (PDU) (Oxapampa, 2019). Por ello la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura propone un ordenamiento territorial (ONU, 2015)

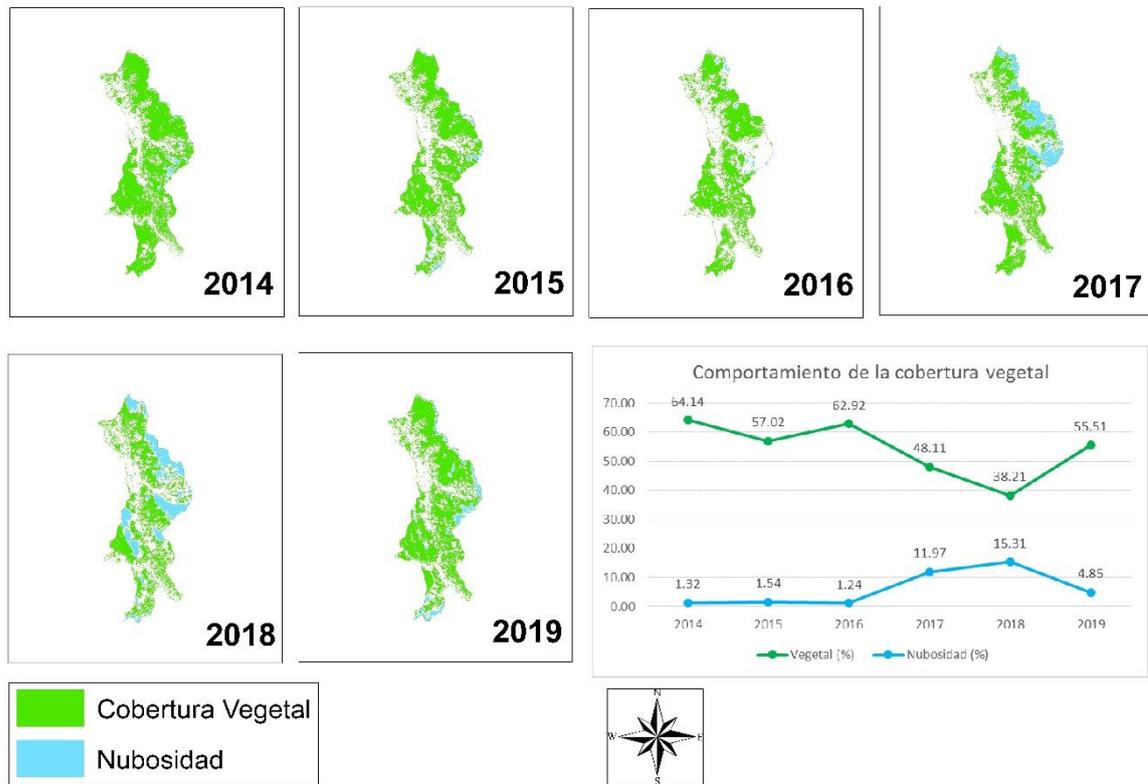


Figura 5 Comportamiento de la zona de cobertura vegetal en el distrito de Oxapampa.

La cobertura vegetal se comporta de una manera negativa, se puede observar la reducción de esta zona durante los años 2015, 2017 y con mayor significancia en el 2018, en contraste al 2019 que la zona de cobertura vegetal aumenta su proporción significativamente.

Considerando la nubosidad presente en cada imagen satelital, en el año 2018 se presento mucha presencia de nubosidad durante gran parte de las epocas del año, por ello la necesidad de ver la relación de normalidad en los datos de las variables de urbanismo y cobertura vegetal.

Se aplicó el test de normalidad con la ayuda del software R-studio para ambas variables para disminuir el margen de error en los porcentajes, y el resultado del P-Value se muestra en la figura 6 y 7.

```
data: datos$X
D = 0.29596, p-value = 0.5723
alternative hypothesis: two-sided
```

Figura 6 P-value de los datos urbanismo.

```
data: datos$Y
D = 0.22074, p-value = 0.8761
alternative hypothesis: two-sided
```

Figura 7 P-value de los datos de cobertura vegetal

Los resultados muestran que el P-value de las variables de urbanismo y cobertura vegetal, son mayores a 0.5, lo cual se muestra que los datos siguen una distribución normal.

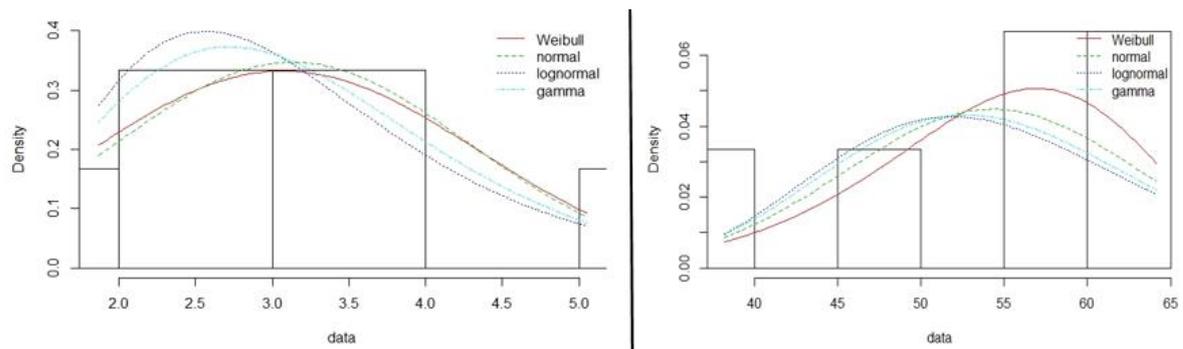


Figura 8 a). A la izquierda la normalización de los datos de la variable de zona urbana. b). A la derecha la normalización de los datos de la variable de cobertura vegetal.

La figura 10, muestra el comportamiento de la zona agrícola del distrito de Oxapampa, siendo el porcentaje más bajo el año 2014 con un 22.56%, y el más alto el año 2019 con un 31.83%, durante los años intermedios los valores se mantuvieron en promedio con algunos picos tanto positivos y negativos, esto se debe a que la influencia del inadecuado crecimiento urbano, que no tiene un crecimiento lineal.

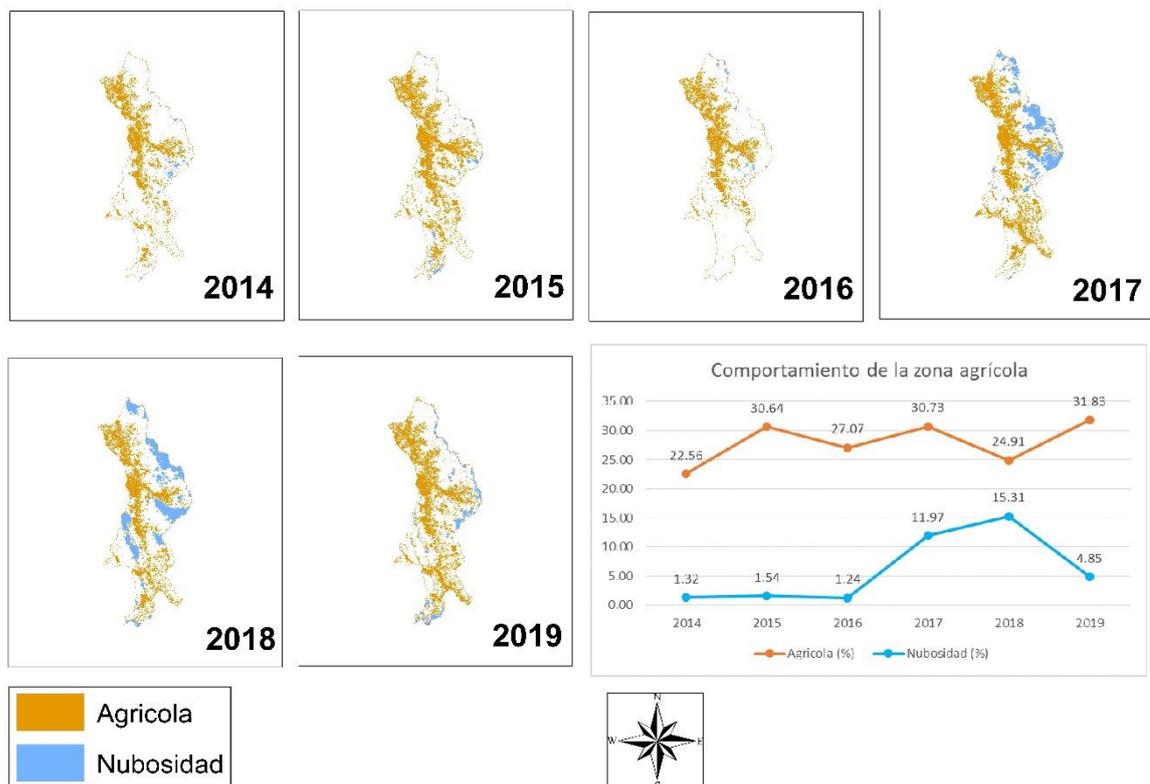


Figura 9 Comportamiento de la zona agrícola del distrito de Oxapampa.

Para ver la normalidad de los datos de la variable de zona agrícola en función al crecimiento urbano, se aplicó el test de normalidad mediante el software de R-studio (figura 11), donde el P-value es mayor a 0.5, por lo tanto, los datos tienden a una distribución normal. La figura 12 muestra la distribución normal que tiene los datos, en la gráfica se observa la curva de

distribución similar a una campana da Gauss.

```

one-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: datos$Y
D = 0.29682, p-value = 0.5686
alternative hypothesis: two-sided
    
```

Figura 10 Valor del P-value de la variable de zona agrícola.

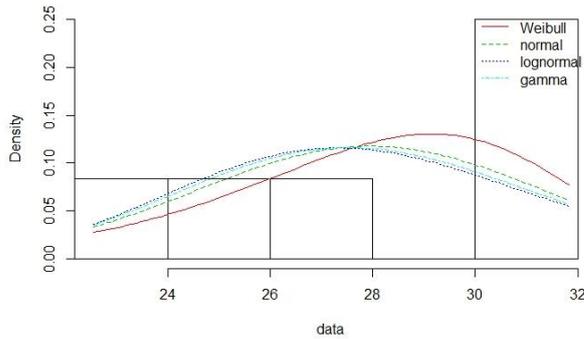


Figura 11 Gráfica de la distribución normal en los datos de la zona agrícola.

El comportamiento del recurso hídrico del distrito de Oxapampa, tiene picos de proporción muy marcados durante los años de estudio, siendo los más visibles los dos últimos años (2018 y 2019), tenía un 16.53% y 5.63% de proporción hídrica respectivamente. Considerar que la nubosidad tuvo un comportamiento muy similar en los últimos años, lo cual indica una relación entre ambas variables.

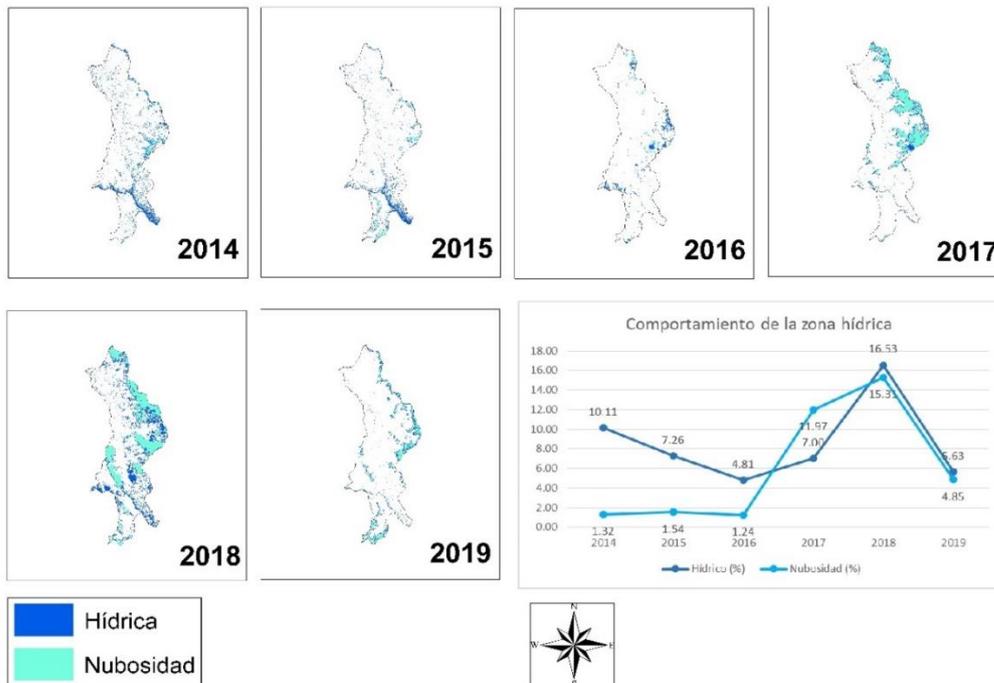


Figura 12 Comportamiento de la zona hídrica en el distrito de Oxapampa.

La figura 15 muestra que los datos en la variable de la zona hídrica, tienen una distribución normal, lo cual se ajusta a todas las variables anteriores, disminuyendo el margen de error que solo nos da los porcentajes, siendo el P-value mayor a 0.59 y la curva de normalidad parecida a una campana de Gauss.

```

one-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: datos$Y
D = 0.29138, p-value = 0.5921
alternative hypothesis: two-sided

```

Figura 13 Valor P-value para la normalidad de la variable de zona hídrica.

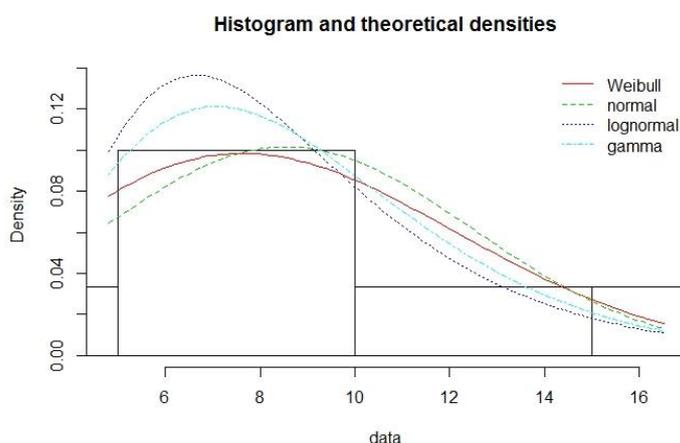


Figura 14 Distribución de normalidad de los datos de la variable de zona hídrica.

CONCLUSIONES

El uso correcto de las herramientas SIG permite realizar la evaluación multitemporal de mayor precisión para el distrito de Oxapampa en un periodo de 6 años (2014-2019).

La aplicación de corrección atmosférica y calibración radiométrica optimizó significativamente las imágenes geoespaciales y así se obtuvo una cuantificación en porcentajes precisa y mostrando normalidad estadística.

La evaluación de cambio de uso y cobertura de suelo, se adapta y aporta mucha información para comprender la dinámica y cambios de uso y cobertura de suelo especial énfasis en este límite, núcleo de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha.

La zona urbana se comporta de manera promedio, en la actualidad ocupa el 2.8% de todo el distrito de Oxapampa, al igual que todas las variables (zona agrícola, zona hídrica y cobertura vegetal) tiene una normalización en los datos procesados, y una correlación positiva con la variable de cobertura vegetal siendo el valor de P-value de con un valor de 0.32 y con la zona hídrica siendo el valor de P-value 0.29.

La obtención de datos cuantificados y que pasaron una clasificación supervisada resultan un gran aporte a la geoconservación.

Referencias

- Assumma, V., Bottero, M., & Jacinta, A. (2019). An integrated evaluation methodology to measure ecological and economic landscape states for territorial transformation scenarios : an application in Piedmont (Italy). *Ecological Indicators*, 105(April), 156–165. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.071>
- Borrego, A., & Hernández, R. (2014). Desarrollo de comunidades rurales y degradación de recursos forestales en la región Occidente de México. *Economía Informa*, 386, 16–30. [https://doi.org/10.1016/S0185-0849\(14\)70427-X](https://doi.org/10.1016/S0185-0849(14)70427-X)
- Chuquiguanga, C., González, M., & Sellers, C. (2017). Identificación de ilegalidades urbanísticas con sistemas de información geográfica y teledetección. *Revista Proyección*, XI, 212–234. Retrieved from http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/10305/21-11.pdf
- Cochrane, M. A. (2001). *Synergistic Interactions between Habitat Fragmentation and Fire in Evergreen Tropical Forests*. *Conservation Biology* (Vol. 15).
- Da Silva, J., & Osvaldo, C. (2015). EVALUACIÓN MULTICRITERIO Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICADOS A LA DEFINICIÓN DE ESPACIOS POTENCIALES PARA USO DEL SUELO RESIDENCIAL EN RESISTENCIA (ARGENTINA). *Revista Internacional de Ciencia Y Tecnología de La Información Geográfica*, 23–40. Retrieved from http://geofocus.rediris.es/2009/Articulo2_2009.pdf
- Delegido, J., Pezzola, A., & Casella, A. (2018). Estimación del grado de severidad de incendios en el sur de la provincia de Buenos Aires , Argentina , usando Sentinel-2 y su comparación con Landsat-8. *REVISTA DE TELEDETECCIÓN*, 51, 47–60. Retrieved from <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/v25n1/art03.pdf>
- Escobar, J. W. (2015). Metodología para la toma de decisiones de inversión en portafolio de acciones utilizando la técnica multicriterio AHP. *Contaduría Y Administración*, 60(2), 346–366. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(15\)30004-8](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(15)30004-8)
- Espejel, A., Romero, J., & Barrera, A. (2015). DETERMINACIÓN DEL USO POTENCIAL AGRÍCOLA MEDIANTE MODELACIÓN GEOESPACIAL Y ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA LA CUENCA BALSAS MEZCALA. *Revista Ra Ximhai*, 11(5), 77–95.
- Farias, B., Rey, D., & Guevara, E. (2018). Characterization spatio–temporal land use in watershed using geomatic techniques. *Revista Ingeniería*, 25(8). Retrieved from <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/v25n1/art03.pdf>
- García, J., García, P., & Pérez, E. (2018). Sellado de suelos a partir de teledetección y SIG en el Programa de Actuación Urbanística (PAU) del sudeste de Madrid. *Revista Cuadernos Geográficos*, 57(I), 39–60. Retrieved from <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/5360/6362>
- Gonzales Alarcon, G. (2018). Análisis Multitemporal De La Deforestación Y Perdida De Cobertura Boscosa En La Provincia De Manu, 2000-2016, 111.
- Hall, O., Francisca, M., Bustos, A., Olén, N. B., & Nedomysl, T. (2019). Population centroids of the world administrative units from nighttime lights 1992-2013. *Scientific Data*, VI, 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0250->

Z

- José, A., Prada, D., Dante, J., & Manuel, J. (2017). Análisis multicriterio discreto: Un método facilitador para la toma de decisiones en el ordenamiento territorial. *Universidad Del Azuay*, 11–21.
- Laugié, M., Michel, J., Pohl, A., Poli, E., & Borgomano, J. (2019). Global distribution of modern shallow-water marine carbonate factories : a spatial model based on environmental parameters. *Scientific Reports*, 9, 29–31. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52821-2>
- Liu, C., Chen, Y., Wu, M. M., Wei, C., & Ko, M. (2019). Assessment of forest restoration with multitemporal remote sensing imagery. *Scientific Reports*, 9(September 2018), 1–19. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43544-5>
- Medrano-vizcaíno, P. (2018). Efecto de atributos paisajísticos en los patrones de presencia de *Ateles fusciceps* en el noroccidente ecuatoriano Landscape attributes effects on *Ateles fusciceps* presence patterns in northwestern Ecuador, 25(August), 241–248.
- Monserrat, J. (2009). Geografía y crecimiento urbano. paisajes y problemas ambientales. *Revista Geográfica Digital*, 11(1668). Retrieved from <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/geo/article/view/2840/2518>
- Moya, V., & Fernández, N. (2018). ¿ LAS CORRELACIONES ALTMÉTRICAS / MÉTRICAS TRADICIONALES SE VEN AFECTADAS POR LOS PLANES DE MARKETING EN MEDIOS SOCIALES DE LAS REVISTAS ? EL CASO DE LA REVISTA COMUNICAR. *Comunicar Anales de Documentación*, 21, 1–11. Retrieved from <https://revistas.um.es/analesdoc/article/view/303221/224501>
- ONU. (2015). Plan de acción de la reserva de biósfera oxapampa asháninka yánesha 2015 – 2021. *Organizacion de Las Naciones Unidas Para La Educación, La Ciencia Y La CULTura.*, 1, 1–158. Retrieved from <http://www.munioxapampa.com/doc/doc1.pdf>
- Oxapampa. (2019). Plan de Desarrollo Urbano. *PDU*, 1. Retrieved from https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/12163/PLAN_12163_Plan Desarrollo Concertado de la Provincia de Oxapampa -Parte 1_2013.pdf
- Parque Nacional Yanachaga Chemillen. (2012). Inventario y Evaluación. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/Inventario-de-Ecosistemas-de-Selva-Alta-Yanachaga.pdf>
- Rödig, E., Knapp, N., Fischer, R., Huth, A., Bohn, F. J., Dubayah, R., & Tang, H. (2019). From small-scale forest structure to Amazon-wide carbon estimates. *Nature Communications*, 1(iDiv), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13063-y>
- Rodríguez, A. I., Ocaña, R. E., Suvires, G. M., & Leiva, F. (2018). Estructuras tectónicas en un valle árido y su potencial hídrico subterráneo , San Juan. *Revista de La Asociación Geológica Argentina*, 75(3), 425–440. Retrieved from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/105583/8934-38926-1-PB.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Yang, Y., Zhang, S., Liu, Y., Xing, X., & Sherbinin, A. De. (2017). Analyzing historical land use changes using a Historical Land Use Reconstruction

- Model : a case study in Zhenlai County , northeastern. *Nature Publishing Group*, 7(January). <https://doi.org/10.1038/srep41275>
- Yu, H., Liu, X., Kong, B., Li, R., & Wang, G. (2019). Landscape ecology development supported by geospatial technologies: A review. *Ecological Informatics*, 51(January), 185–192. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.03.006>