

1. TÍTULO DEL PROYECTO

EVALUACIÓN DE IMPACTOS DE LOS PASIVOS AMBIENTALES MINEROS MEDIANTE LA TELEDETECCIÓN EN EL DISTRITO DE ANANEA, PROVINCIA DE SAN ANTONIO DE PUTINA – PUNO

2. ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Área de investigación	Línea de investigación	Disciplina OCDE
Ciencias de la Ingeniería	Geología, Minas y Metalurgia.	Medio ambiente y Seguridad en Procesos Metalúrgicos.

3. DURACIÓN DEL PROYECTO (meses)

La duración del proyecto será de 12 meses.

4. TIPO DEL PROYECTO

Individual	
Multidisciplinario	
Director de Tesis de Pregrado	X

5. DATOS DE LOS INTEGRANTES DEL PROYECTO

Apellidos y nombres	Velez Vilca, Agustín Víctor
Escuela profesional	Ingeniería Geológica
Celular	950 837 043
Correo electrónico	agustinvelez@unep.edu.pe

I. TÍTULO

EVALUACIÓN DE IMPACTOS DE LOS PASIVOS AMBIENTALES MINEROS MEDIANTE LA TELEDETECCIÓN EN EL DISTRITO DE ANANEA, PROVINCIA DE SAN ANTONIO DE PUTINA – PUNO

II. RESUMEN

El presente proyecto tiene por objetivo principal evaluar los impactos de los pasivos ambientales mineros mediante la teledetección en el distrito de Ananea, Provincia de San Antonio de Putina – Puno, ubicado dentro de los cuadrángulos 30x y 30y. Esta investigación será cuantitativa, de tipo descriptivo - transversal, pues no se manipulará variables de campo. Se utilizará información espectral del satélite LANSAT 8 proporcionada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y los datos del inventario de pasivos ambientales mineros generados por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), así realizar un procesamiento y análisis mediante los programas ArcGis 10.5 y ENVI 5.3, calculando el Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI), Índice Diferencial Normalizado de Nieve (NDSI), el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI); así mismo, las firmas espectrales de cada elemento de la zona de estudio. Esto dará como resultado, el área total de los cuerpos de agua afectados por los pasivos ambientales mineros, el área de los glaciares que se ven comprometidos por estos; de la misma forma, el área de los suelos y vegetación dañados; también se calculará el área de las zonas urbanas. Cada elemento a analizar se clasificará y cuantificará de acuerdo al nivel de contaminación que refleja su signatura espectral. Finalmente, con los cálculos obtenidos, esta investigación servirá como fuente de información geoespacial para ser usada por instituciones públicas o privadas para la remediación y/o mitigación de los pasivos ambientales mineros.

III. Palabras Clave: Firmas Espectrales, Impacto Ambiental, Landsat 8, Pasivos Ambientales.

ABSTRACT

The main objective of this project is to evaluate the impacts of mining environmental liabilities through remote sensing in the district of Ananea, Province of San Antonio de Putina - Puno, located within the 30x and 30y quadrangles. This research will be quantitative, of a descriptive-cross-sectional type, since field variables will not be manipulated. Spectral information from the LANSAT 8 satellite provided by the United States Geological Survey (USGS) and data from the inventory of mining environmental liabilities generated by the Ministry of Energy and Mines (MINEM) will be used for processing and analysis using ArcGis 10. 5 and ENVI 5.3, calculating the Normalized Difference Water Index (NDWI), Normalized Difference Snow Index (NDSI), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), as well as the spectral signatures of each element of the study area. This will result in the total area of water bodies affected by mining environmental liabilities, the area of glaciers that are compromised by them, the area of damaged soils and vegetation, and the area of urban areas. Each element to be analyzed will be classified and quantified according to the level of contamination reflected by its spectral signature. Finally, with the calculations obtained, this research will serve as a source of geospatial information to be used by public or private institutions for the remediation and/or mitigation of mining environmental liabilities.

Key words: Spectral Signatures, Environmental Impact, Landsat 8, Environmental Liabilities.

IV. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El distrito de Ananea se ha visto afectado en los últimos años por elevados niveles de contaminación producto de los pasivos ambientales, los cuáles son instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, en la actualidad abandonadas o inactivas, y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población y su ecosistema circundante.

El daño producido por los Pasivos Ambientales Mineros no ha sido cuantificado, y no se sabe con precisión la cantidad de áreas afectadas por los mismos, tanto en cuerpos de agua, como en suelos y vegetación. Ya que el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) solo da reporte de los responsables y titulares de las concesiones, esperando que estos tomen acciones de estudios y remediación de los pasivos ambientales mineros, pero sin mucho éxito.

En consecuencia, la falta de estudios a gran escala, ha limitado la percepción de los niveles de contaminación en todo el distrito de Ananea, impidiendo así, dar posibles tratamientos a todas las zonas afectadas. Por tanto, la presente investigación hará la identificación, cuantificación y análisis del impacto de los Pasivos Ambientales Mineros de todo el distrito de Ananea, generando así un estudio base para posibles remediaciones y/o mitigaciones, y que estas puedan ser usadas por gobiernos locales, regionales y nacionales.

El Ministerio de Energía y Minas - INEM reporta en la región de Puno 525 pasivos ambientales mineros - PAMs, de los cuales 3 de los más importantes se ubican en el distrito de Ananea.

Los PAMs son aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, abandonadas o inactivas y pueden estar compuestos por tres tipos de componentes: infraestructura, residuo minero y labor minera; de los cuales se centrará en los PAMs de origen químico que son los que pertenecen al tipo labor minera. (Ley N° 28271, 2005).

Un pasivo ambiental minero se genera cuando una actividad minera abandona el lugar donde operaba sin reparar los daños ambientales que ocasionó. Estos pasivos pueden contaminar el agua, el suelo, el aire, afectar la salud de la población que vive cerca de ellos e incluso puede perjudicar la propiedad de terceros (Defensoría del pueblo, 2015)

La remediación de PAMs es en la actualidad uno de los diez principales problemas ambientales del país. El gobierno peruano ha destinado un fondo para su remediación y determinar los que más impactan a las poblaciones; sin embargo, hasta la fecha no se tiene una metodología ni parámetros establecidos para determinar cuál pasivo debe ser priorizado. Por ello esta

investigación, busca proporcionar una herramienta de fácil aplicación para poder determinar áreas de impacto de PAMs. Así mismo, el actual inventario de estos no proporciona información sobre el origen y el área de influencia de estos pasivos. En consecuencia, la presente investigación utilizará técnicas de teledetección como herramienta previa a la identificación de Pasivos Ambientales Mineros a través de análisis de firmas espectrales de los cuerpos de agua y tipos de vegetación. Una vez identificados todos estos parámetros, se combinarán en un mapa temático, que nos mostrará las principales zonas con mayor potencial de presencia de contaminación ambiental y las zonas con más prioridad en la remediación de PAMs. Para ello, se utilizarán los parámetros como el Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI), Índice Diferencial Normalizado de Nieve (NDSI) Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y estado del terreno. Estos parámetros serán obtenidos a través de imágenes satelitales, las cuales serán procesadas por medio del programa ArcGis 10.5 y ENVI 5.3 utilizando técnicas espectrales para así poder dar un aporte para generar nuevos métodos y cálculos en la identificación de PAMs.

Frente a esta problemática se plantean las siguientes interrogantes de investigación:

INTERROGANTE PRINCIPAL:

- ¿Se pueden evaluar los impactos de los pasivos ambientales mineros mediante la teledetección en el distrito de Ananea, Provincia de San Antonio de Putina - Puno?

INTERROGANTES ESPECÍFICAS:

- ¿Es posible calcular, mediante la teledetección, las áreas afectadas por los Pasivos Ambientales Mineros en los cuerpos de agua superficial y glaciares de la zona de investigación?
- ¿Se pueden determinar, mediante la teledetección, las áreas afectadas por los Pasivos Ambientales Mineros en los suelos y vegetación, en el distrito de Ananea?
- ¿Cómo identificar las zonas urbanas afectadas por los Pasivos Ambientales del distrito de Ananea, a través de la teledetección?

V. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Buzzi, J., Costa, E., Riaza, A., Fernández, O. (2017) “Cartografía de calizas con datos hiperespectrales AISA Eagle II en una zona montañosa con vegetación: una corrección atmosférica geológicamente orientada” Las calizas son rocas objeto de atención preferente en la

exploración de petróleo, y afloran con frecuencia en zonas extensas con diferencias espectrales mínimas entre distintas formaciones geológicas. Las absorciones típicas de carbonatos en 2,2 y 2,3 μm no forman parte del intervalo de longitudes de onda del AISA Eagle II (0,4-0,97 μm), con una resolución espectral de 0,048 μm en 128 canales y 1 m de resolución espacial. La zona de estudio es una montaña rocosa carbonatada con vegetación densa en el prepirineo **Catalán** (Mont - rebei, Lleida). El enmascaramiento de las áreas cubiertas por vegetación y los efectos de sombra anteceden necesariamente al análisis geológico usando imágenes hiperespectrales. El suelo de distintas formaciones geológicas se distingue espectralmente sólo por su reflectancia global en distintas formaciones geológicas. Los afloramientos rocosos presentan absorciones típicas de óxidos de hierro en las costras sobre las superficies meteorizadas de las rocas que los distinguen de las formaciones de cantos en derrubios. El uso de espectros de campo seleccionados con criterios geológicos en la corrección atmosférica de imágenes hiperespectrales, mejora la capacidad cartográfica en zonas con formaciones geológicas litológicamente similares y respuestas espectrales homogéneas.

Tello, L. & Díaz, J. (2021). “Análisis de la contaminación ambiental usando técnicas de teledetección y análisis de componentes principales” El estudio muestra uno de los principales problemas en **Colombia**, que es la contaminación ambiental debido al crecimiento de la población y la industrialización. La contaminación afecta a las grandes ciudades, perjudicando el medio ambiente y la salud humana. Es por ello que se presenta una metodología para el análisis de la contaminación ambiental en Medellín, usando técnicas de percepción remota, imágenes Landsat 7 y 8 y variables de calidad del aire. A partir de las técnicas aplicadas combinadas con la estimación del primer componente principal, el cual contenía el 90 % de variación de la información, se obtuvo un mapa de calidad ambiental que permitió identificar que los focos de contaminación se presentan en sectores con poca cobertura de vegetación, gran cantidad de construcciones y gran flujo vehicular. Este mapa puede ser insumo en la oportuna toma de decisiones en cuanto a la planificación urbana, ya que permite la pronta intervención en las zonas donde la calidad ambiental es deficiente.

Montaño, R. (2019). “Análisis dinámico multitemporal del Río Piura aplicando teledetección, en el distrito de Piura, provincia de Piura, departamento de Piura” El trabajo de investigación tuvo como objetivo identificar mediante la teledetección, el Índice diferencial de Agua Normalizado (NDWI) y la técnica de análisis multitemporal el área que llegó a cubrir el agua en los márgenes del río Piura, entre las coordenadas UTM WGS84-17S Este: 538419.975m Este: 546129.975m y Norte: 9429286.962m – Norte: 9436287.665m. Utilizando 2 imágenes

satelitales del sensor Landsat 5 TM, 8 imágenes satelitales del sensor Landsat 7 ETM y 2 imágenes satelitales del sensor Sentinel 2, que se obtuvieron del servidor Earth Explorer y el software QGIS 2.18.18, con las bandas Green (verde) y NIR (infrarrojo cercano) se obtuvieron valores numéricos en los cuerpos de agua y aplicando algoritmos en el procesamiento digital para reclasificarlos y categorizarlos, obteniendo valores calculados de la superficie de agua dentro de la zona de estudio entre los años 1997 y 2017. Los resultados obtenidos demostraron que aplicando la teledetección y la técnica de análisis multitemporal son efectivos para los cálculos del área que llegó a cubrir el agua en los márgenes del río Piura, obteniendo como resultado un área mínima de 39.776 ha y un área máxima de 134.054 ha. Se validó con la prueba estadística de “Chi Cuadrado” con una exactitud de 95%, calculando un valor Chi Cuadrado de 63.778.

Ramírez, E. & Villena, E. (2017). “Teledetección de pasivos ambientales de origen químico utilizando imágenes satelitales Landsat 8 en la provincia de Hualgayoc-2017” La investigación tuvo por objetivo utilizar técnicas de teledetección como herramienta previa a la identificación de Pasivos Ambientales Mineros (PAMs) a través de análisis de firmas espectrales en minerales, cuerpos de agua y tipos de vegetación. La investigación se realizó dentro de los cuadrángulos 14F y 14G de la provincia de Hualgayoc, región Cajamarca, Perú. En la investigación se utilizó una imagen Landsat 8 WRS-2 del año 2016, el barrido fue realizado por el satélite Landsat 8 con Path / Row (9/65), imagen recopilada de la USGS (U.S. Geological Survey) de la NASA, se realizó una corrección atmosférica, geométrica y radiométrica; luego se realizó el recorte de la zona de interés y se procedió a elegir los posibles minerales más representativos de la zona de la librería espectral del software. Para determinar los niveles de abundancia de agua y vegetación, se utilizaron: El Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI), y el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), así como firmas espectrales. Todos estos parámetros dentro de las imágenes satelitales fueron procesados por medio del programa ENVI 5.3. Los resultados mostraron que los minerales más representativos en la zona fueron: Covelina, calcopirita, pirita, pirita- limonita y galena, encontrándose en mayor proporción Galena y los principales metales asociados a los minerales fueron: Cobre, hierro y plomo; siendo el más abundante el hierro. Así también se identificaron los principales cuerpos de agua en la zona y los tipos de vegetación donde se emplazarían los PAMs, de ello se determinó, que los principales PAMs más cercanos a cuerpos de agua y que tendrían suelos pobres en términos de vegetación, serían los ubicados en : Río Llaucano en las coordenadas (774000, 9265000), Río Arascorque (767000, 9254000), Río de la quebrada (772000, 9265000), y Río el tingo (762000, 9254000), por lo cual serían los de mayor prioridad para la remediación ambiental.

Alata, A. (2018). “Análisis Multitemporal de la explotación minera con aplicación de Percepción Remota y SIG en los distritos de Ananea y Cuyocuyo - Puno, Entre 1975 – 2017.” El estudio indica que el uso de suelo no regulado por el desarrollo de la minería ilegal informal en yacimientos primarios del suelo aluvial, ha modificado el edafopaisaje y el relieve de manera irreversible. La superficie degradada en los distritos de Ananea y Cuyo Cuyo asciende a 8064.32 hectáreas, que representa el 5.47% de la extensión total del territorio, con un avance de cambio promedio de 131.1 has por cada año, la obtención de mapas temáticos alcanzó niveles altamente aceptables, el coeficiente de Kappa obtenido fue de 0.91 a 0.98 y la precisión global entre 94.67% a 97.48%, la obtención de imágenes del MSAVI con Landsat 8 fue de: (-0.26 a 0.69) y con Sentinel 2 (-0.16 a 0.57) respectivamente, éstos coeficientes indican desde áreas sin vegetación hasta coberturas de vegetación óptima.

Choquehuanca, V. (2019). “Análisis multitemporal del crecimiento urbano de la ciudad de Puno mediante imágenes satelitales, entre los años 1980 – 2017”. La ubicación en Coordenadas UTM WGS-84 ES entre Norte: 8248372.2977 Este: 389775.6983, Altitud: 3887.889 m.s.n.m., zona 19 L Sur. Cuyo objetivo fue analizar la dinámica de la expansión urbana de la ciudad de Puno entre los años 1980 y 2017, utilizando técnicas de teledetección mediante uso de imágenes de satélite y análisis multitemporal. La metodología consistió en determinar el crecimiento urbano de la ciudad de Puno, para ello se emplearon imágenes satelitales multiespectrales de Landsat 2, 5 y 8; Se aplicó el método de vectorización visual y la clasificación supervisada de máxima probabilidad basado en información espectral de la imagen satelital Landsat. Se determinó que el proceso de crecimiento urbano por los dos métodos de clasificación en la prueba del t student con niveles de significación de $\alpha = 0.01$ y $\alpha = 0.05$, son estadísticamente iguales, correlacionando el crecimiento poblacional y crecimiento espacial urbano según el coeficiente de correlación Pearson se tiene un valor de 0.947 significa que existe una relación muy significativa y una correlación positiva muy alta y en los métodos Kendall y Spearman resultó 1.000** significa que existe una correlación positiva perfecta, la obtención de nivel de exactitud temática es casi perfecta, el coeficiente de Kappa se ha situado entre 0.87 a 0.99 y la precisión global entre 89.81% a 99.02% y en los errores de omisión y comisión resulta que en la clase de área urbana tiene en promedio de error de omisión de 7.02 % y el error de comisión es 2.15 % de la clase del área urbana.

Gutiérrez, Y. (2018). “Determinación de la dinámica espacial de bofedales mediante imágenes satelitales Landsat frente a escenarios del cambio climático en la cuenca del río Coata durante el período de 1984-2016.” La investigación consistió en determinar la extensión superficial de

dichos bofedales utilizando algoritmos de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), mediante imágenes satelitales Landsat 5 y Landsat 8, también se realizó recopilación de información de precipitación acumulada anual y temperatura máxima anual, y se analizó la tendencia que presentan dichos factores climáticos durante los años indicados, lo cual resultó una tendencia significativa en la temperatura máxima anual. Finalmente se realizó una regresión lineal múltiple y se tuvo como resultado, que el factor climático que más influye en el comportamiento de los bofedales es la temperatura máxima, debido a que el coeficiente de correlación resultó ($R^2 = 0.46$) lo que significa que existe una relación significativa. Se concluye que a medida que la temperatura máxima anual aumenta, la extensión superficial de los bofedales disminuye o en algunos casos los bofedales desaparecen, lo que implica que, uno de los factores en el comportamiento de los bofedales es el cambio climático.

VI. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

- Utilizando la técnica de la teledetección, se pueden evaluar los impactos de los pasivos ambientales mineros en el distrito de Ananea, Provincia de San Antonio de Putina – Puno.

HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- Con el uso de la teledetección, puede calcularse las áreas afectadas por los Pasivos Ambientales Mineros en los cuerpos de agua superficial y glaciares de la zona de investigación.
- Mediante la teledetección, puede determinarse las áreas afectadas por los Pasivos Ambientales Mineros en suelos y vegetación del distrito de Ananea.
- A través de la teledetección, puede identificarse las zonas urbanas afectadas por los Pasivos Ambientales Mineros del distrito de Ananea.

VII. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los impactos de los pasivos ambientales mineros mediante la teledetección en el distrito de Ananea, Provincia de San Antonio de Putina – Puno.

VIII. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Calcular, mediante la teledetección, las áreas afectadas por los Pasivos Ambientales Mineros en los cuerpos de agua superficial y glaciares de la zona de investigación.

- Determinar las áreas afectadas por los Pasivos Ambientales Mineros en suelos y vegetación del distrito de Ananea, por teledetección.
- Identificar las zonas urbanas afectadas por los Pasivos Ambientales Mineros del distrito de Ananea, a través de la Teledetección.

IX. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

población y muestra

La población, como la muestra está constituida por toda el área indicada en el lugar de estudio limitado por las coordenadas indicadas en ítem anterior. Por lo que es un caso de universo muestral.

métodos, equipos y materiales

La investigación utilizará una metodología cuantitativa, del tipo descriptivo - transversal. Pues no se manipulará deliberadamente variables de campo, sin embargo, se usará información espectral del satélite Lansat 8. La secuencia y los métodos que se emplearán en el proceso de investigación se detallan a continuación:

Recopilación de información y material bibliográfico: Se hará una recopilación de información relacionada a los Pasivos Ambientales y Teledetección, se revisará información bibliográfica concerniente al área al de estudio del distrito de Ananea, como libros, tesis de pre-grado y post-grado de origen regional, nacional e internacional, artículos científicos, normativas legales y boletines del INGEMMET; para orientar y fundamentar la investigación.

Recopilación de datos: Se descargará imágenes ALOS PALSAR, las cuales son modelos de elevación digital que poseen una resolución de 12.5 m, estas se obtendrán de la página web Alaska Satellite Facility – NASA, específicamente de página web: <https://search.asf.alaska.edu/#/>. En total se descargarán 03 modelos de elevación digital - DEMs, de manera que cubrirá el área de la investigación.

Se descargarán imágenes satelitales LANSAT 8 en formato TIFF, de la página web del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), previa solicitud de acceso y creación de una cuenta personal. A través del link: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Las imágenes se buscarán con el más bajo porcentaje de nubosidad, para darle un procesamiento y análisis más correcto a cada una de ellas. Las especificaciones técnicas de dichas imágenes se detallarán en los resultados.

Se descargará a la última actualización del Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros, según R.M. N° 200-2021-MINEM/DM, y se identificarán los que pertenecen al distrito de Ananea.

Procesamiento y Análisis de Datos: Con los modelos de elevación digital ALOS PALSAR, y el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGis 10.5, se realizará el procesamiento de unión y corte, delimitando así toda el área de investigación.

La imagen LANSAT 8 de la zona de estudio, pasará por procesamiento de corrección radiométrica, atmosférica y geométrica, con el fin de hacer un análisis más preciso, disminuyendo en el proceso los errores producidos por el sensor y la atmósfera. Para luego realizar la combinación de bandas mediante el software ArcGis 10.5, escogiendo las combinaciones que identifican mejor los elementos de la zona de estudio.

Clasificación de la Imagen: Realizada la combinación de bandas e identificados los diversos elementos del área de estudio, se procederá a definir las clases o áreas de entrenamiento, y se les asignará nombres informacionales, para así generar polígonos representativos y poder clasificarlos. Posterior a ello se aplicará un filtro mayoritario para eliminar los ruidos sobrantes en la imagen, y para realizar el análisis cuantitativo se procederá a convertir la imagen raster en un formato vectorial mediante la herramienta, obteniendo así las áreas de cada clase.

Análisis de Índices Espectrales: Culminado todo el proceso de clasificación, se procederá a realizar el cálculo de índices espectrales (NDVI, NDWI y NDSI), de forma que se resalte el estado ambiental de elementos como la vegetación, suelos, ríos, lagunas y glaciares.

Método estadístico

Para el presente trabajo de investigación se usará la prueba estadística de Análisis de Componentes Principales (ACL).

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar L., (2006). Contaminación Ambiental. Obtenido de <http://contaminacionGambiente.blogspot.com>.

Administración de Parques Nacionales - Sistema de Información de Biodiversidad (APN – SIB), (2005). Protocolo para el pre procesamiento de imágenes satelitales *Landsat* para aplicaciones de la administración de parques nacionales. Buenos Aires – Argentina.

Alata, A. (2018). Análisis Multitemporal de la explotación minera con aplicación de

- Percepción Remota y SIG en los distritos de Ananea y Cuyo cuyo - Puno, Entre 1975 – 2017. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Buzzi, J., Costa, E., Riaza, A., Fernandez, O., Garcia-Sellés, D. y Corbera, J. (2017) Cartografía de calizas con datos hiperespectrales AISA Eagle II en una zona montañosa con vegetación: una corrección atmosférica geológicamente orientada. Nuevas plataformas y sensores de teledetección. pp. 235-238.
- Chávez, A., Salas, G., Cuadros, J. y Gutiérrez, E. (1996). Geología de los Cuadrángulos de Putina y la Rinconada. Lima, Perú: INGEMMET, BOLETÍN N° 66.
- Choquehuanca, V. (2019). Análisis multitemporal del crecimiento urbano de la ciudad de Puno mediante imágenes satelitales, entre los años 1980 – 2017. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Chuvieco, E. (2008). Teledetección Ambiental 3ra edición. Barcelona España: Editorial Ariel S.A.
- Dirección General de Minería, (2016). Actualización general de pasivos ambientales mineros, aprobado por resolución ministerial N° 535-2016.
- Esperanza, F y Zerda, H. (2002). Potencialidad de los índices de vegetación Para la discriminación de coberturas forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales, Santiago del Estero, 2002.
- Feeters, S. 1996. El Uso del Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI) en la Delineación de Características de Aguas Abiertas. Revista Internacional de Teledetección (17): 1425 – 1432.
- Fernández., I., Herrero., E. (2001). El Satélite Landsat. Análisis visual de imágenes obtenidas del sensor ETM+ Satélite Landsat. Universidad de Valladolid.
- Gómez, L. (2003). La Relación entre el Índice Normalizado de Vegetación y la Variabilidad del Clima en Oaxaca: Una Herramienta para el Manejo de Ecosistemas. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM – Mexico.
- Gutiérrez, Y. (2018). Determinación de la dinámica espacial de bofedales mediante imágenes satelitales Landsat frente a escenarios del cambio climático en la cuenca del río Coata durante el período de 1984-2016. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Labrador, M., Évora, J. y Arbelo, M. (2012). Sistemas de Teledetección para la Gestión del Territorio. Gobierno de Canarias, España: Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y

Aguas del Gobierno de Canarias.

MEM. (2016). Inventario de Pasivos Ambientales Mineros. Actualización general de pasivos ambientales mineros, aprobado por resolución ministerial N° 535-2016-MEM/DM.

Miyasiro, M. & Ortiz, M. (2016). Estimación mediante la teledetección de la variación de la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo por la expansión urbana y minera. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.

Montaño, R. (2019). Análisis dinámico multitemporal del Río Piura aplicando teledetección, en el distrito de Piura, provincia de Piura, departamento de Piura. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Paruelo, J. M. (2008). La caracterización funcional de ecosistemas mediante sensores remotos. *Revista Ecosistemas*, 17(3).

Ramírez, E. & Villena, E. (2017). Teledetección de pasivos ambientales de origen químico utilizando imágenes satelitales Landsat 8 en la provincia de Hualgayoc-2017. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Ramírez Meléndez, E.; Villena Llaxa, E. Pág. 80 Gonzaga, C. (2014). Aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ para la caracterización de la cobertura vegetal en la zona centro de la provincia de Loja, Ecuador. Universidad Nacional de la Plata. La Plata.

Sánchez, J. (2015). Estimación mediante teledetección de la evapotranspiración real a partir de un modelo desacoplado de dos fuentes. (Tesis Doctoral). Universidad de Valencia. Valencia.

Tello, L. & Díaz, J. (2021). Análisis de la contaminación ambiental usando técnicas de teledetección y análisis componentes principales, *Tecnológicas*, vol. 24, nro. 50, e1710, 2021. Doi: <https://doi.org/10.22430/22565337.1710>.

XI. USO DE LOS RESULTADOS Y CONTRIBUCIONES DEL PROYECTO

La contribución del proyecto de investigación a desarrollar servirá para identificar, calcular y explicar las áreas afectadas en cuerpos de agua, glaciares, suelos, vegetación y zonas urbanas del distrito de Ananea, Provincia de San Antonio de Putina, Puno, mediante el uso de imágenes satélites Landsat 8. También como fuente de información geoespacial que pueden ser utilizadas por instituciones públicas o privadas para la prevención y/o mitigación de pasivos ambientales mineros; además, como material académico en la Universidad.

XII. IMPACTOS ESPERADOS

i. Impactos de Ciencia y Tecnología

La teledetección es una herramienta muy empleada actualmente en todos los campos científicos, y al ser el distrito de Ananea uno de las zonas de más difícil acceso por su ubicación geográfica y sus vías en desarrollo. Este proyecto brinda una nueva forma de análisis y estudio, brindando información a tiempo real y en constante actualización.

ii. Impactos económicos

La economía del Distrito de Ananea fue en aumento durante los últimos 15 años gracias a su actividad minera, pero su crecimiento se dio de forma desordenada, sin un ordenamiento territorial ni inversiones correctas. El presente proyecto da un enfoque preciso en las áreas que requieren mayor inversión y presupuesto.

iii. Impactos Sociales

Los pasivos ambientales identificados en el Distrito de Ananea han perjudicado la calidad de vida y salud de sus pobladores. Este proyecto enfocará las zonas afectadas por las diversas labores mineras para dar paso a múltiples remediaciones.

iv. Impactos Ambientales

Este proyecto tiene como principal enfoque el aspecto ambiental, y busca una nueva forma de visualización en la problemática ambiental del distrito de Ananea, ya que ésta viene siendo afectada por años con múltiples PAMs, y el reconocimiento total de la zona dará paso a futuras mitigaciones que salvaguarden los cuerpos de agua, vegetación y la vida de todos los seres vivos que habitan dichas zonas.

XIII. RECURSOS NECESARIOS

Información y soporte informativo:

- Información Catastral y topográfica
- Planos Geológicos regionales
- Mapa de cobertura de suelos
- Imágenes Satelitales Lansat 8
- Imágenes Satelitales SAS PLANET e Imágenes Satelitales Google heart.
- Internet

Software:

- ArcGis 10.5
- ENVI 5.5.
- Microsoft Office 2016
- Excel 2016

Materiales de Escritorio

Laptop Toshiba i5, Fotocopias, Papel Bond A4, Papel rolo, Papel canson, Impresora, Ploter. Resaltador, Lapiceros, Plumones, Lápiz, Colores, USB, Archivadores, Folder.

XIV. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La zona de estudio se ubica en el distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, en el departamento de Puno, a una altitud de 4.660 msnm, en los Andes Centrales, en el flanco oriental, al sur de Perú; en los cuadrángulos 30x y 30y, del sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 19 Sur, con referencia en los puntos:

Coordenadas UTM con referencia a la Zona de Estudio.

PUNTO	NORTE	ESTE
1	8400000	410000
2	8350000	410000
3	8400000	480000
4	8350000	480000

XV. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	TIEMPO (meses)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Presentación del proyecto de investigación	X												
Recopilación de información	X	X	X										
Reconocimiento de campo			X	X									
Trabajos de campo				X	X	X	X						
Análisis, procesamiento y sistematización de datos					X	X	X	X					
Procesamiento de resultados								X	X	X			
Redacción y presentación del borrador del informe preliminar										X	X	X	
Aprobación y sustentación del informe final de investigación													X

XVI. PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	U.M.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO SUB TOTAL (S/.)
Personal	Geólogos	02	5000.00	10000.00
Materiales y equipos				
Útiles de escritorio	Unidades	Varios	-----	1000.00
Memoria USB 32 BG	Unidad	01	30.00	30.00
Lápiz de dureza imantada	Unidades	02	15.60	31.20
Protactor: 1/5000, 1/2000, 1/1000	Unidades	04	7.80	31.20
Martillo de geólogo	Unidad	01	132.50	132.50
Brújula tipo Brunton	Unidad	01	1170.00	1170.00
Cámara fotográfica	Unidad	01	350.00	350.00
Lupas de 20x, 10x	Unidades	02	350.00	350.00
GPS Garmin Montada 650	Unidades	02	2000.00	4000.00
Laptop	Unidad	01	2500.00	2500.00
Tablero de aluminio para mapeo	Unidades	02	120.00	120.00
Total materiales y equipos				9714.90
Servicios				
Afiliación al USGS	Unidad	01	200.00	200.00
Softwares de teledetección	Unidad	3	400.00	1200.00
Movilidad	-----	-----	-----	2000.00
Alimentación y hospedaje	-----	-----	-----	3000.00
Otros servicios	-----	-----	-----	1000.00
Total servicios				6000.00
Imprevistos				1000.00
Total S/.				28114.90