

“EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA COBERTURA  
VEGETAL MEDIANTE EL NDVI Y SU RELACIÓN  
CON LA EXPANSIÓN MINERA EN EL DISTRITO DE  
ESPINAR DURANTE EL PERIODO 2013 - 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**Autor:**

Javier Mario Chumpe Aviles

**Asesor:**

Mg. Ing. Margeo Javier Chumán Lopez

<https://orcid.org/0000-0002-4038-7591>

Lima - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Elifio Gustavo Castillo Gomero</b>	<b>07594283</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Luis Enrique Alva Diaz</b>	<b>43679478</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Carlos Alberto Alva Huapaya</b>	<b>06672420</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## TABLA DE CONTENIDO

<b>JURADO EVALUADOR</b> .....	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>INDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>9</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>10</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	11
1.2 BASES TEÓRICAS.....	18
1.2.1 Minería .....	18
1.2.2 Teledetección .....	18
1.2.3 Satélite Landsat .....	18
1.2.4 Imágenes Satelitales .....	21
1.2.5 Bandas .....	21
1.2.6 Clasificación.....	22
1.2.7 Tratamiento de imágenes satélites .....	22
1.2.8 Cobertura Vegetal .....	23
1.2.9 Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI).....	23
1.2.10 QGIS .....	24
1.2.11 ArcGIS.....	24
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	24
1.3.1 Problema General .....	24
1.3.2 Problemas Específicos.....	24
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	24
1.5 OBJETIVOS .....	25
1.5.1 Objetivo General .....	25
1.5.2 Objetivos Específicos.....	25

1.6	HIPÓTESIS .....	25
1.6.1	<i>Hipótesis General</i> .....	25
1.6.2	<i>Hipótesis Específico</i> .....	26
<b>II.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>26</b>
2.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	26
2.1.1	<i>Variables y operacionalización</i> .....	26
2.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	27
2.3	MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	28
2.3.1	<i>Materiales</i> .....	28
2.3.2	<i>Técnicas e Instrumentos</i> .....	28
2.4	PROCEDIMIENTOS.....	28
2.4.1	<i>Obtención de Datos</i> .....	28
2.4.2	<i>Tratamiento de Imágenes Satelitales</i> .....	29
2.4.3	<i>Determinación de Cobertura Vegetal y Superficie Minera por NDVI</i> ... 31	
2.5	ANÁLISIS DE DATOS .....	34
2.6	ASPECTOS ÉTICOS .....	34
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
3.1	DINÁMICA TEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL .....	37
3.2	DINÁMICA TEMPORAL DE LA EXPANSIÓN MINERA .....	38
3.3	CORRELACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL Y LA EXPANSIÓN MINERA.....	40
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>44</b>
4.1	CONCLUSIONES .....	47
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>48</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>62</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Bandas espectrales del satélite Landsat 5 .....	19
Tabla 2. Bandas espectrales del satélite Landsat 7 .....	20
Tabla 3. Bandas espectrales del satélite Landsat 8 .....	20
Tabla 4. Datos de imágenes Satelitales.....	29
Tabla 5. Imágenes Landsat 8 Oli/Tird considerados en el estudio .....	29
Tabla 6. Resultado por hectárea (Ha) de la cobertura vegetal y la actividad minera en el distrito de Espinar, Cusco en el periodo 2013 - 2020.....	35
Tabla 7. Descripción de la prueba de normalidad .....	40
Tabla 8. Distribución de normalidad de cada variable .....	41
Tabla 9. Grado de correlación según R de Pearson .....	42

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Comportamiento de las radiaciones Rojo e Infrarrojo .....	23
Figura 2. Mapa de Ubicación del área de estudio.....	27
Figura 3. Semi - automatic Classification Plugin(SCP) .....	30
Figura 4 Imagen compuesta con corrección atmosférica .....	30
Figura 5. Superficies mineras (izquierda) y cobertura vegetal (derecha) .....	31
Figura 6. Combinación de bandas .....	32
Figura 7. Flujograma de los procedimientos desarrollados en la investigación .....	33
Figura 9. Mapas referenciales de la evaluación espacio temporal de la cobertura vegetal y la evaluación minera entre los años 2013 – 2020 .....	36
Figura 10. Dinámica temporal de la cobertura vegetal del año 2013 - 2020.....	37
Figura 11. Dinámica temporal de la expansión minera .....	38
Figura 12. Análisis cartográfico de la cobertura vegetal y la expansión minera .....	39
Figura 13. Correlación de la cobertura vegetal mediante el NDVI y la actividad minera.....	43

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1.Ficha de registro de Imágenes Satelitales .....	62
Anexo 2.Registro de la cuantificación de variables.....	62
Anexo 3.Matriz de operacionalización de Variables .....	63

## RESUMEN

La pérdida de cobertura vegetal se ve influenciado por las diversas actividades antrópicas que se generan a lo largo del mundo mediante la minería, sobre todo por los cambios que se han cometido año tras año mediante el uso constante del suelo para su explotación, con lo mencionado se tuvo como ejemplo el desarrollo minero que se da en el distrito de Espinar en Cusco, que ha generado un cambio rotundo en su cobertura vegetal y el estilo de vida de la población. Por ello, es considerable conocer la influencia de la superficie minera y los cambios de la cobertura vegetal que se han dado por los años. Por tal motivo, la investigación presentó un diseño experimental de tipo descriptivo – correlacional; la técnica e instrumentos utilizados fueron mediante el estudio de imágenes Landsat, el desarrollo del índice NDVI y la clasificación supervisada, todo para poder determinar las unidades territoriales en cobertura vegetal y superficie minera. Los resultados demostraron un descenso promedio de cobertura de 345.2 ha/año y una expansión minera de 50.6 ha/año. De igual manera, la influencia de la expansión minera sobre los cambios de la cobertura vegetal fue de 60.50%. La investigación presentada determinó que se tiene una relación entre la cobertura vegetal y la expansión minera en el distrito del Espinar, Cusco. En donde corroboró la significativa de la minera Antapaccay, la cual, genera una pérdida de vegetación.

**PALABRAS CLAVES:** Cobertura vegetal, teledetección, expansión minera

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Alata, A. (2018). *Análisis multitemporal de la explotación minera con la aplicación de percepción remota y SIG en los distritos de Anaea y Cuyocuyo - Puno entre los años 1975-2017*. Universidad Nacional de Altiplano. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7125>.
- Álvarez, J., & Agredo, G. (2013). *Pérdida de la cobertura vegetal y de oxígeno en la media montaña del trópico andino, caso cuenca urbana San Luis (Manizales)*. Revista Luna Azul.
- Ambrosio, G., González, J., & Arévalo, V. (2002). *Corrección radiométrica y geométrica de imágenes para la detección de cambios en una serie temporal*. Universidad de Málaga. Obtenido de <http://mapir.isa.uma.es/varevalo/drafts/ambrosio2002crg.pdf>
- Andahuaylas. (2011). Obtenido de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/congresistas/2011/20110519.nsf//pubsfoto/61259FC77AF7C51305257A25005DA1B3/\\$FILE/BOLETIN\\_TRUJILLO.PDF](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/congresistas/2011/20110519.nsf//pubsfoto/61259FC77AF7C51305257A25005DA1B3/$FILE/BOLETIN_TRUJILLO.PDF)
- Andahuaylas. (2011). *Comisión de Vivienda y Construcción del Congreso organizó audiencia pública y feria informativa en Andahuaylas*. Obtenido de <https://www2.congreso.gob.pe/sicr/congresistas/2011/20110519.nsf//pubsfoto/A4E157A90B2EFBC705257A25005DBFD4/>
- Angulo, C., Suárez, I., & Mollicone, D. (2011). *Dinámica de la deforestación en Venezuela: Análisis de los cambios a partir de mapas históricos*. Interciencia. Obtenido de <http://search.proquest.com/docview/886035983?accountid=36216>
- Arevalo , D., & Duarte, J. (2021). Análisis temporal de la cobertura vegetal y la degradación en la extensión de la cobertura de páramo subcuenta San José páramo Rabanal. *Tesis de pregrado*. Universidad Santo Tomas, Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11634/33722>

- Ariza, A. (2006). *Análisis del retroceso de glaciales tropicales en los Andes Centrales de Colombia mediante imágenes Landsat*. Revista Cartográfica. Obtenido de <https://www.proquest.com/docview/236497152?accountid=36216&forcedol=true>
- Ariza, A. (2013). *Productos LDCM - Landsat 8*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Obtenido de <https://un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf>
- Art. 2° D.L. N°1105. (s.f.). *DECRETO LEGISLATIVO QUE ESTABLECE DISPOSICIONES PARA EL PROCESO DE FORMALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE PEQUEÑA MINERÍA Y MINERÍA ARTESANAL*. Obtenido de [http://www.propuestaciudadana.org.pe/sites/default/files/norma\\_legal/archivos/DL\\_1105.pdf](http://www.propuestaciudadana.org.pe/sites/default/files/norma_legal/archivos/DL_1105.pdf)
- BANCO MUNDIAL. (2013). Minería: Resultados del sector. *BIRF - AIF*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/results/2013/04/14/mining-results-profile>
- Beiranvand, A., & Hashim, M. (2014). *Mapeo de alteración hidrotermal a partir de datos Landsat-8, distrito minero de cobre Sar Cheshmeh, sureste de la República Islámica de Irán*. Taylor & Francis. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1016/j.jtusci.2014.11.008>
- Castellanos, H., Ramírez, H., & Ivanova, Y. (2017). *Detection of open-pit mining zones by implementing spectral indices and image fusion techniques*. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/60368/63693>
- Castillo, M., Garfias, R., Julio, G., & Gonzáles, L. (2012). *ANÁLISIS DE GRANDES INCENDIOS FORESTALES EN LA VEGETACIÓN NATIVA DE CHILE*. Interciencia. Obtenido de <https://www.proquest.com/docview/1412599161?accountid=36216&forcedol=true>
- CENSOPAS. (2010). *Estudio de línea base en salud en comunidades aledañas al proyecto minero Quechua*. Cusco-Espinar. Obtenido de [https://bvs.ins.gob.pe/insprint/CENSOPAS/metales\\_pesados/INFORME%20FINAL%20QUECHUA.pdf](https://bvs.ins.gob.pe/insprint/CENSOPAS/metales_pesados/INFORME%20FINAL%20QUECHUA.pdf)
- CONAE. (2016). *Índices Espectrales derivados de imágenes satelitales Landsat 8 Sensor OLI*. Obtenido de

<https://catalogos.conae.gov.ar/landsat8/Docs/IndicesEspectralesDerivadosDeLandsat8.pdf>

Condori, R., Alameda, M., & Armuto, D. (2020). *Liquidez y rentabilidad: un análisis descriptivo, caso de una mediana empresa de minería artesanal, 2015 - 2019*. Universidad Peruana Unión. Obtenido de [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/4684/Roxana\\_Trabajo\\_Bachiller\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/4684/Roxana_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CooperAcción. (s.f.). *La experiencia de la mesa de diálogo en Espinar 2012-2013: ¿un nuevo modelo de gestión de conflicto sociambiental?* Lima. Obtenido de <https://cooperacion.org.pe/wp-content/uploads/2017/03/00-MESA-DEDIALOGO-FINAL.pdf>

CORPOCHIVOR. (2018). *Corporación Autónoma Regional de Chivor*. Obtenido de <https://www.corpochivor.gov.co/2018/>

Corpochivor. (2018). *Proceso de ordenación forestal de sus bosques*. Obtenido de <https://www.corpochivor.gov.co/2018/12/28/corpochivor-avanza-en-el-proceso-ordenacion-forestal-de-sus-bosques/>

Cuya, O. (2016). *Variación del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en relación con la gradiente altitudinal en las lomas de Atocongo (Lima-Perú)*. Universidad Ricardo Palma. Obtenido de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/972/EGA%20Cuya\\_MO.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/972/EGA%20Cuya_MO.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Da Silva, C., Coutinho, D., De Olivera, J., Teodoro, P., Lima, M., Shakir, M., . . . Adriani, J. (2018). *Análisis del impacto sobre la vegetación causado por la deforestación abrupta vía sensor orbital en el desastre ambiental de Mariana, Brasil*. ScienceDirect. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837718304526>

Da Silva, F. (2020). *Comparación de la delimitación de la microcuenca sabalillo con ArcGIS 10.3 y Qgis 2.18 mediante datos SRTM y datos registrados en GPS map 62sc en la reserva comunal Elsira-región Huánuco*. Universidad Nacional de Ucayali.

- Obtenido de [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4433/UNU\\_FORESTAL\\_2020\\_T\\_FAUSTO-DA-SILVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4433/UNU_FORESTAL_2020_T_FAUSTO-DA-SILVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Damonte, G., Godfrid, J., & López, A. (2020). *Minería, escasez hídrica y la ausencia de una planificación colaborativa*. Grupo de Análisis para el Desarrollo. Obtenido de [http://www.grade.org.pe/wp-content/uploads/GRADE\\_di102.pdf](http://www.grade.org.pe/wp-content/uploads/GRADE_di102.pdf)
- De Echave, & Dies. (2017). *Pérdida de la cobertura vegetal y de oxígeno en la media montaña del trópico andino, caso cuenca urbana San Luis (Manizales)*. Revista Luna Azul.
- Delgado, G. (2011). *La gran minería en América Latina, impactos e impresiones*. ResearchGate. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/332160302\\_La\\_gran\\_mineria\\_en\\_America\\_Latina\\_impactos\\_e\\_implicaciones](https://www.researchgate.net/publication/332160302_La_gran_mineria_en_America_Latina_impactos_e_implicaciones)
- Delgado, G. C. (2011). *La gran minería en América Latina, impactos e implicaciones*. doi:10.22201/fcpys.24484938e.2011.54.25663
- DIGESA. (2018). *Monitoreo de metales pesados en el aire*. Dirección General de Salud Ambiental. Obtenido de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/DCOVI/Metales\\_Pesados\\_Aire.asp](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DCOVI/Metales_Pesados_Aire.asp)
- Duda, & Canty. (2014). *Clasificación no supervisada de coberturas vegetales sobre imágenes digitales de sensores remotos: "Landsat-ETM+"*. Facultad Nacional de Agronomía Medellín.
- Elizondo, J., & Palafox, L. (2005). *Fundamentos de procesamiento de imágenes*. Instituto Tecnológico de Ciudad Madero. Obtenido de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/DCOVI/Metales\\_Pesados\\_Aire.asp](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DCOVI/Metales_Pesados_Aire.asp)
- Espinar, W. (2015). *Gran minería y conflictos sociambientales: Caso del distrito de Espinar, Cusco*. Sunedu. Obtenido de <https://doi.org/E50.H83-T> BAN UNALM
- Espinoza, P. (2017). *Impactos ambientales y sociales en minería y metalurgia. Experiencias lecciones aprendidas y desafíos*. Obtenido de

[https://nuevo.dar.org.pe/archivos/eventos/230217\\_foropublico/impactos\\_socioamb.pdf](https://nuevo.dar.org.pe/archivos/eventos/230217_foropublico/impactos_socioamb.pdf)

Espinoza, P. A. (2017). Impactos Ambientales y sociales en minería y metalurgia. Obtenido de

[https://www.dar.org.pe/archivos/eventos/230217\\_foropublico/impactos\\_socioamb.pdf](https://www.dar.org.pe/archivos/eventos/230217_foropublico/impactos_socioamb.pdf)

ESRI. (2012). *La topología en ArcGIS*. Obtenido de

<https://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/006200000003000000>

Flores, N. (2020). *Evaluación de las unidades de vegetación mediante sistemas de información geográfica y teledetección en Pantanos de Villa, Chorrillos-Lima*. Universidad Católica Sedes Sapientae.

Franzpc. (2012). *Clasificación supervisada y no supervisada en ArcGIS*. Obtenido de

<https://acolita.com/clasificacion-supervisada-no-supervisada-en-arcgis/>

Gaita, M. (2017). *Cuantificación e impacto del retroceso glaciar sobre los recursos naturales determinados mediante el SIG y Teledetección - Microcuenca Llullan, Ancash-Perú*. Universidad Agraria de la Molina. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2913>

García, M. (2014). *Inteligencia Emocional y su relación con las ventas de los colaboradores de la empresa TOPSA RETAIL S.A.C.* Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Obtenido de

[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/866/Tarma-TCA\\_06.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/866/Tarma-TCA_06.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Geoinstitutos. (2021). *La cobertura vegetal en la cuenca del canal de Panamá*. Obtenido de

[http://www.geoinstitutos.com/art\\_03\\_cober2.asp](http://www.geoinstitutos.com/art_03_cober2.asp)

Golder Associates. (2018). *RESUMEN EJECUTIVO: MEIA ANTAPACCAY EXPANSIÓN TINTAYA - INTEGRACIÓN COROCCOHUAYCO*. Obtenido de

[https://www.senace.gob.pe/download/comunicaciones/eia-meia/antapaccay/Resumen-Ejecutivo\\_Antapaccay.pdf](https://www.senace.gob.pe/download/comunicaciones/eia-meia/antapaccay/Resumen-Ejecutivo_Antapaccay.pdf)

- Gonzaga, C. (2014). *Aplicación de Índices de Vegetación Derivados de Imágenes Satelitales Landsat 7 ETM + y ASTER para la Caracterización de la Cobertura Vegetal en la Zona Centro de la Provincia De Loja, Ecuador*. Universidad Nacional de La Plata.
- Grandi , S., & Mella, J. (s.f.). *La teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales*. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=t8ZLSpM20m8C&pg=PA249&dq=clasificacion+supervisada&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKewjbgIXJ\\_43tAhX0KLkGHTOtCYgQ6AEwAHoECAQQAQ#v=onepage&q=clasificacion%20supervisada&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=t8ZLSpM20m8C&pg=PA249&dq=clasificacion+supervisada&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKewjbgIXJ_43tAhX0KLkGHTOtCYgQ6AEwAHoECAQQAQ#v=onepage&q=clasificacion%20supervisada&f=false)
- Grzywna, H., Bronisław, P., & Olszewska, B. (2018). *Análisis de las condiciones de humedad en las zonas bajas utilizando datos espectrales de alta resolución del satélite Sentinel-2 y las herramientas GIS*. ResearchGate. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326155530\\_Analysis\\_of\\_moisture\\_conditions\\_in\\_the\\_lowland\\_areas\\_using\\_high\\_resolution\\_spectral\\_data\\_from\\_the\\_Sentinel-2\\_satellite\\_and\\_the\\_GIS\\_tools](https://www.researchgate.net/publication/326155530_Analysis_of_moisture_conditions_in_the_lowland_areas_using_high_resolution_spectral_data_from_the_Sentinel-2_satellite_and_the_GIS_tools)
- Haruma, M. (2011). *Una evaluación del impacto de las actividades mineras en la vegetación en el estado de la meseta de Bukuru Jos, Nigeria, utilizando el índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI)*. Journal of Sustainable Development. Obtenido de <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jsd/article/view/13188>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13189/MARTINEZ\\_RUFINO\\_FELICIDAD\\_MINERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13189/MARTINEZ_RUFINO_FELICIDAD_MINERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Herrera, E., & Xu, H. (2017). *Formación y evolución de la Laguna de la Niña 2017, utilizando imágenes satelitales Modis-Aqua*. Obtenido de <https://doi.org/03787702>

- Herrera, M., & Alaya, C. (2017). *Monitoreo de la calidad del agua del lago Chinchaycocha, mediante técnicas de teledetección espacial*. Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad. Obtenido de <https://ambientesustentabilidad.org/index.php/revista/article/view/46>ISSN: 2697-3529
- Huamani, W. (2015). *GRAN MINERÍA Y CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES: EL MAESTRÍA EN ECOLOGÍA APLICADA*. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2060/E50-H83-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IDEAM. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra - metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Colombia.
- IDEAM. (2012). *Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestaciones Colombia nivel subnacional escala gruesa y fina*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022108/PARTE2.pdf>
- INEI. (1993). *Hábitat humano y salud ambiental*. Obtenido de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1469/cap05.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1469/cap05.pdf)
- INEI. (2007). *Compendio estadístico, Perú*. Obtenido de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1673/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1673/libro.pdf)
- INEI. (2017). *Crecimiento Poblacional*. Obtenido de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1173/cap03/cap03.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap03/cap03.pdf)
- IRENA. (2008). *Minería y contaminación ambiental en el Perú*. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Obtenido de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PE2000106390>
- IRENA. (2008). *Minería y contaminación ambiental en el Perú. AGRIS: International Information System for the Agricultural Science and Technology; GTMA-NOID*.

Instituto Nacional de Recursos Naturales. Obtenido de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PE2000106390>

Jaramillo, L., & Antunes, A. (2018). *Detección de cambios en la cobertura vegetal a través de la interpretación de imágenes Landsat por redes neuronales artificiales (ANN). Estudio de caso: Región Amazónica Ecuatoriana*. Revista de Teledetección. Obtenido de <https://polipapers.upv.es/index.php/raet/article/view/8995>

Jiménez, C., Sobrino, J., & Guillem, S. (2011). *Introducción al PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES DE SATÉLITE*. Universidad de Valencia. Obtenido de [https://www.uv.es/ucg/CURSO\\_TD4.pdf](https://www.uv.es/ucg/CURSO_TD4.pdf)

Lopes, A., Martinez, M., & Fernández, D. (2015). *Priorización de áreas de intervención morfométrico e índice de vegetación*. Scielo. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222015000100007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000100007).

Lossio, O. (2011). *El uso de imágenes satelitales y aerofotográficas en la enseñanza de la geografía*. Revista Geográfica de América Central.

Maldonado, M., & Quishpe, M. (2013). *OFERTA Y DEMANDA, USOS Y APLICACIONES DEL SOFTWARE ESTADÍSTICO EN LAS FACULTADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, AL 2009*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2134/1/T-UCE-0005-326.pdf>

Mendoza. (2017). *Análisis multitemporal de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa en la provincia de Manu, 2000-2016*. Universidad Nacional Federico Villarreal-Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo. Obtenido de <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2277>

Mendoza N., A., Passuni P., S., & De Echave C., J. (2014). *La minería en el sur andino: El caso de Cusco*. CooperAcción. Obtenido de <https://cooperaccion.org.pe/wp-content/uploads/2017/03/La-Miner%c3%ada-en-el-Sur-Andino-Cusco.pdf>

- Mendoza, A., Passuni, S., & De Echave, J. (2014). *LA MINERÍA EN EL SUR ANDINO: EL CASO DE CUSCO*. Obtenido de [https://cooperacion.org.pe/wp-content/uploads/2017/03/La-Miner% c3% ada-en-el-Sur-Andino-Cusco.pdf](https://cooperacion.org.pe/wp-content/uploads/2017/03/La-Miner%c3%ada-en-el-Sur-Andino-Cusco.pdf)
- Michalijos, M., & Uboldi, J. (2013). *Propuesta metodológica para la evaluación de áreas afectadas por incendios mediante el uso de imágenes satelitales (Sierra de la Ventana, Argentina)*. Scielo. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34022013000300012&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022013000300012&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- MINAGRI. (2020). *Plan Nacional de Cultivos*. Ministerio de Agricultura y Riego. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/471867/Plan\\_Nacional\\_de\\_Cultivos\\_2019\\_2020b.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/471867/Plan_Nacional_de_Cultivos_2019_2020b.pdf)
- MINAM. (2013). *Informe final integrado de monitoreo sanitario ambiental participativo de la provincia de Espina* . Lima, Perú: Ministerio del Ambiente.
- MINEM. (2018). *Casi el 10% del PBI y el 61% de las exportaciones del 2018 fueron producto de la minería*. Ministerio de Energía y Minas. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minem/noticias/29754-minem-casi-el-10-del-pbi-y-el-61-de-las-exportaciones-del-2018-fueron-producto-de-la-mineria>
- Municipalidad Provincial de Espinar. (2015). *Estratégico de desarrollo concertado de la Provincia de Espinar al 2017*. Obtenido de [https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/11811/PLAN\\_11811\\_2015\\_PLAN\\_E\\_DE\\_SARROLLO\\_CONCERTADO\\_ESPINAR\\_AL\\_2017.PDF](https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/11811/PLAN_11811_2015_PLAN_E_DE_SARROLLO_CONCERTADO_ESPINAR_AL_2017.PDF)
- Muñoz, P. (2013). *Índices de vegetación*. Centro de información de recursos naturales . Obtenido de [http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26389/Tema% 20Indice s% 20de% 20vegetaci% C3% B3n% 2C% 20Pedro% 20Mu% C3% B1oz% 20A.pdf?sequ ence=1&isAllowed=y](http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26389/Tema%20Indice%20de%20vegetaci%C3%B3n%20Pedro%20Mu%C3%B1oz%20A.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Narrea, O. (2018). *La minería como motor de desarrollo económico para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 8,9,12 y 17*. Consorcio de Investigación

- Economica y Social. Obtenido de [https://www.up.edu.pe/egp/Documentos/agenda\\_2030\\_la\\_mineria\\_como\\_motor\\_de\\_desarrollo\\_economico\\_para\\_el\\_cumplimiento\\_de\\_los\\_ods\\_89\\_12\\_y\\_17.pdf](https://www.up.edu.pe/egp/Documentos/agenda_2030_la_mineria_como_motor_de_desarrollo_economico_para_el_cumplimiento_de_los_ods_89_12_y_17.pdf)
- Novib, Comité Holandés para la UICN. (2013). *Minería: Impactos sociales y ambientales*. Montevideo: Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales.
- Ochochoque, J. (2017). *Aplicación de la teledetección en el avance de la explotación minera, centro poblado de Malenowski, distrito de MAzuxo, región de Madre de Dios*. Universidad Antiplano. Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4184/Ochochoque\\_Condori\\_Juan\\_Pastor.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4184/Ochochoque_Condori_Juan_Pastor.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Olalla, F., López, P., & Calera, A. (s.f.). *Agua y Agronomía*. Madrid, Barcelona. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=tWkJAQAAQBAJ&pg=PA551&dq=ndvi+libros&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiLnIHBtYPtAhW2HbkGHSGCCJAQ6AEwAHoECAQQAg#v=onepage&q=ndvi%20libros&f=false>
- Omachi, C., Siani, S., Chagas, F., Mascagni, M., Cordeiro, M., Garcias, G., . . . Thompson, F. (2018). *Atlantic Forest loss caused by the world's largest tailing dam collapse (Fundão Dam, Mariana, Brazil)*. ScienceDirect. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352938518301137>
- Ordoñez, J. (2017). *Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico*. Autores Científico Técnicos y Académicos. Obtenido de [https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias\\_y\\_tecnologia/062017.pdf](https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/062017.pdf)
- Osinermin. (2017). *La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país*. Obtenido de [https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/Osinermin-Industria-Mineria-Peru-20anos.pdf](https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinermin-Industria-Mineria-Peru-20anos.pdf)
- OSINFOR. (2014). *Contribución en el monitoreo de la actividad minera en títulos habilitantes forestales, AÑO 2014*. Gobierno del Perú. Obtenido de

<https://www.osinfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/Mineria-Madre-de-Dios-21-de-junio.pdf>

Osores, F., Rojas, J., & Hermógenes, C. (2012). *Minería informal e ilegal y contaminación con mercurio en Madre de Dios: Un problema de salud pública*. Scielo. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172012000100012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172012000100012&lng=es&tlng=es)

Paccara. (2019). *La minería ilegal, la otra destrucción de la Amazonía*. Universidad de Navarra. Obtenido de <https://www.unav.edu/web/global-affairs/detalle/-/blogs/la-mineria-ilegal-la-otra-destruccion-de-la-amazonia>

Parra , A., & Restrepo, A. (2014). *El colapso ambiental en el río Patía, Colombia: variaciones morfológicas y alteraciones en los ecosistemas de manglar/The environmental collapse in the Patía River, Colombia: Variaciones morfológicas y alteraciones en los ecosistemas de Manglar*. Latin American Journal of Aquatic Research. Obtenido de <https://www.proquest.com/docview/1510574713?accountid=36216&forcedol=true>

Puspitaningsih, Y., Anggoro, R., Gunawan, D., Dwi, C., & Triwibowo, H. (2016). *Kualitas Air Permukaan dan Sebaran Sedimen Dasar Perairan Sedanau, Natuna, Kepulauan Riau*. Jurnal Segara. Obtenido de <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/segara/article/view/7655>

QGIS. (2013). *El SIG Líder de Código Abierto para Escritorio*. Obtenido de <https://www.qgis.org/es/site/about/index.html>

Quintero, F. (2015). *Análisis hídrico del páramo de Psba por variación multitemporal de la cobertura vegetal*. Universidad Santo Tomás de Colombia.

Ramírez, E., & Villena, L. (2017). *TELEDETECCIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES DE*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13249/Ram%C3%ADrez%20Mel%C3%A9ndez%20Edwin%20Elvis%20-%20Villena%20Llaxa%20Elvis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Raul, V. (2017). Extenso - Daños ambientales de la minería en el Perú ¿Que hacer con ellos? *III Conferencia Academica*. Obtenido de <http://www.metasbicentenario.consortio.edu.pe/mineria-y-ambiente/extenso-danos-ambientales-de-la-mineria-en-el-peru-que-hacer-con-ellos/>
- Rebordosa , J., & López, K. (2017). Perú: País Minero. Obtenido de [https://www.minem.gob.pe/\\_detalle.php?idSector=1&idTitular=159&idMenu=sub149&idCateg=159](https://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=1&idTitular=159&idMenu=sub149&idCateg=159)
- Sánchez, P. (2012). *LA TELEDETECCION ENFOCADA A LA OBTENCION DE MAPAS DIGITALES*. Universidad de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/779/1/ti839.pdf>
- Sarria, F. (2006). *Sistemas de Información Geográfica*. Obtenido de <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>
- Shi, T., Largo, G., Chen, Y., Wang, W., Shi, Z., Li, Q., & Wu, G. (2018). *Técnicas de detección proximal y remota para el mapeo de la contaminación del suelo con metales pesados*. Taylor & Francis. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/05704928.2018.1442346>
- SINPAD. (2015). *Estado Situacional de la Emergencia-INCENDIOS FORESTALES EN EL DISTRITO DE YAURI ESPINAR*. Obtenido de [http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/Evaluacion/Reporte/rpt\\_eme\\_situacion\\_emergencia.asp?EmergCode=00072455&expand=1](http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/Evaluacion/Reporte/rpt_eme_situacion_emergencia.asp?EmergCode=00072455&expand=1)
- Soares, J., De Morais, V., Alves, O., & Martins, A. (2020). *Estudo da dinâmica espaço-temporal do NDVI no Município de Sorriso-MT*. Revista Brasileira de Geografia Física. Obtenido de <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>
- Suci, S., & Dwi, R. (2016). *Mapeo y Monitoreo de Cambios en la Densidad de Manglares en el Área de Minería de Estaño*. ScienceDirect. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029616002590>
- Tiezhu Shi, L. G. (2018). Proximal and remote sensing techniques for mapping of soil contamination with heavy metals. *Applied Spectroscopy*, 53, 12. doi:<https://doi.org/10.1080/05704928.2018.1442346>

- Toledo, E., Santana, A., Sánchez, A., Romero, Y., Ortega, S., & Jiménez, J. (2020). *Identification and isolation of heavy-metal tolerant and bioaccumulator bacteria obtained from El Fraile mine tailings, Mexico*. Terra Latinoamericana. Obtenido de <https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/430>
- U.S. Geological Survey. (2018). *Mineral Commodity Summaries*. Obtenido de <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/mineral-commodity-summaries>
- Ugarte, M. (2020). *GESTIÓN ESTATAL DEL CONFLICTO SOCIO-AMBIENTAL DE “TÍA MARÍA” EN PERÚ*. Scielo. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/anpol/v33n99/0121-4705-anpol-33-99-24.pdf>
- UMPE. (2018). *Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano y largo plazo con vigencia al año 2035*. Obtenido de [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202\\_Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf)
- Universidad de Murcia. (2003). *Correcciones a las imágenes de satélites. Apuntes de la asignatura teledetección en geografía*.
- USGS. (2013). *Landsat 8*. Servicio Geológico EE.UU. Obtenido de <https://pubs.er.usgs.gov/publication/fs20133060>
- Vargas, S. (2009). *Minería de datos: Predicción de la deserción escolar mediante el algoritmo de árboles de decisión y el algoritmo de los vecino mas cercanos*.
- Vargaya, Y. (2019). *Identificación de peligros antropogénicos en la minería en Madre de Dios, Ananea y la Oroya*. UNAP-Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/14984>
- Vargaya, Y. (2019). *Identificación de peligros antropogénicos en la minería en Madre de Dios, Ananea y La Oroya. Suficiencia profesional*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/14984>

- Vega. (2017). *Extenso-Daños ambientales de la minería en el Perú: ¿Qué hacer con ellos?* Obtenido de <http://www.metasbicentenario.consortio.edu.pe/mineria-y-ambiente/extenso-danos-ambientales-de-la-mineria-en-el-peru-que-hacer-con-ellos/>
- WRM. (2013). *Minería, impactos sociales y ambientales*. Obtenido de [https://wrm.org.uy/es/files/2013/04/Mineria\\_Impactos\\_sociales\\_y\\_ambientales.pdf](https://wrm.org.uy/es/files/2013/04/Mineria_Impactos_sociales_y_ambientales.pdf)
- Yang, Z., Li, J., Cremallera, C., Shen, Y., Miaoa, H., & Donovan, F. (2018). *Identificación de los tipos de perturbaciones y trayectorias en áreas mineras utilizando imágenes de sensores remotos multitemporales*. ScienceDirect. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718324173>