
TIPIFICACIÓN DE ÁREAS CONTAMINADAS Y CUENCAS HIDROGRÁFICAS POR LA EXPLOTACIÓN MINERA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, EMPLEANDO SENSORES REMOTOS MEDIANTE EL USO DEL SOFTWARE QGIS EN EL MUNICIPIO DE SALDAÑA (TOLIMA)

Autores: Luver Sandro Collazos Ortigoza; scollazos@unadvirtual.edu.co. Samuli Arias Rodríguez; sariasr@unadvirtual.edu.co. Wilder Nicolás Lozano Barrero; wnlozab@unadvirtual.edu.co. Estudiantes de ingeniería agronómica, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Bogotá, Colombia. Docente asesor: Nelson Enrique Zambrano Monsalve, nelson.e.zambrano@unad.edu.co.

SANDRO COLLAZOS 1 DE JUNIO DE 2023 21:49 UTC

RESUMEN

Contextualización: La contaminación por la explotación minera del río Saldaña no es algo nuevo en el municipio, más sin embargo no es objeto de investigación ni de estudio, por lo tanto, es un tema nuevo que nos permite ahondar en las causas y efectos desde el punto de vista ambiental y agrícola para el municipio.

Vacío de conocimiento: es oportuno desarrollar metodologías de bajo costo y efectivas para identificar las zonas afectadas por la contaminación de las cuencas hídricas en el municipio de Saldaña, ya que como se mencionó anteriormente no ha sido objeto de

investigación por parte de los entes encargados, por lo tanto, el objetivo de esta investigación es que exista información suficiente mediante la teledetección y confirmación en campo de la magnitud frente a la contaminación de los recursos hídricos y edáficos lo que ayudaría a reducir el impacto al medio ambiente y a las comunidades productoras agrícolas de la zona.

Propósito: llevar a cabo una propuesta para la identificación de las áreas afectadas por la contaminación de las cuencas hídricas que abastecen los sistemas de riego del municipio de Saldaña Tolima, para la producción de cultivos semestrales, e intersemestrales (arroz y maíz), así mismo la subcuenca de las veredas

cercanas al municipio, debido a la presencia de material particulado en el río Saldaña por la explotación minera de grandes extensiones espaciales en los últimos años.

Metodología: El presente trabajo se realiza por el método transversal exploratorio con un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) en el cual se tomarán las siguientes variables explotación minera, contaminación del recurso hídrico, riesgo ambiental, Edáfico y riesgo para la salud, estos procesos se realizaran en dos fases, la prime contempla un análisis espacial mediante la utilización del software QGIS, donde se realizara los siguientes geoprocesos, cargue de las capas vectoriales de regiones, municipio del país, humedales drenajes dobles, mapas de suelos, y mapa capacidad de uso suministrados por el geoportal del IGAC y el IDEAM, en el cual determináramos cuencas hidrográficas, alineados a sistemas buffer, diferencia simétrica, esto con el objetivo de determinar las restricciones de modelos de aptitud del suelo, además de generar un modelo digital de elevación, en donde analizaremos mediante un estudio multitemporal como ha cambiado en los

últimos años los pisos térmicos y mapas climáticos debido a la contaminación por la explotación minera en el río Saldaña, la segunda etapa contempla un muestreo físico donde utilizaremos tomas de muestra del agua para realizar análisis del material particulado así mismo sus componentes los cuales ha influido en la salinización y acidificación del componente edáfico reduciendo drásticamente la disponibilidad de nutrientes para los cultivos entre otros factores de importancia. Para los resultados de la prueba piloto, analizaremos los datos obtenidos por medio de estadística descriptiva, donde se utilizará el Software estadístico InfoStat (IS), para la generación de las gráficas y poder realizar los análisis.

Palabras clave: Explotación, contaminación tipificación, sensores remotos, imagen satelital, resolución espacial, recursos hídricos.

ASBTRACT

Contextualization: Contamination from the mining exploitation of the Saldaña river is not something new in the municipality, nevertheless it is not the object of investigation or study, Therefore, it is a new topic that allow us to delve into the causes and effects from the environmental and agricultural point of view for the municipality.

Knowledge: it is opportune to develop low-cost and affected by the contamination of the water basins in the municipality of Saldaña, since, as mentioned above, it has not been the object of investigation by the entities in charge, therefore, the objective of this research is that there is sufficient information through remote sensing and confirmation in the field of the magnitude of the contamination of water and soil resources, which would help reduce the impact on the environment and on the agricultural producing communities of area.

Purpose: carry out a proposal for the identification of the areas affected by the contamination of the water basing that supply the irrigation systems of the municipality of Saldaña Tolima, for the

production of semiannual and intersemester crops (rise and corn), as well the sub-basins of the villages close to the municipality due the presence of particulate matter in the Saldaña river duo to the mining exploitation of large spatial extensions.

Methodology: the present work is carried out by the exploratory cross-sectional method with a mixed approach (quantitative and qualitative) in which the following variables will be taken; mining exploitation, contamination of water resources, environmental risk, edaphic and health risk, these processes are they will be carried out in two phases, the first one contemplates a spatial analysis through the use of the QGIS software, where the following geoprocesses will be carried out, loading of the vector layers of the region, municipality of the country, double drainage wetlands, soil maps, and map capacity of use provided by the IGAC and IDEAM geoportal, in which we determined hydrographic basins, aligned to buffer systems, symmetrical difference, this with the objective of determining the restrictions of soil aptitude models, in where we will analyze through a multitemporal study how the thermal floors and climate maps have changed in recent years due to contamination by mining exploitation in the Saldaña river, the second stage contemplates

a physical sampling where we will use mater samples to carry out analysis of particulate matter likewise its components which has influenced the salinization and acidification of the edaphic component drastically reducing the availability of nutrients crops among other important factors. For the results of the pilot test, we will analyze the data obtained through descriptive statistics, where the InfoStat (IS), statistics software will be used to generate the graphs and be able to perform the analysis.

Keywords: exploitation, pollution, typification, remote sensing, satellite imagen, spatial resolution, water resources.

RESUMEN GRÁFICO



Ilustración 1. Resumen gráfico de la problemática. Fuente propia herramienta QGIS

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas de información geográfica han sido determinantes para la recuperación del medio ambiente y la debida planificación del suelo y los recursos naturales.

En este sentido esta investigación permitió la implementación de los SIG y sus herramientas analizando la cobertura de los suelos que se desarrollan sobre el municipio de Saldaña (Tolima) en el cual se determina como problemática importante la contaminación por la explotación minera de oro, y gravilla para la industria vial y comercial, que ha generado en los últimos años grandes consecuencias y efectos desde el punto de vista ambiental edáfico y agrícola para la economía de la región, principalmente en la disponibilidad del recurso hídrico, que si bien es cierto es la base para la vida de todo ser humano. Por lo tanto, la contaminación de las cuencas hídricas ha presentado efectos colaterales en los acuíferos principalmente en la disponibilidad de agua para las fincas cercanas al municipio, donde se puede apreciar una baja calidad de este recurso principalmente por factores de granulometrías, salinización y acidificación. De la misma manera lo confirma (Gaviria S & Betancur V, 2005) en su publicación donde presenta una síntesis sobre la

contaminación de aguas subterráneas como la probabilidad que un acuífero experimente impactos negativos a partir de una actividad antrópica, dada hasta un nivel tal que el agua subterránea se torne inaceptable para el consumo humano, este peligro puede ser determinado, considerando la interacción entre la carga contaminante sub-superficial, la cual podría ser aplicada en el subsuelo como resultado de las actividades humanas y la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación (pp-87). Según (Cortolima, 2019) en el reporte de análisis regional del centro y sur del Tolima, se evidencia que en los últimos años las zonas que registran un índice de alteración potencial de calidad del agua (IACAL) con alta potencialidad de contaminación del agua debido a presiones por vertimientos puntuales de sectores usuarios del recurso hídrico para años secos corresponden; alto río Aipe, río chenche, contaminación media.

OBJETIVOS

General

Identificar las principales áreas contaminadas y cuencas hidrográficas por la explotación mineras en los últimos años, empleado sensores remotos mediante el uso del software QGIS en el municipio de Saldaña-Tolima.

Específicos

Generar un análisis espacial multitemporal mediante la utilización del software QGIS, herramientas de SIG y diferentes geoportales.

Identificar una problemática ambiental en el municipio de Saldaña por medio del análisis de diferentes capas vectoriales generados por el software QGIS.

Generar un análisis de la contaminación que se genera sobre las fuentes hídricas de Saldaña y la magnitud de afectación sobre la población y los sistemas agropecuarios

MATERIALES Y MÉTODOS

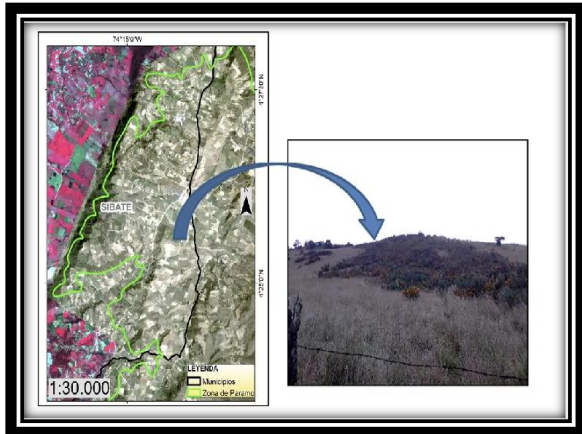


Figura 2 Zona de estudio. Límite del municipio de Saldaña [Tolima] y el municipio de Guamo y Purificación. Fuente: Autores

Zona de estudio

La presente investigación se desarrollará en el municipio de Saldaña, el cual se ubica en la parte sur del departamento del Tolima, -Colombia, y esta comprendida entre las siguientes coordenadas geográficas $4^{\circ}16'17''$ y $3^{\circ}28'17''$ y $4^{\circ}00'38''$ y $3^{\circ}40'17''$ latitud norte; $75^{\circ}51'43''$ y $75^{\circ}36'29''$ $75^{\circ}02'34''$ $74^{\circ}51'42''$ longitud este del meridiano de Greenwich, conecta con el sur y norte del país convirtiéndola en un punto estratégico de comercialización y transporte, presenta una altitud de 300 y 500 m.s.n.m y temperaturas que oscilan entre los $27,00^{\circ}\text{C}$ $28,50^{\circ}\text{C}$. En su estructura física se encuentra el río Saldaña que conecta con la desembocadura de bocatoma; el cual suministra los recursos hídricos al cultivo

de arroz y conecta con el río Magdalena, posee una precipitación anual que va desde los 1400 y 1800 mm anuales, con un régimen de precipitación binomial, es decir presenta dos periodos de lluvias en el año, comprendidos entre los meses de marzo, mayo y abril para el primer semestre y octubre y noviembre para el segundo semestre, cuenta con una extensión

19.342 ha de las cuales la mayoría se dedica a la producción de arroz siendo el principal factor económico además de ser considerada el segundo productor a nivel nacional según, (Alcaldía Municipal de Saldaña, 2022)

Materiales

- ✓ Análisis de la literatura
- ✓ Herramientas de los sistemas de información geográfica. (SIG) QGIS, Google Earth, Páginas de IDEAM, IGAC.
- ✓ Herramientas tecnológicas en campo (computadoras y celulares)

Método

Transversal exploratorio e investigativo con un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo)

MARCO TEÓRICO

La minería en Saldaña, Tolima, es una actividad de importancia económica para la región. Se caracteriza principalmente por la extracción de oro, aunque también se realizan trabajos de extracción de otros minerales como plata y cobre. La minería en Saldaña se lleva a cabo tanto por empresas mineras formales como por pequeños mineros caracterizados por la informalidad, razón por la cual, la minería tiene implicaciones sociales. Por un lado, puede generar empleo y oportunidades económicas para la población local. Sin embargo, también puede provocar conflictos sociales, especialmente en el caso de la minería informal, debido a disputas por la propiedad de las tierras y los recursos, así como a la falta de regulación y protección de los derechos de los trabajadores. La actividad minera en Saldaña puede tener impactos significativos en el medio ambiente. La extracción de minerales, en particular el uso de técnicas como la minería a cielo abierto y el uso de mercurio en la extracción de oro, puede resultar en la contaminación del suelo y el agua, así como en la degradación de los ecosistemas locales. El gobierno colombiano ha

implementado leyes y regulaciones para controlar la actividad minera en el país, incluido Saldaña. Estas regulaciones buscan promover la formalización de la actividad, garantizar la protección del medio ambiente y los derechos de los trabajadores, así como prevenir la minería ilegal. (El Tiempo, 2020)

Teniendo en cuenta los procesos de contaminación que se generan a partir del desarrollo de las ciudades y el desarrollo económico tanto de la agricultura y de las poblaciones han generado desafíos en el cual determinan que la gestión de los recursos se apliquen desde las nuevas tecnologías, donde los SIG juegan un papel importante para la investigación, la planificación, la gestión, el ordenamiento territorial y la optimización de los recursos naturales, con la finalidad de generar desarrollo sostenible y disminuir los riesgos asociados a la contaminación y los desastres naturales.

De esta manera las diferentes herramientas tecnológicas permiten desarrollar modelos espaciales en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) además de procesar y analizar toda la información obtenida, donde los componentes espaciales juegan un papel primordial en el desarrollo de datos

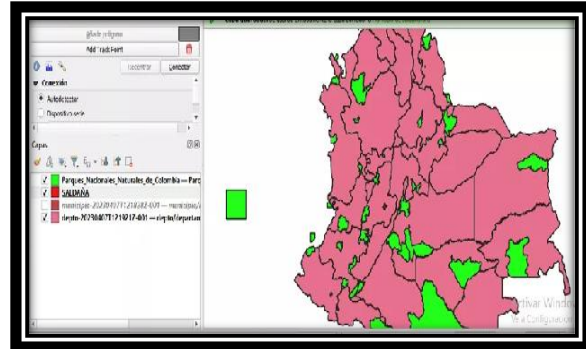
georreferenciados logrando elaborar tablas de datos y vectores precisos y de esta manera lograr avances en la gestión y prevención de los desastres y de los procesos de agotamiento de los recursos.

En estos procesos es importante tener en cuenta lo que la ley permite y establece y es donde Según (MINAMBIENTE, 2016) la planificación de una cuenca hidrográfica como lo es el río Saldaña y las demás cuencas del municipio deben desarrollar procesos racionales y sistémicos tanto de entidades como de la población, que permite a través de diversas metodologías prever, organizar y realizar un manejo sostenible de los recursos naturales existentes. De esta manera se debe establecer un balance entre el aprovechamiento de los recursos, la protección de los sistemas naturales y los procesos que la sustentan, para beneficio de la población como de la biodiversidad asociada a la cuenca hidrográfica.

De esta manera la planificación de una cuenca surge de la necesidad del aprovechamiento responsable del agua, generando un buen manejo de diferentes modelos de uso de la tierra debido a los cambios constantes que ha manifestado estos afluentes. (MINAMBIENTE, 2016)

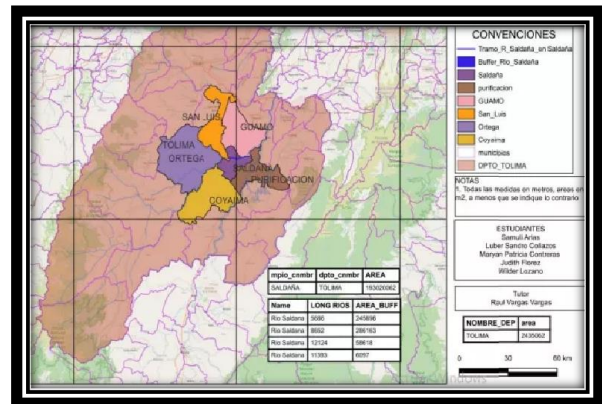
GEOPROCESOS

Mapa componente ambiental.

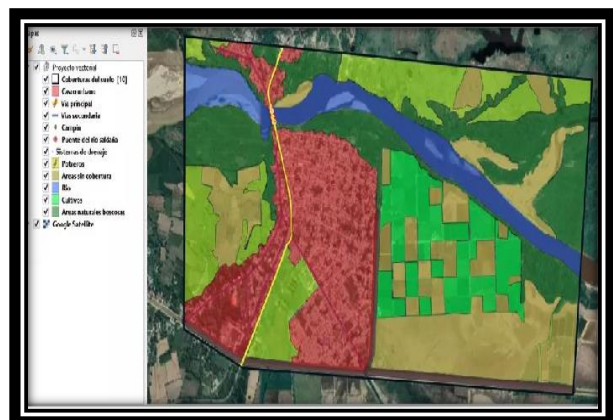


Elaboración QGIS datos de geoportales IDEAM

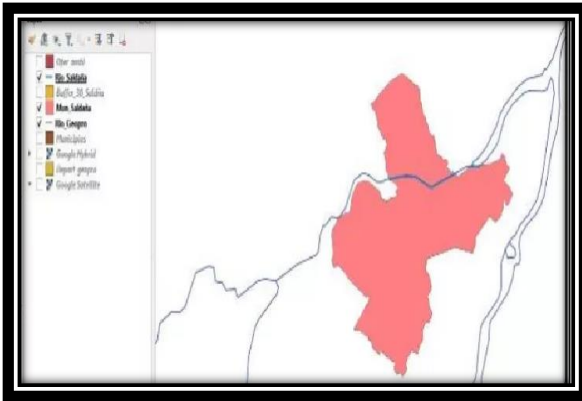
Intersección Ríos departamento del Tolima



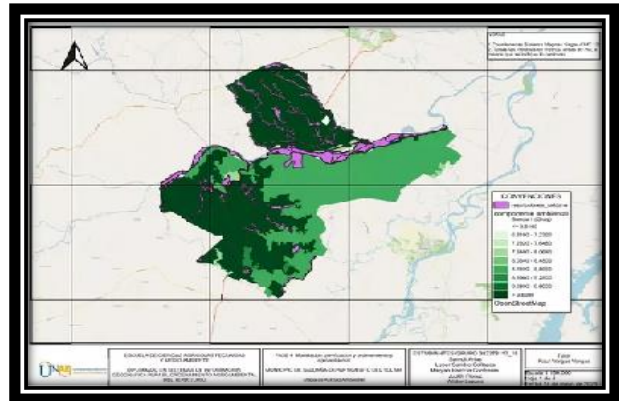
Coberturas de suelo municipio de Saldaña



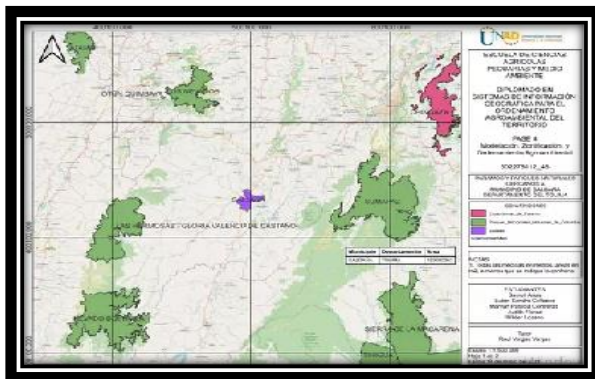
Mapa de sistemas de drenaje del municipio de Saldaña



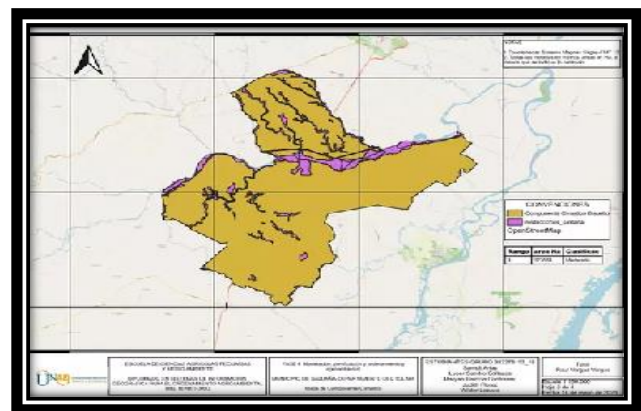
Mapa Componente ambiental del municipio de Saldaña



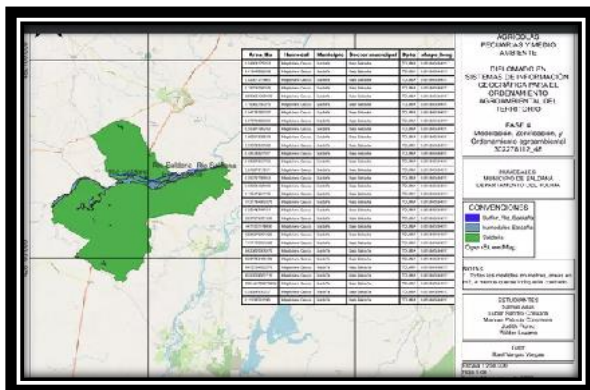
Parques Naturales y páramos cercanos al Municipio de Saldaña Tolima



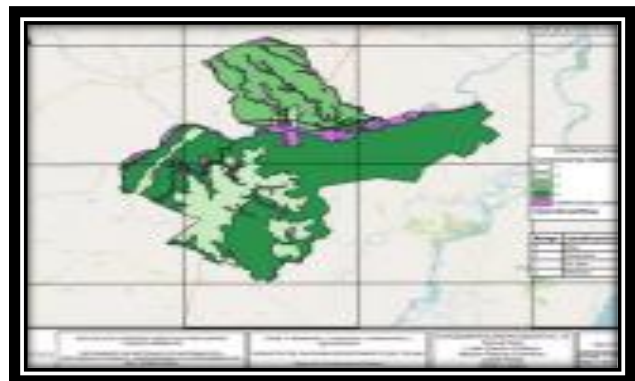
Mapa Componente Climático del municipio de Saldañaico del municipio de Saldaña



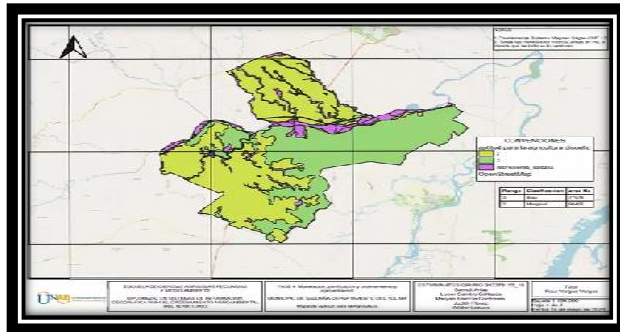
Mapa humedales del municipio de Saldaña
Mapa Componente Ambiental



Mapa del componente edáfico del municipio de Saldaña



Mapa Aptitud para la Agricultura en el municipio de Saldaña



IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El proceso permite identificar como problema principal la afectación de las fuentes hídricas por consecuencia de las actividades mineras sin control ambiental, determinando otros factores problemas.

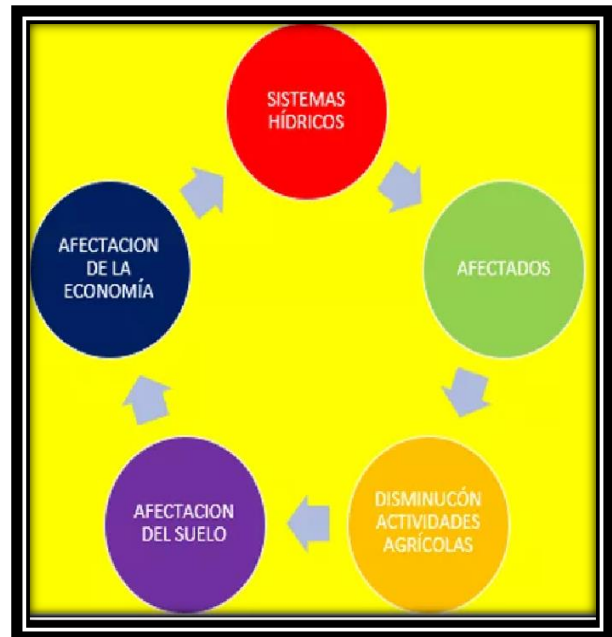
Contaminación y explotación del río Saldaña



Fuente: <https://images.app.goo.gl/0CgnSjWvvvxs45iV9>

Problema principal

Afectación de sistemas hídricos

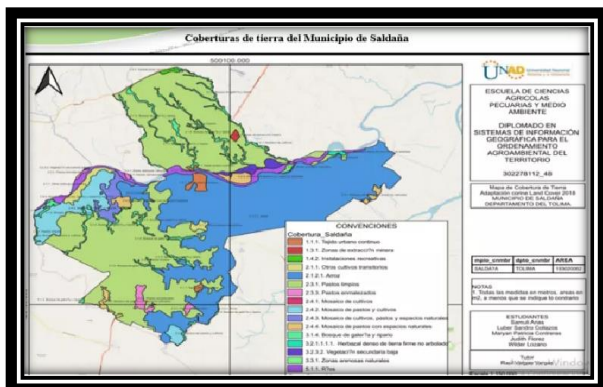


La investigación permitió determinar la totalidad de coberturas de tierra del municipio de Saldaña, en el cual las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) implementadas en la investigación, arrojaron datos importantes frente a las problemáticas que más afectan el desarrollo de la región. De esta manera se identifican las principales áreas de contaminación, extensión, la causas y efectos colaterales que tiene la explotación minera en el río Saldaña en los componentes de inclusión edáfica, hídrica, ambiental, datos complementados con la literatura y las evidencias en campo. Entendiendo esto podemos plantear soluciones que ayuden a

mejorar o mitigar las condiciones de vida de los habitantes del municipio desde un punto de vista amigable con el medio ambiente, la salud de los pobladores y productividad agrícola. Así mismo se pretende dar a conocer los efectos negativos que ha tenido la contaminación del este recurso hídrico en un estudio multitemporal, el cual puede ser objeto de estudio por otras instituciones, educativas, municipales, departamentales y regionales en sus proyectos futuros.

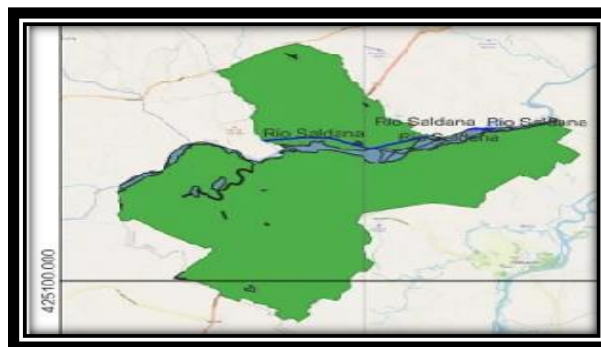
Por medio del análisis se crearon diversas capas vectoriales y ráster permitiendo generar modelos espaciales y procesar toda la información obtenida sobre el municipio de Saldaña, donde los componentes espaciales determinaron el desarrollo de datos georreferenciados, logrando elaborar las tablas de datos y vectores precisos identificando la aptitud del suelo en la agricultura y el ordenamiento medioambiental.

Coberturas de tierra de Saldaña



Se evidencia que el río Saldaña; río Tetuán; río Ortega y bajo Saldaña, presentan índices de contaminación que corroboran la presencia de actividad minera, disminución de las actividades agropecuarias, pesqueras y de implementación del recurso hídrico para actividades agrícolas. Así mismo la disponibilidad del recurso hídrico se evidencia en las bases de datos analizadas por SIG, determinando que subsisten 51 cuencas que subastasen al municipio, y en general se consideran una alta tasa de contaminación cruzada, lo que ha generado además de desabastecimiento, una reducción de la calidad de vida de los habitantes como de la producción agrícola y ambiental del territorio.

Fuentes hídricas y humedales de Saldaña



Clasificación sobre conflictos

La comunidad denuncia que No existe control sobre los volúmenes de explotación al río Saldaña
 La comunidad se defiende con leyes como el decreto 2011 de 1974 que contiene el código nacional de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente. Y el artículo 79 que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. Y la comunidad lucha para que estas empresas paren sus procesos de extracción de materiales y exigen a Cortolima que no de permisos de licencias ambientales para la extracción de materiales en el río Saldaña que afectaría económicamente todo lo social y económico en la capital arrocera de Colombia que es Saldaña.

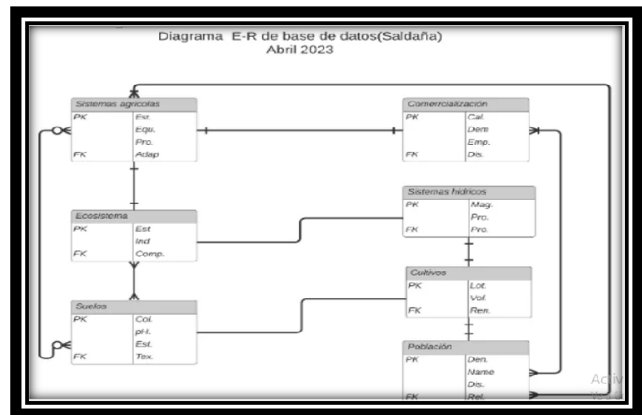
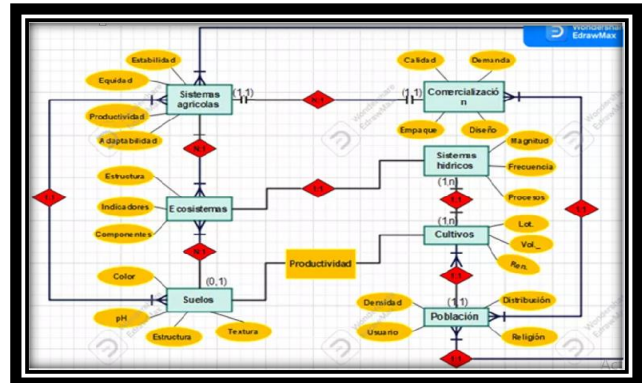
Fuente: <https://prezi.com/evdgtj-3zklv/problematika-extracción-de-materiales-del-rio-saldana/>

Por lo tanto, el estudio establece que estos procesos se generan a partir de la mala gestión en los recursos hídricos de la zona, reconociendo que hace necesario encontrar alternativas para que en Saldaña se genere un buen suministro de agua constante, procesos articulados en busca de herramientas que recopilen los datos necesarios, para luego ser procesados y analizados, lo que permitan una mejor visión del agua subterránea como superficial, de ahí la necesidad de un modelo entidad- reacción, modelo hidrológico conceptual, apoyado en los sistemas de información geográficas, en donde se muestren las unidades geológicas representada en modelos digitales de elevación, pero al mismo tiempo la validación en campo que permita determinar la calidad del agua en estudios multitemporales, para luego proponer una solución que ayude a mejorar las condiciones de la comunidad con el uso adecuado que se le puede dar a este recurso valioso para la humanidad.

La metodología de este proyecto se basa en la utilización de sensores remotos mediante el software QGIS donde se procesarán los datos del estudio multitemporal en función de mapas hidrológicos, edáficos, climáticos

suministrados por fuentes del IGAC y el IDEAM, para luego la generación de capas vectoriales y ráster de cada cobertura, seguidamente una diferencia simétrica entre coberturas restringidas y no restringidas para delimitar las cuencas y subcuencas, donde ya podremos generar un análisis multitemporal de la extensión explotada, seguidamente una confirmación de en campo de los resultados previstos anteriormente. Por último, el cargue de las capas climáticas y precipitación en el cual determinaremos los cambios climáticos y precipitaciones en años anteriores correspondientes al inicio de las explotaciones mineras.

Modelo de entidad relación



El análisis permite evidenciar en la tabla atributos que la relación del comercio, los sistemas agropecuarios, la explotación de los recursos, la comercialización, la productividad y los sistemas hídricos tienen igualdad de proporción frente a su desempeño en el desarrollo del municipio de Saldaña, determinando que las fuentes hídricas, especialmente la cuenca del río Saldaña sea la que tenga una mayor demanda del recurso hídrico, afectación por actividades mineras, haciendo que se disminuya su cauce considerablemente y determine los niveles de contaminación existentes, sin posibles soluciones ni intervenciones.

Componentes de coberturas de Saldaña

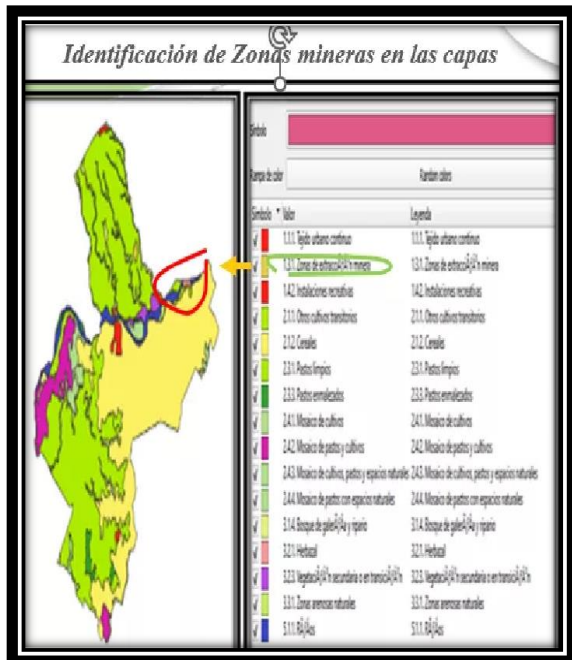


Ilustración 7. Mapa generado por QGIS frente a componentes de coberturas de Saldaña. Fuente Autores.

Este mapa de análisis de cobertura generado por la herramienta QGIS, es concluyente para identificar la problemática de la minería en el municipio sobre las fuentes hídricas, donde esta es sobresaliente en zonas de extracción minera en la parte alta del río y donde los procesos económicos realizados desde esta actividad reflejan ingresos para la población, pero afectaciones importantes para las actividades agropecuarias, principalmente los cultivos de arroz, procesos de ganadería y otros cultivos, contrastando el desarrollo de la región.

También la investigación evidencia que la planta de producción Argos está presente en dicho afluente como productora de agregados finos y gruesos donde realiza sus operaciones mineras en el río Saldaña sin intervenir su cauce vivo y según ellos bajo los lineamientos establecidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA y demás partes de interés. (Argos, 2020) Sin embargo, la afectación es considerable para la región.



Ilustración. Extracción de materiales río Saldaña.

Fuente. <https://prezi.com/eydgtj-3zklv/problematika-extraccion-de-materiales-del-rio-Saldaña/>

RECOMENDACIONES

Se recomienda a las entidades medioambientales y entidades que quieran continuar con los procesos de investigación e intervención en los procesos mineros de la region, implementando plataformas de mutua favorabilidad; generando comunicación de nuevas maneras de explotación y trabajando en asocio con las entidades mineras en la protección de los recursos y mejoramiento de sus prácticas expansionistas.

Se recomienda a las administraciones municipales el desarrollo de un POT responsable con la comunidad, generando decisiones frente a la planificación del ordenamiento del territorio o municipio, en el cual esta herramienta de orden territorial es un instrumento definido bajo la Ley 388 de 1997. Y debe ser utilizado por los mandatarios para gestionar adecuadamente los recursos destinados para el proceso de planificación, además estas deben trabajar mancomunadamente con los pobladores permitiendo la ejecución de los proyectos mineros responsablemente y la ejecución de adecuación de infraestructura para el desarrollo de la ciudad.

Es pertinente para el municipio de Saldaña como de sus pobladores avancen en los procesos de recuperación del recursos hídricos los cuales dependen principalmente la

economía del municipio en la parte agrícola, del mismos modo garantizar la protección de las cuencas y subcuencas cercanas al municipio de vital importancia para el consumo humano, mediante vigilancias estrictas por parte de la alcaldía regulando los procesos de extracción minera legal como ilegales, para la sustentabilidad de estos recursos en los próximos años futuros.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente articulo agradecen a DIOS por permitirnos llegar al final de nuestras carreras con éxito en nuestro proceso formativo, a nuestras familias por el apoyo incondicional en cada paso que damos a diario, a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), por brindarnos las herramientas necesarias e impulso en la investigación que enriquecen nuestra sed de conocimientos, a la red de tutores del curso del diplomado en sistemas de información geográficos para el ordenamiento territorial(SIG), en especial al tutor Nelson Enrique Zambrano Monsalve, Oscar Andrés Toro Trochez, por brindar los conocimientos la adecuada directriz en el desarrollo de las distintas actividades encaminadas a la investigación, y nuevas tecnologías que nos ayuden a complementar nuestros proyectos en las distintas problemáticas del campo de

acción, finalmente a los colaboradores de la presente investigación, por su compromiso, dedicación, paciencia, y estímulos para alcanzar los objetivos y el bien común de los procesos formativos.

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación sobre la contaminación por la explotación de oro y minerales en el río Saldaña en los últimos años estuvieron acorde a los parámetros de indagación realizados, ya que los entes de control, (alcalde municipal de Saldaña y Cortolima), son conscientes del tema de explotación minera y los análisis lo demuestran en el reporte regional del centro y sur del Tolima, se evidencia que en los últimos años las zonas que registran un índice de alteración potencial de calidad del agua (IACAL), con alta potencialidad de contaminación debido a presiones por vertimientos puntuales de sectores industriales del recurso hídrico en temporada seca, corresponden a las cuencas del río Chenche, río Saldaña, río Aipe entre otros, además de ser participe en la contaminación cruzada en subcuencas de las veredas cercanas al municipio donde se observa una baja calidad de este recurso principalmente en la presencia de material particulado, conllevando a la salinización y acidificación, siendo no apta para el consumo humano como para la producción agrícola,

específicamente en la producción de arroz el cual es uno de los principales sustentos de muchas familias campesinas cercanas al municipio.

La implementación de nuevas tecnologías como lo son los sistemas de información geográfica (SIG) permiten realizar una planificación, gestión, ordenamiento territorial y la optimización de los recursos naturales, a muy bajos costos, lo que implica una mayor facilidad en la obtención de los datos como sus análisis, por tal motivo esta investigación se complementa de los SIG en un primer plano donde se recopila información de los geoportales IDEAM e IGAC para los procesamientos de modelación, diferencias simétricas y asimétricas de coberturas, y modelos digitales de elevación, en la generación de los mapas climáticos, sistemas hídricos, y precipitación, que en este caso son las cuencas y subcuencas hidrográficas del municipio de Saldaña mediante un estudio multitemporal donde se determinarían el grado de afectación en cuanto a su caudal, extensión, y proyección.

BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía Municipal de Saldaña. (2022). Indicadores de producción de arroz en el municipio de Saldaña. Obtenido de <http://www.saldana-tolima.gov.co/>

Argos. (2020). *Planta de agregados Saldaña - Cementos Argos Colombia*. Obtenido de [https://colombia.argos.co/plantas/planta-de-agregados- Saldana/](https://colombia.argos.co/plantas/planta-de-agregados-Saldana/)

Cortolima. (2019). *Vertimientos y caudales en el municipio de Saldaña Tolima*. Obtenido de https://www.cortolima.gov.co/images/la_corporacion/vertimientos/proceso_consulta/fichas_municipios/38_FICHA_META_SALDANA.pdf

El Tiempo. (2020). *Suspenden polémica licencia para explotar oro en el sur del Tolima*. Obtenido de [https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/suspenden-licencia-de-extracción-de-oro-en-rio- saldana-en-tolima-540532](https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/suspenden-licencia-de-extracción-de-oro-en-rio-saldana-en-tolima-540532)

Gaviria S, J. I., & Betancur V, T. (2005). Una caracterización de carga contaminante a los acuíferos libres del bajo Cauca Antioqueño. *Gestión y*

ambiente, 8(2), pp.85-102.

doi:<https://www.redalyc.org/pdf/1694/169421174007.pdf>

MINAMBIENTE. (2016). Planificación de la cuenca hidrográfica. Guía técnica para el ordenamiento del recurso hídrico. ANEXO B. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificación-de-cuencas-hidrográficas/cuenca-hidrográfica/planes-de-ordenacion#documentos-de-inter%C3%A9s>

Suarez Castaño, R., Alonso Rodríguez, C., Alfredo Pabón, W., & Hernando Beltrán, J. (2021). Reporte de análisis regional del centro y sur del Tolima (RAR-CST). *Autoridad nacional de licencias ambientales (ANLA)*, 158.

doi: <https://www.anla.gov.co/documentos/biblioteca/06-05-2021-anla-reporte-analisis-regional-centro-y-sur-del-tolima.pdf>

LINK VIDEO DE LA SUSTENTACIÓN

<https://youtu.be/42Kbks5coC8>

