



PRELIMINARY TECHNICAL DIAGNOSIS FOR THE DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE SYSTEM OF EARLY WARNINGS TO HYDROGEOMORPHOLOGICAL EVENTS WITH A FOCUS OF GOVERNANCE IN THE CORREGIMIENTO SAN BERNARDO DE BATA, TOLEDO NORTE DE SANTANDER

DIAGNÓSTICO TÉCNICO PRELIMINAR PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS ANTE EVENTOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS CON ENFOQUE DE GOBERNANZA EN EL CORREGIMIENTO SAN BERNARDO DE BATA, TOLEDO NORTE DE SANTANDER

Rivero, I. Y.¹ Vera, D. E.² Ramón, J. A.³

¹Ing. Isleyni Yajaira Rivero Rojas, Ingeniera Ambiental. e-mail: yajarivero.05@gmail.com

²MsC© Derly Estefany Vera Mogollón, Ingeniera Ambiental. Profesional Operativo Proyecto SATC e-mail: veraderly05@gmail.com

³Ph. D. Jacipt Alexander Ramón V. Director Proyecto SATC, e-mail: jacipt@unipamplona.edu.co

Entidad

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE INUNDACIONES Y SEQUÍAS COMO MEDIDA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER (Convenio interadministrativo entre la UNGRD, Gobernación de Norte de Santander a través del CDGRD y la Universidad de Pamplona). Norte de Santander. Colombia. Tel: 3134191274
E-mail: satc@unipmplona.edu.co

Resumen

Un Sistema de Alerta Temprana SAT cuenta con herramientas como el monitoreo y vigilancia de los eventos, sistema de comunicaciones, sistema de alarmas y un plan de evacuación ante cualquier eventualidad. Con el presente trabajo, se busca desarrollar el diagnóstico técnico preliminar para el diseño de un SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA COMUNITARIO (SATC) en el corregimiento de San Bernardo de Bata, Toledo Norte de Santander, el diseño del SATC cuenta con una etapa previa que consistió en realizar un diagnóstico técnico preliminar de la zona de estudio con el fin de recolectar información primaria y secundaria que sirviera como línea base, seguidamente se procedió a estimar el comportamiento del clima ante eventos como deslizamientos por lluvias mediante el uso de datos climatológicos. El presente estudio permitió realizar estudios preliminares necesarios para llevar a cabo el montaje institucional y operativo del SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS EN EL CORREGIMIENTO DE SAN BERNARDO DE BATA, TOLEDO NORTE DE SANTANDER, y articular información para la actualización del PLAN MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO con el objetivo de convertirlo en una herramienta



eficaz y preventiva.

Palabras clave. Alerta, Amenaza, Conocimiento del riesgo, Deslizamiento, Preparación.

Abstract

An SAT Early Warning System has tools such as monitoring and monitoring of events, communications system, alarm system and an evacuation plan in the event of any eventuality. With this work, it is sought to develop the preliminary technical diagnosis for the design of a COMMUNITY EARLY ALERT SYSTEM (SATC) in the corregimiento of San Bernardo de Bata, Toledo Norte de Santander, the design of the SATC has a previous stage that consisted of making a preliminary technical diagnosis of the study area in order to collect primary and secondary information that serves as a baseline, then proceeded to estimate the climate's behaviour against events such as rainfall slides using weather data. This study allowed to carry out preliminary studies necessary to carry out the institutional and operational assembly of the SYSTEM OF EARLY ALERTS IN THE CORREGIMIENTO DE SAN BERNARDO DE BATA, TOLEDO NORTE DE SANTANDER, and articulate information for the updating of the MUNICIPAL PLAN FOR THE MANAGEMENT OF RISK with the aim of making it an effective and preventive tool.

Keywords: Alert, Threat, Risk Knowledge, Slippage, Preparation.

1. INTRODUCCIÓN

Los fenómenos hidrometeorológicos fueron el 85% de los eventos asociados a riesgo registrados entre 1998 y 2018 en Colombia. Teniendo presente la necesidad de los centros urbanos para hacer gestión del riesgo de desastres ante amenazas de tipo natural, se hace imprescindible la generación de sistemas de alerta temprana que ayuden a monitorear y anticipar la posible ocurrencia de pérdidas de vidas humanas y materiales debido a la manifestación de la amenaza. Los procesos de remoción en masa generados por lluvia son una de las amenazas de tipo natural que ha generado importantes consecuencias en varios centros poblados (Camargo, 2016). Uno de los aspectos a considerar para el establecimiento de un sistema de alerta temprana es la base de conocimiento del mismo, es decir, es necesario determinar de qué manera se relaciona la precipitación con la generación de deslizamientos en un sitio dado (Ramón et al, 2015; Kristinne et al, 2015; Rivera et al, 2017).

Esta compleja relación lluvia-deslizamientos se ha analizado desde la óptica de la

experiencia de los evaluadores del riesgo geotécnico, quienes a partir de registros históricos y las características básicas de la lluvia, como la cantidad de precipitación diaria, proponen unos umbrales mínimos a partir de los cuales se pueden desencadenar fenómenos de remoción en masa (Angulo et al, 2017). En este tipo de aproximaciones, los expertos seleccionan desde su experiencia el tipo de variable derivada de registros de lluvia y generan una explicación basada en la casuística de la relación lluvia-deslizamiento. La incógnita principal radica en determinar cuál es la variable relacionada con lluvia y el nivel umbral que dispara los procesos de remoción en masa. Para poder abordar esta pregunta, es necesario conocer la amplia oferta de parámetros relacionados con lluvia que generan deslizamiento y que se han usado para análisis en diferentes partes del mundo. (Ramos Cañón, Trujillo-Vela, & Prada-Sarmiento, 2015; Velandia et al, 2016).

El presente trabajo de investigación proyecta el diseño de un sistema de alerta temprana ante fenómenos de remoción en masa principalmente, para la zona urbana del



corregimiento San Bernardo de Bata, dado que ha sido una zona bastante afectada por la ocurrencia de deslizamientos que han generado daños considerables en viviendas, cultivos, infraestructura de servicios públicos como acueductos, alcantarillado y el matadero, además de la vía principal denominada La Soberanía (Moreno y Rueda,

2016; Vanegas et al, 2017). Esta investigación se desarrolló en el marco del proyecto SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE INUNDACIONES Y SEQUIAS COMO MEDIDA DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

2. METODOLOGIA

2.1. DIAGNOSTICO TÉCNICO PRELIMINAR DE LA ZONA DE ESTUDIO

Para la consecución de un Diagnostico Preliminar de la zona se realizó una revisión bibliográfica acerca de los parámetros y variables necesarias para llevar a cabo la realización del estudio, adicionalmente se utilizó el Plan Municipal de Gestión del Riesgo del municipio de Toledo como herramienta guía, con el fin de obtener información de los lugares con mayor amenaza. Posteriormente se obtiene información a través de encuestas e interacción directa con las comunidades del corregimiento. Finalmente se realizan estudios técnicos para identificar los escenarios de riesgo en el municipio de Toledo Norte de Santander.

2.2 ANÁLISIS DE DATOS CLIMATOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS DEL CAUDAL DEL RÍO MARGUA Y AFLUENTES DE INTERÉS PARA EL ESTUDIO

La solicitud de los datos de precipitación se realizó por medio de la plataforma DHIME del IDEAM la cual permite conocer los históricos para estaciones hidrológicas, pluviométricas y climatológicas existentes en el país. Para este estudio se utilizaron datos de la estación pluviométrica San Bernardo de Bata como Precipitación Total Anual, Precipitación Total Mensual y Precipitación Máxima Mensual en un día; y de la estación hidrológica Peña de los Micos Caudales Máximos Mensuales;

datos que se obtuvieron para el periodo comprendido entre los años 1973 hasta 2018. Dichas estaciones se utilizaron por encontrarse ubicadas cerca de la zona de estudio. Posteriormente se analizó la variabilidad de la precipitación mensual y anual de la zona y se seleccionaron los eventos máximos de precipitación. Así mismo se desarrollaron las curvas IDF para la estación en estudio y la determinación de umbrales de pluviosidad y correlación con fenómenos hidrogemorfologicos.

2.3 DISEÑO DEL MONTAJE INSTITUCIONAL Y OPERATIVO DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

Para obtener el Diseño y puesta en marcha del SAT se realizó:

- ✓ Socialización del proyecto en la zona, así como también participación comunitaria orientados a fortalecer la educación de las personas involucradas en la gestión local del riesgo (Venegas et al, 2017; Ramón y Moreno, 2018).
- ✓ Diagnóstico de la zona para la ubicación de los equipos de medición.
- ✓ Conformar una red de alertas tempranas para el municipio contra fenómenos de variabilidad climática (sequía, exceso de lluvias, inundaciones, incendios forestales).
- ✓ Crear un plan para realizar la difusión y comunicación de las alertas.



3. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 DIAGNOSTICO TECNICO

El corregimiento de San Bernardo de Bata se ubica al sur-oriente del municipio de Toledo, Departamento de Norte de Santander. (*Ver Imagen 1*). La zona urbana del corregimiento de San Bernardo de Bata se ubica en la vereda Providencia El limoncito, en la ladera que conforma la margen derecha del río Margua, y sus límites se definen así: por el este colinda con las veredas San Carlos y

Támara, de esta última es separada por el río Margua; por el sur limita con la vereda Valegrá y por el oeste con el Municipio de Labateca.

El centro poblado está localizado en una altitud cercana a los 1200 msnm y se caracteriza por tener clima medio húmedo, donde las temperaturas oscilan de 18 a 24°C y las lluvias anuales son menores de 2.000 mm.

Imagen 1. Ubicación Corregimiento San Bernardo de Bata. Google Maps.



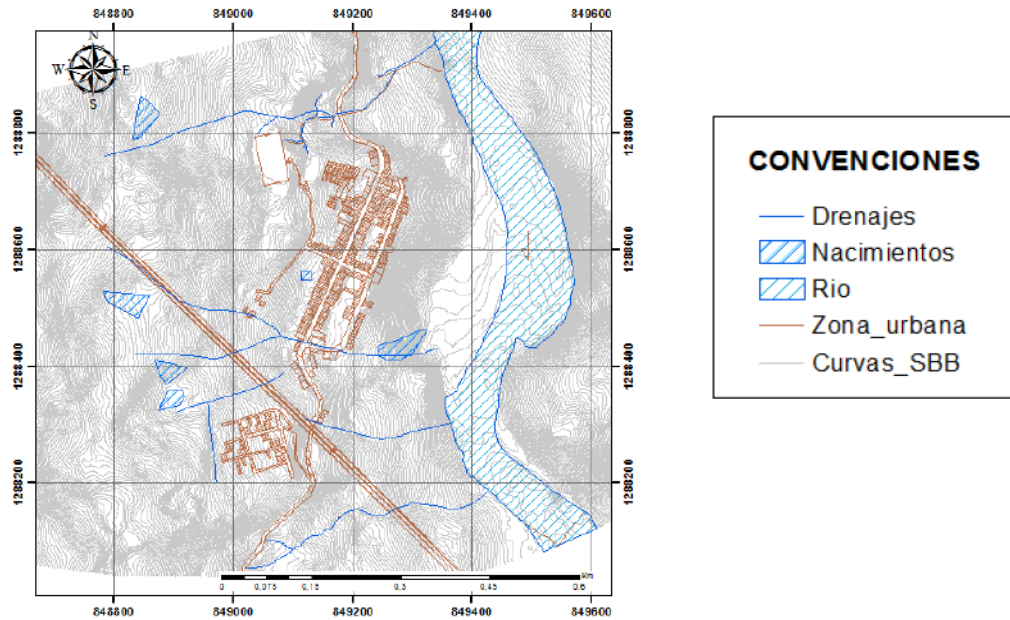
Fuente: Autor, 2019

Su topografía presenta en general una pendiente uniforme entre 25° a 35°, pendiente interrumpida mediante la vía que conduce de Saravena hacia la parte media de la ladera. El corregimiento de San Bernardo de Bata presenta un panorama general de amenazas constituido principalmente por fenómenos de remoción en masa y degradación de los suelos por erosión. Dichos fenómenos están

estrechamente relacionados con la falla inversa denominada “Falla Valegrá”, los tipos y uso de suelo, los drenajes existentes que no presentan ningún tipo de control (*Ver Mapa 1*), además del comportamiento de las precipitaciones manifestadas en la zona de estudio.



Mapa 1. Mapa de drenajes intermitentes en la zona de estudio



Fuente: CONSORCIO TORRES ING, 2018

Adicional a la situación expuesta anteriormente y teniendo en cuenta que el corregimiento se localiza en la parte media de la cuenca del río Margua afluente del río Arauca que ocasionalmente presenta socavaciones hacia la parte sur de la localidad (Villamizar y Justinico, 2017; Rodríguez, 2017).

3.1.1. SUELO

El corregimiento denota suelos propios del clima medio húmedo con presencia de fragmentos de roca, los cuales se describen como profundos, bien drenados, de clase textural arcillosa, con bajos contenidos de calcio, magnesio y potasio. Según uno de los estudios realizados en el corregimiento, el suelo presenta rigurosas limitaciones que lo hacen no apto para la mayoría de los cultivos y la ganadería extensiva.

3.1.2. PRECIPITACIONES

El comportamiento promedio mensual de las precipitaciones varía entre 50 mm hasta 140

mm. Del mes de enero al mes de junio se presenta un incremento en las precipitaciones, las cuales decrecen en el mes de julio hasta el mes de diciembre, es decir, presenta un régimen monomodal por la influencia climática de los Llanos Orientales, lo anterior denotado por la Estación San Bernardo de Bata desde el año 1972 hasta el 2017. La precipitación media anual del corregimiento es de 1300.33 mm obtenido con registro histórico de 20 años.

San Bernardo de Bata presenta una lluvia crítica de 576.10 mm, para una duración de 8.91 días, la cual puede causar o generar un deslizamiento. Como relación Lluvia – Deslizamiento, se encontró un umbral de precipitación de 321.15 mm, como una precipitación causante de un deslizamiento. Además de lluvias que son altamente agresivas con el suelo y son potencialmente erosionables, por lo cual se debe relacionar las lluvias y la cobertura suelo para verificar el nivel de erosividad del sector.



3.1.3. AMENAZAS POR REMOCION EN MASA

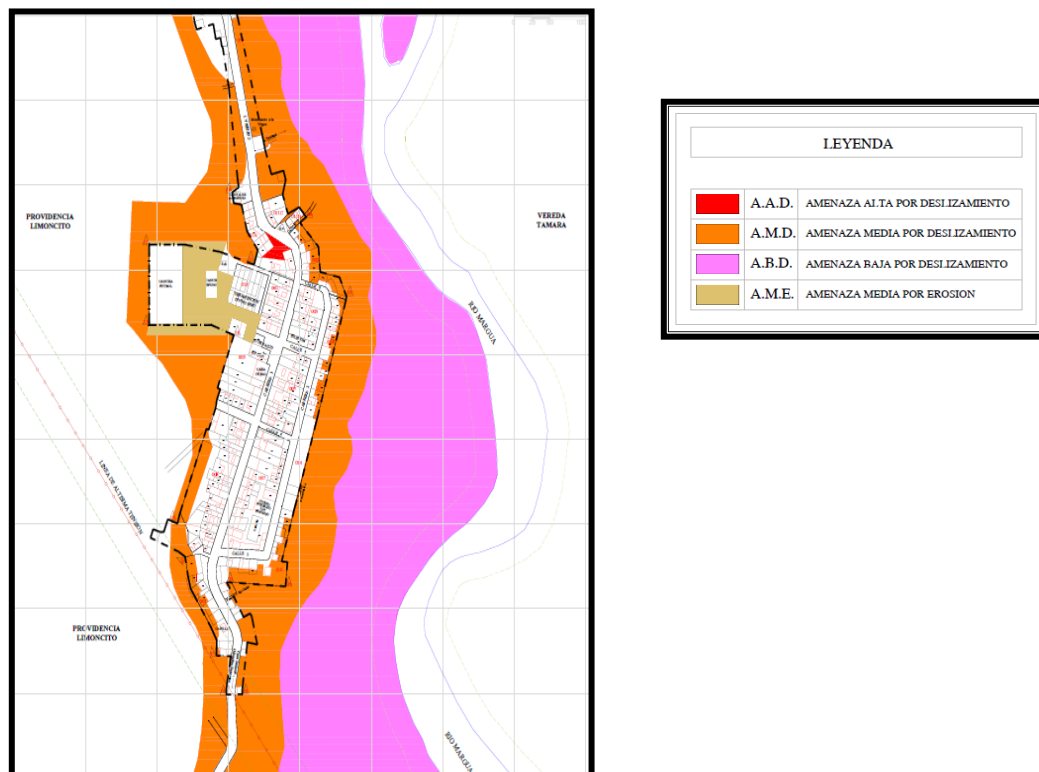
En la zona del centro poblado se ubica un sector a la entrada del mismo, que presenta Alta Amenaza por Deslizamiento (AAD) originada por cortes rectos en el talud sin ningún tratamiento, y dejando expuestas las estructuras y bases de viviendas ubicadas en la parte superior del talud.

En otros sectores del centro poblado, y principalmente en las zonas aledañas que lo circundan, se presentan Amenazas Medias (AMD) por Deslizamientos que se manifiestan por la pendiente del terreno, la composición areno arcillosa del mismo y la presencia de afloramientos rocosos superficiales que son

geológicamente inestables y pueden ser removidos de su posición inicial e iniciar procesos de arrastre de rocas hacia las partes bajas.

Para San Bernardo las Amenazas Bajas por Deslizamiento (ABD) se ubican en las partes bajas del centro poblado sobre la vertiente derecha del Río Margua, ya que el centro poblado se ubica en una zona de curva prolongada del río que presenta socavamiento en la base del talud en el sector sur del centro poblado. (Ver Mapa 2)

Mapa 2. Amenazas por deslizamientos en San Bernardo de Bata



Fuente: EOT

La vertiente del Río en la que se ubica San Bernardo presenta pendientes medias a altas, que en la actualidad soportan cultivos de café con sombrero y otros no permanentes que favorecidos por la pendiente, los

escurrimientos superficiales producto de aguas residuales domésticas y el arrastre que conllevan las lluvias, hacen que la zona sea susceptible a la erosión y a deslizamientos moderados a suaves.



La información contemplada en párrafos anteriores fue recolectada por los siguientes estudios “Zonificación de Riesgo por Remoción en Masa y Obras de Reducción del Riesgo” (2013), “Diagnóstico sobre movimientos en masa en los municipios de Durania, Herrán, La Bateca, Toledo y Lourdes, departamento de Norte de Santander” (2014), “Estudios y diseños para las obras de canalización, reforestación y estabilización de los taludes del casco urbano del corregimiento de San Bernardo de Bata, municipio de Toledo” (2018), además del Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Toledo (Velandia et al, 2016; Gutiérrez et al, 2017).

3.1.4. ANTECEDENTES DE EMERGENCIA Y DESASTRES EN EL CORREGIMIENTO SAN BERNARDO DE BATA (PMGRD)

De acuerdo a la revisión hecha al Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres del municipio de Toledo, se evidencio el registro de afectaciones por deslizamientos en la localidad de San Bernardo de Bata y sus veredas desde el año 2000 hasta el año 2012 donde se manifestó el daño generado tanto a familias y viviendas como a los servicios públicos con los que cuenta el centro poblado y sus vías de acceso, denotando también las áreas afectadas y en riesgo por este fenómeno natural.

3.1.5. INFORMACION RECOLECTADA POR LA COMUNIDAD

La información proporcionada por la comunidad se recolecto mediante encuestas, realizadas a 29 habitantes del corregimiento de San Bernardo de Bata y a continuación se presentan los resultados:

La frecuencia con la que ocurren los fenómenos naturales en el sector de estudio fue para la mayoría de los encuestados en

temporadas especiales, que el comportamiento de las precipitaciones es muy variable; que sí existe relación entre las lluvias y los deslizamientos presentando como principales causas la saturación de los suelos, nombrándose también la deforestación y la ausencia de canalización de las aguas lluvias. Las actividades agrícolas que se realizan en la región si contribuyen al fenómeno de remoción en masa por las siguientes razones: no hay buen manejo en los cultivos, además de actividades como la minería, ganadería, la quema y la tala de árboles y el uso de grandes cantidades de agua para dichos cultivos que afectan considerablemente el suelo. El control y monitoreo sobre los cuerpos de agua en la localidad es malo, se conocen las amenazas que se pueden presentar, pero no se realizan las acciones correspondientes a la disminución del riesgo ocasionado por dichas amenazas (Rodríguez, 2017).

Los habitantes del corregimiento realizaron observaciones que se exhiben a continuación:

- ✓ Se debe tener en cuenta que no se ejerce ningún control en las actividades de minera y deforestación; y el paso del Oleoducto Caño Limón Coveñas por la región afecta la estabilidad del terreno, el cual se encuentra allí hace alrededor de 25 años.
- ✓ No se han dado las obras de mitigación del riesgo en su totalidad y no se han reparado los daños a los damnificados del 2015.
- ✓ Se debe realizar mejoramiento y actualización de estudios referentes al cuidado, tratamiento y monitoreo del agua.
- ✓ Se requiere canalización y control de las aguas; mas campañas prácticas que informen a tiempo en caso de una eventualidad.
- ✓ Se cuenta con una alarma de monitoreo y un acueducto que no funcionan.

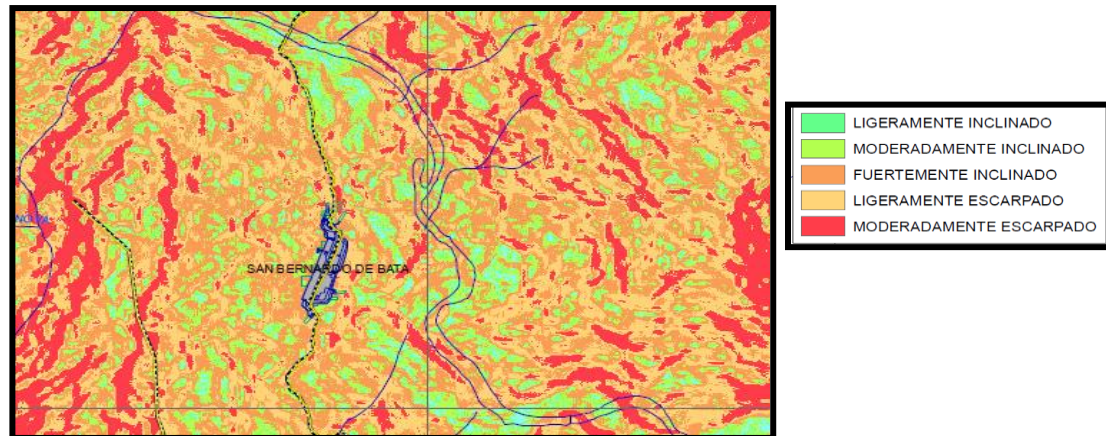
3.1.6. ESTUDIOS TECNICOS

A continuación, se evidencian los mapas concernientes a pendientes y ecosistemas y



se obtiene el análisis correspondiente el corregimiento San Bernardo de Bata relacionado con las amenazas potenciales en Toledo, Norte de Santander.

Mapa 3. Mapa de Pendientes de la zona de estudio



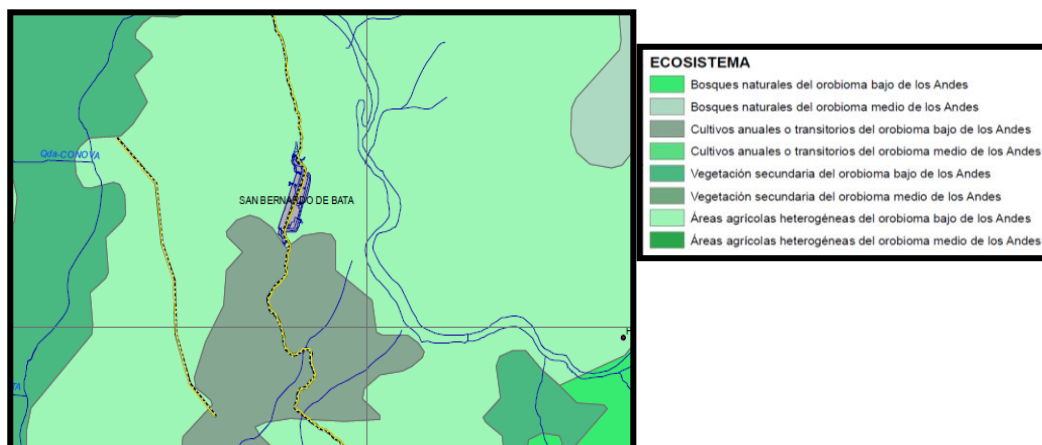
Fuente: Autor, 2019

3.1.6.1. Pendientes

La susceptibilidad a presentarse un fenómeno de remoción en masa varía entre media y alta debido a las pendientes fuertes manifestadas en la ilustración que favorecerían los deslizamientos y desprendimientos tanto de suelo como de rocas teniendo en cuenta el tipo de material presente en la localidad que en su gran mayoría describe una textura arcillosa. (Ver Mapa 3)

Así mismo, de acuerdo a la geología de la zona de estudio es de destacar que el corregimiento presenta una geología de montaña estructural erosional con pendientes menores del 50%, exhibe un relieve de lomas, filas y vigas con suelos profundos, bien drenados de textura arcillosa, confirmando la presencia de los parámetros que desfavorecen la estabilidad del suelo en la localidad.

Mapa 4. Mapa de Ecosistemas de la zona de estudios



Fuente: Autor, 2019

3.1.6.2. Ecosistemas

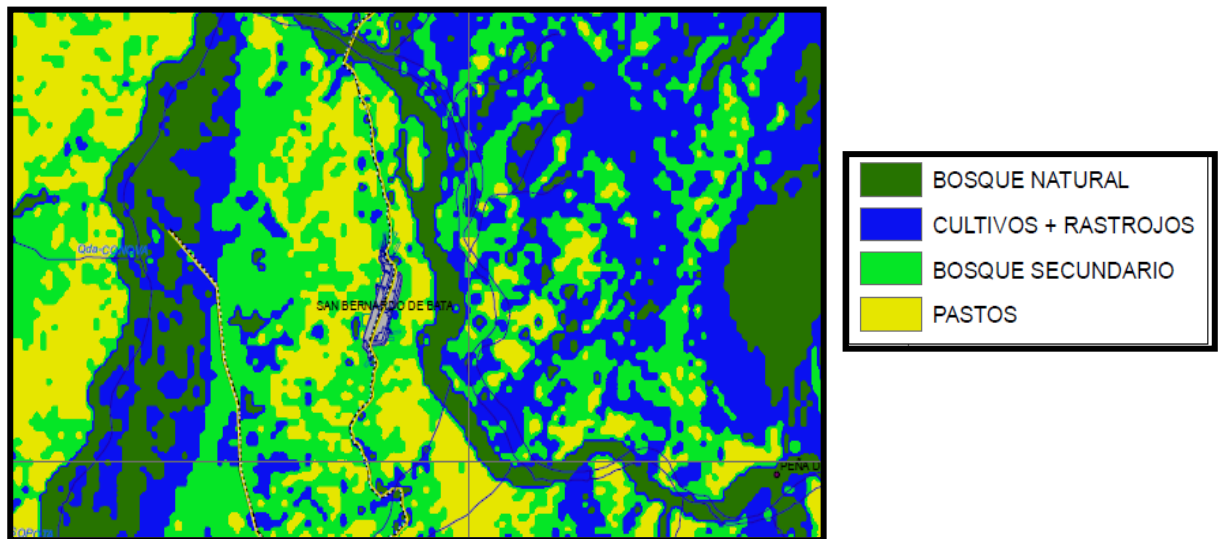


El corregimiento se ubica en el ecosistema de áreas agrícolas heterogéneas y una parte de los cultivos anuales o transitorios, dichos ecosistemas del orobioma bajo de los Andes, donde se encuentran cultivos de plátano, café y cacao y diversidad de pastos como arbolados, enmalezados y limpios (Rojas, 2016; Melo et al, 2017). Estos últimos que favorecen la erosión dado que presentan prácticas de manejo como limpieza y fertilización que impiden el desarrollo de otras coberturas que permitan dar sostenibilidad y fortalecer la matriz del suelo.

3.1.6.3. Cobertura Vegetal

Se evidencia en el Mapa 9 la variedad de la cobertura vegetal conformada por pastos, cultivos, rastrojos y bosques alrededor del centro poblado, denotando la intervención en la cobertura afectando en el caso de los pastos y cultivos que son transitorios y permanentes los procesos de infiltración y evaporación del suelo disminuyendo la estabilidad de las laderas e incrementando el riesgo de deslizamientos en la localidad.

Mapa 5. Mapa de Cobertura Vegetal de la zona de estudio



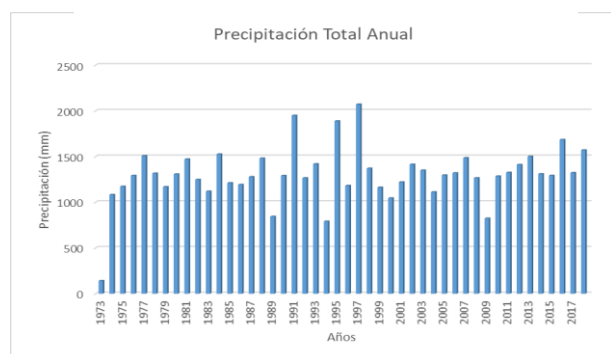
Fuente: Autor, 2019

3.2. ANALISIS DE DATOS CLIMATOLOGICOS E HIDROLOGICOS

3.2.1. ANALISIS DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL

La grafica evidencia un promedio total anual de precipitaciones comprendido entre 1000 y 1500 mm aproximadamente, con valores máximos presentados en los años 1991 (1949mm), 1995 (1889mm), 1997 (2072mm) siendo este el valor máximo mayor y 2016 (1685); también se observan valores mínimos para los años 1973 (141mm), 1989 (844mm), 1994 (791mm) y 2009 (824mm).

Gráfica 1. Precipitación total anual. Estación San Bernardo de Bata

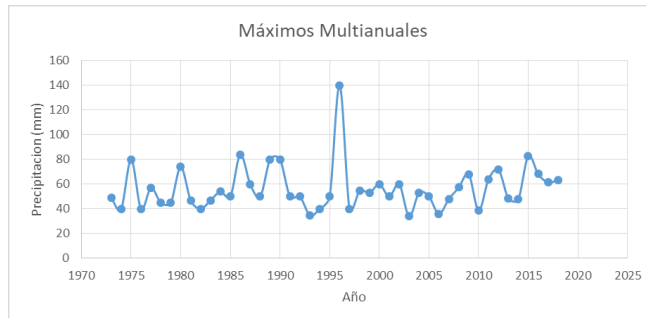




Fuente: Autor, 2019

3.2.2. EVENTOS MAXIMOS

Gráfica 2. Eventos máximos multianuales.
Estación San Bernardo de Bata



Fuente: Autor, 2019

La gráfica 2 se construyó a partir de los datos de precipitación máxima mensual en un día, en la que se observa que el valor máximo (140 mm) se presentó en el año 1996, los demás años presentan un promedio entre 30 mm y 90 mm aproximadamente, con valores de incremento considerables para los años 1975, 1986 y 2015.

3.2.3. CURVAS IDF

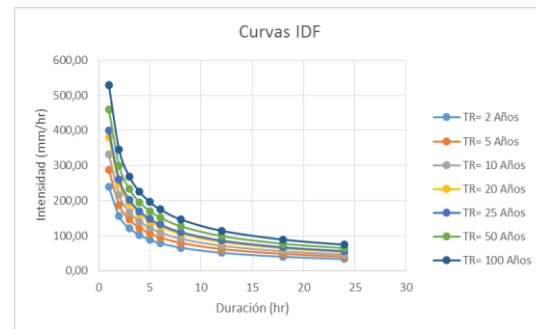
Los deslizamientos superficiales se generan fundamentalmente por el flujo subsuperficial en el suelo más o menos paralelo a la superficie de la ladera (UNGRD, 2016; Villamizar y Justinico, 2017), dado que estos

3.2.4. UMBRALES DE PLUVIOSIDAD

Como se puede observar en la gráfica de umbrales se presentan los rangos en los que se generan las diferentes alertas amarilla, naranja y roja, para los diferentes meses del año este análisis se centrará en los meses en los que la precipitación es mayor. Para el mes de junio se encuentra un rango para la alerta amarilla entre 39 mm y 64 mm, seguida por los valores para la alerta naranja los cuales son de 65 mm a 89 mm y por último para la alerta roja el rango es de 90 en adelante; para el mes de julio los valores para la alerta

eventos ocurren por precipitación acumulada se analizan las curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF) para establecer los valores de precipitación que favorecerían en la ocurrencia de los deslizamientos que eventualmente se presentarían en el corregimiento San Bernardo de Bata.

Gráfica 3. Curvas IDF. Estación San Bernardo



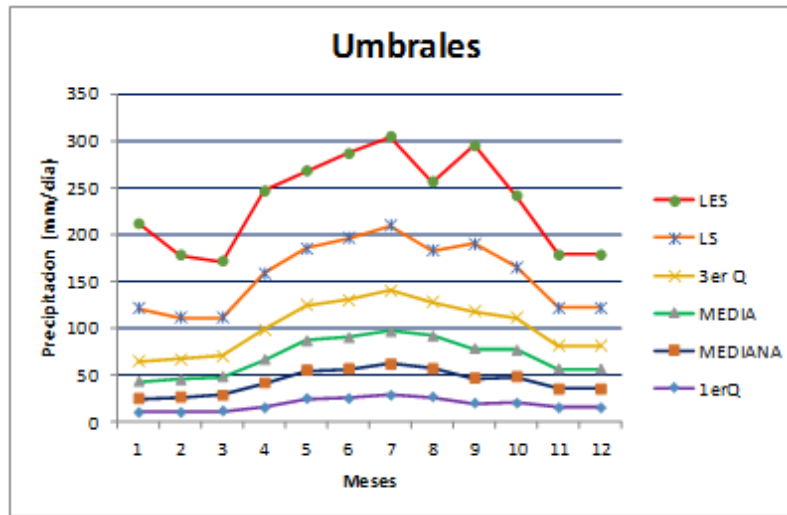
Fuente: Autor, 2019

En la gráfica 3 se observa que a medida que la intensidad de la precipitación se incrementa, la duración de las mismas disminuye; denotando por ejemplo que para un tiempo de retorno de 2 años se presentaría una lluvia 34 mm aproximadamente para un periodo de 24 horas y de 239 mm aproximadamente para un periodo de una hora, lo que ocasionaría un evento de deslizamiento en la localidad. Las curvas se construyeron con el método Arima del IDEAM para los tiempos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años.

amarilla van desde 43 mm hasta 68 mm, para la alerta naranja de 69 mm a 93 mm y para la alerta roja valores superiores a 94 mm. También se aprecia que el incremento de la precipitación para las tres alertas aumenta en el mes de marzo hasta el mes de julio, disminuye hasta el mes de agosto para el caso de las alertas naranja y roja, las cuales incrementan nuevamente para el mes de septiembre y allí mismo empiezan de nuevo a disminuir, la alerta amarilla si disminuye desde el mes de julio.



Gráfica 4. Umbrales de precipitación. Estación San Bernardo de Bata



Fuente: Autor, 2019

3.3. DISEÑO DEL MONTAJE INSTITUCIONAL Y OPERATIVO DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

Los Sistemas de Alerta Temprana son un conjunto de procedimientos e instrumentos, a través de los cuales se monitorea una amenaza o evento adverso (natural o antrópico) de carácter previsible, se recolectan y procesan datos e información, ofreciendo pronósticos o predicciones temporales sobre su acción y posibles efectos. Millones de personas en todo el mundo salvan sus vidas y sus medios de subsistencia gracias a la implementación de estos sistemas.

3.3.1. SOCIALIZACIÓN

En el Aula de la Institución Educativa Colegio San Bernardo se llevó a cabo la socialización del SATC para el corregimiento San Bernardo de Bata, el cual contó con la participación de los alumnos de 11°, de los observadores voluntarios y de la profesional operativa del SATC (ver imagen 2). En ella se dieron a conocer los aspectos más relevantes del proyecto SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE INUNDACIONES Y SEQUIAS COMO MEDIDA DE ADAPTACION AL CAMBIO

CLIMATICO EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER, marco en el cual se implementó el desarrollo de esta investigación (Gutierrez et al, 2016).

Imagen 2. Socialización proyecto SAT



Fuente: Autor, 2019

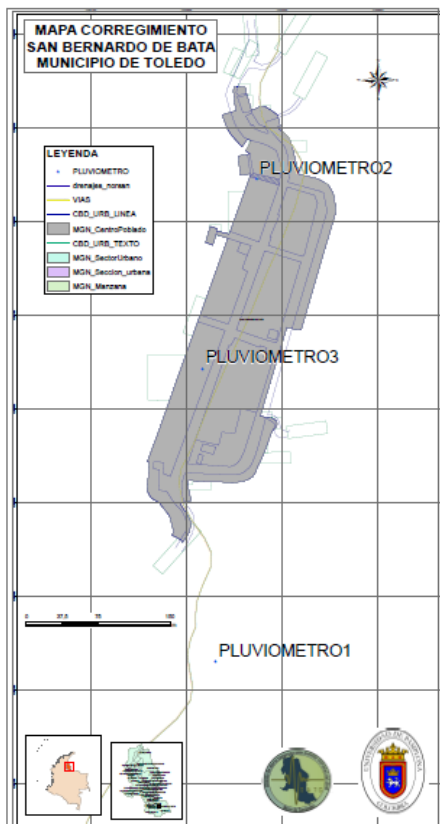
Se mostró a la comunidad los equipos a utilizar, los cuales son Pluviómetros manuales, sus tipos, su funcionamiento y su importancia en la recolección de datos pluviométricos para la contribución de los SATC. Además de contextualizar los conceptos de clima, tiempo atmosférico, variabilidad climática y su incidencia en los fenómenos de remoción en masa.



3.3.2. INSTALACIÓN DE PLUVIÓMETROS

La ubicación de los tres pluviómetros instalados (Ver mapa 6 e imagen 3) se determinó por el tamaño del corregimiento, al ser tan pequeño se estableció fijar uno en cada extremo de la localidad y el otro en el centro de la misma, lo que permitirá llevar el registro de las variaciones de la precipitación en el corregimiento como también de sus sectores. En esta actividad se contextualizó a los observadores voluntarios sobre el funcionamiento de los pluviómetros y las recomendaciones en cuanto a su limpieza y mantenimiento para obtener una buena visión en la lectura de los datos, adicionalmente se enseñó el formato de registro de los datos a cada uno de los observadores y como era el proceso de diligenciamiento de los datos a dichos formatos.

Mapa 6. Mapa de ubicación de los Pluviómetros



Fuente: Autor, 2019

Como mecanismo de comunicación entre los observadores y el SATC se optó por la formación de un grupo en la aplicación WhatsApp en la que los observadores semanalmente envían fotos de los registros para posteriormente anexarlos a una herramienta sistemática (Excel) y así llevar control y seguimiento de esta actividad.

Imagen 1. Pluviómetro N°2



Fuente: Autor, 2019

Las eficacias de estos sistemas se fundamentan en el conocimiento de la existencia de riesgos, en la activa participación de las comunidades, en un compromiso institucional que involucra a la educación como factor indispensable para la toma de conciencia ciudadana y la diseminación eficiente de las alertas, además de garantizar una preparación constante. Como consecuencia de lo anterior es indispensable que la comunidad organizada sea el elemento fundamental, y cuya participación se ejerza de forma voluntaria, donde se adquieran conocimientos y capacidades para enfrentar emergencias y riesgos y así reducir la posibilidad de pérdidas de vidas y daños materiales. Por ello es importante su activa participación en todos los aspectos del establecimiento y funcionamiento de los SAT, debido a que contribuyen al fortalecimiento de los procesos de desarrollo del territorio.

3.3.3. PLAN PARA LA DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN DE LAS ALERTAS

En seguida se enseñarán los esquemas para los lineamientos, desarrollo y generación de



cada una de las alertas implementadas en los planes de gestión del riesgo.

Para la implementación de Sistemas de Alerta Temprana a deslizamientos se orientan al monitoreo del principal factor externo detonante, la precipitación, mediante la

determinación de la relación entre la cantidad de lluvia y la ocurrencia de deslizamientos. Así, la determinación de los umbrales de alerta se estima en base al control de las lluvias acumuladas y el valor de una lluvia crítica

Imagen 4. Difusión de alertas



Fuente: SATC, 2019

4. CONCLUSIONES

- Se determinó que el corregimiento de San Bernardo de Bata presenta generalmente amenazas principalmente por fenómenos de remoción en masa y en segundo lugar degradación del suelo por erosión, fenómenos favorecidos por el relieve, pendientes y tipo de suelo presentes en la localidad, sumado a las actividades agrícolas que han ido aumentando los índices de deforestación y el inadecuado y precario monitoreo y control de los cuerpos de agua que atraviesan y rodean el centro poblado.
- La red hidrográfica del área de estudio pertenece a la cuenca del río Margua, caracterizado por tener un sistema de drenaje difuso con la presencia de drenajes superficiales intermitentes y artificiales, con nacimientos de agua en las laderas con pendientes moderadas a abruptas localizadas al oeste del centro poblado del corregimiento de San Bernardo de Bata.
- A partir de las series históricas de las precipitaciones máximas en 24 horas de la Estación San Bernardo de Bata en la corriente Margua, información suministrada por el IDEAM desde el año 1973 hasta el 2018, se identifica que el clima presenta un régimen monomodal, con un incremento máximo de las precipitaciones en los meses de junio y julio, con un comportamiento en las precipitaciones máximas mensuales entre 30 mm hasta 90 mm.
- El Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres evidenció la frecuencia de las afectaciones en las viviendas, cultivos y servicios públicos como acueductos y alcantarillados causados por deslizamientos registrados desde el año 2000 tanto en el centro poblado como en sus veredas.



- El sistema de Alerta temprana permitirá a la comunidad la inclusión en los lineamientos y funcionamiento de planes para la preparación y respuesta en la

gestión del riesgo, siendo estos los actores claves en este sistema y así convertirlo en un territorio resiliente ante las amenazas por desastres naturales.

5. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

- Acosta, M. (2013). Sistemas de Alerta Temprana (S.A.T) para la Reducción del Riesgo de Inundaciones Súbitas y Fenómenos Atmosféricos en el Área Metropolitana de Alcaldía de Toledo Norte de Santander. (6 de Septiembre de 2018). Obtenido de <http://www.toledo-nortedesantander.gov.co/tema/territorios>
- Angulo, W. J., Mendoza, J. A. y Uriel, H. U. (2017). Análisis de la vulnerabilidad por fenómenos de remoción en masa en la Cuenca Tanauca estudio de caso. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo. ISSN 1900-9178. Volumen (8), Numero (2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2017.3276>
- Aristizábal, E., Gonzales, T., Montoya, J. D., Vélez, J. I., Martínez, H. & Guerra, A. (2011). Análisis de umbrales empíricos de lluvia para el pronóstico de movimientos en masa en el Valle de Aburra, Colombia [Versión electrónica]. Revista EIA, (15), pp. 95-111.
- Camargo, W. C. (2016). MODELACION HIDROLOGICO-HIDRAULICA DE EVENTOS DE INUNDACION EN EL RIO BOGOTA (SECTOR TOCANZIPA-CHIA) USANDO HEC-RAS. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo. Volumen (7), Numero (2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2016.3267>
- Colombiano, S. G. (Julio de 2014). Diagnóstico sobre movimientos en masa en los municipios de Durania, Herrán, Labateca, Toledo y Lourdes, departamento de norte de santander. Obtenido de <http://recordcenter.sgc.gov.co/B7/21003010024676/DOCUMENTO/PDF/2105246761101000.pdf>
- DNP Departamento Nacional de Planeacion . (11 de Abril de 2018). Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/programas/ambiente/gestion-del-riesgo/Paginas/gestion-del-riesgo.aspx>
- Domínguez Calle, S. L. 2014. Estado del arte de los sistemas de alerta temprana en Colombia. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v38n148/v38n148a07.pdf>
- Esquema de ordenamiento territorial municipio de toledo. (s.f.). Obtenido de [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/resumen_toledo_\(147_pag_550_kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/resumen_toledo_(147_pag_550_kb).pdf)
- Geotecnia, S. C. (2014). Zonificación de Riesgo por Remoción en Masa y Obras de Reducción del Riesgo. Bogota.
- Gutierrez, T., Castellanos, C. y Hernández, N. (2016). El ordenamiento territorial frente a las consecuencias de los cambios climáticos. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo. ISSN 1900-9178. Volumen (7), Numero (2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2016.3338>
- IDEAM. (s.f.). LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA. Obtenido de <file:///D:/Trabajo%20de%20Grado/variabilidad.pdf>
- Ing, c. t. (2018). Estudios y diseños para las obras de canalización, reforestación y estabilización de los taludes del casco urbano del corregimiento de San Bernardo de Bata, municipio de Toledo. Bucaramanga.
- Ivanova, Y. y Sarmiento, A. (2014). Evaluación de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá como una herramienta de la gestión del agua en el territorio urbano. Revista Ambiental



- Agua, Aire y Suelo. ISSN 1900-9178. Volumen (4), Numero (2), 1-5. DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2013.427>
- Kristinne Echávez, K., Pastran, Y. y Polo, A. (2015). Estimación del CO₂ emitido y capturado en la sede sabanas y el campus deportivo de la Universidad Popular del Cesar. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (6), Numero (2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2015.3252>
- Lara, S. S. (2008). Remociones en Masa. Obtenido de file:///D:/Downloads/APUNTE_2008_G_L62C.pdf
- Melo, J., Saavedra, S. y Ramón, J. (2017). Evaluación de la adsorción de Cu²⁺ y azul de metileno en biosorbentes de bajo costo obtenidos a partir de biomasa residual de la agroindustria de cítricos. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. Volumen (8), Numero (2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2017.3277>
- Meneses, V. B., Álzate, D. y Mosquera, J. (2016). Sistema de optimización de las técnicas de planificación en agricultura de precisión por medio de drones. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (7), Numero (2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2016.3268>
- Moreno, C. y Rueda, L. (2016). La educación ambiental como herramienta para la recuperación de la cobertura vegetal, mediante prácticas agro-ecológicas en la comunidad minera asograstorres, asociación de gravilleros de Sabana de Torres. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (7), Numero (1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2016.3260>
- Pueblo, D. d. (s.f.). SAT. Obtenido de <http://www.defensoria.gov.co/es/public/atencionciudadanoa/1469/Sistema-de-alertas-tempranas---SAT.htm>
- Ramón, B. y Moreno, J. (2018). Estudio de materiales precursores del reciclaje y sus atributos mecánicos con aplicación al diseño y fabricación de ladrillo ecológico. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (9), Numero (1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2018.3213>
- Ramón, J. D., Navazo, M., Alonso, L., Durana, N., Gómez, M. C. y Uria, I. (2013). Determinación de contaminantes atmosféricos en un area de fondo rural mediante los modelos umnix – pmf aplicados a medidas horarias de 64 covs durante 3 años. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (4), Numero (2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2013.431>
- Ramos Cañón, A. M., Trujillo-Vela, M. G., & Prada-Sarmiento, L. F. (2015). NIVELES UMBRALES DE LLUVIA QUE GENERAN DESLIZAMIENTOS: UNA REVISIÓN CRÍTICA. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25 (2), pp. 61-80. Obtenido de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1432/1798>
- Rivera, H. U., Castellanos, C. y Ibarra, A. (2017). Caracterización y cuantificación de los residuos sólidos realizado en el municipio de Pamplona, N de S, Colombia. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (8), Numero (1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2017.3280>
- Rodríguez, Y. A. (2017). Conservación de humedales en el marco de gestión de cuencas hidrográficas. Puerto Rondón–Arauca. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (8), Numero (2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2017.3281>
- Sanabria, A. B. (s.f.). SEGURIDAD DE INSTALACIONES. Obtenido de <http://epn.gov.co/elearning/distinguidos>



[/SEGURIDAD/13_riesgo_amenaza_y_vulnerabilidad.html](#)

- Rojas, J. S. (2016). Aplicación del modelo estocástico WIENER-FPK en caudales medios del río fonce en condiciones del sistema de Pearson. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (7), Numero (1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2016.3256>
- TOLEDO, E. D. (s.f.). DIAGNOSTICO URBANO - SAN BERNARDO DE BATA. Obtenido de [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/diagnostico_urbano_2_toledo_\(26_pag_258_kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/diagnostico_urbano_2_toledo_(26_pag_258_kb).pdf)
- Vanegas, D., Ramón, A. A. y Lizarazo, A. K. (2017). Comunidad y cultura ambiental. dinámicas de potenciación para un desarrollo sostenible y corresponsable. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (8), Numero (1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2017.3271>
- Velandia, F. J., Granados, J. D., Ramón, J. D. y Roa, A. L. (2016). Caracterización de consorcios microbianos con potencial degradador de contaminantes en el municipio de Pamplona, Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (7), Numero (1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2016.3278>
- Villamizar, V. A. y Justinico, A. J. (2017). Reconstrucción paleoclimática y paleoambiental de los territorios de la llanura inundable del araucana a partir del análisis de sedimentos recientes, Departamento de Arauca. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*. ISSN 1900-9178. Volumen (8), Numero (1). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v1.n1.2017.3272>
- UNGRD. (s.f.). Guía para la Implementación de Sistemas de alerta temprana. Obtenido de <http://www.boyaca.gov.co/SecInfraestructura/images/OPAD/documentos/sistemaalertatemprana.pdf>