



Metodología para la priorización de acciones contra minas antipersona desde el enfoque de gestión integral del riesgo

[Methodology for the prioritization of action against antipersonnel mines from the integral risk management approach]

Oficina de las Naciones Unidas Contra la droga y el Delito (UNODC)

Lina Paola Arévalo Méndez^a, Mauricio González^b, Miguel Serrano^c

Eje. Las tecnologías de la información geográfica como apoyo a la seguridad pública y Nacional

Resumen

Este estudio está dirigido a apoyar la toma de decisiones en la priorización, focalización y atención de los territorios y población afectada por las minas antipersona —función liderada por la Dirección para la Acción Integral contra Minas Antipersona—, desde el enfoque de gestión integral del riesgo. El riesgo, entendido como la confluencia de personas en sitios contaminados por minas antipersona (MAP) o municiones sin explotar (MUSE), está dado por la interacción entre amenaza y vulnerabilidad.

Para calcular la magnitud de la vulnerabilidad, se tuvieron en cuenta variables asociadas con la ubicación y concentración de la población (densidad de construcciones habitacionales, densidad de establecimientos educativos, presencia de vías y estratificación basada en coberturas vegetales). La amenaza se determina por presencia de MAP o MUSE y por la coincidencia en el territorio de cultivos de coca, procesos de erradicación de cultivos de coca, y/o evidencia de explotación de oro de aluvión. Para realizar los cálculos y análisis espaciales se utilizó el marco de áreas de 1km².

Como resultado del análisis de amenaza y vulnerabilidad, se obtiene una capa con la cobertura nacional en grillas de 1km² de la vulnerabilidad, amenaza y riesgo por presencia de minas antipersona. En Colombia hay un total de 106.734 km² en algún nivel de riesgo por contaminación de MAP/MUSE. Los departamentos con mayor cantidad de área en algún grado de riesgo son Caquetá, Meta, Nariño, Putumayo, Guaviare y Antioquia. La mayor concentración de riesgo muy alto y alto se encuentra en Antioquia, Cauca y Putumayo.

Palabras clave: Minas antipersona (MAP), Munición sin Explotar (MUSE), análisis espacial, vulnerabilidad, amenaza, riesgo.

a. Ingeniera Geógrafa y Ambiental. Especialista en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales. Analista e investigadora del Proyecto Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos SIMCI-UNODC. lina.arevalo@unodc.org

b. Ingeniero Forestal. Especialista en Geomática. Ingeniero de Soporte PDI del Proyecto Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos SIMCI-UNODC. mauricio.gonzalez@unodc.org

c. Doctor en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia. Experto en Investigación Territorial del Proyecto Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos SIMCI-UNODC. miguel.serrano@unodc.org





Abstract

This study aims to support the decision-making in the prioritization, targeting and attention of the territories and population affected by anti-personnel mines; lead by the Directorate of Integral Action against Antipersonnel Mines, from a integral risk management approach. Risk, understood as the confluence of people at sites contaminated by antipersonnel mines (MAP) or unexploded ordnance (MUSE), is a result of the battle between threat and vulnerability.

In order to calculate the magnitude of the vulnerability, a few variables were taken into account. These, associated with population location and concentration (density of residence constructions, educational establishments, roads and the stratification based on the vegetation cover). The threat to the population is determined by the presence of Antipersonnel Mines or unexploded ordnances. Also, because most fields are being used to cultivate coca or are part of the eradication process. Furthermore, in many fields, there's evidence of alluvial gold exploitation. In order to perform the calculations and the spatial analysis, an area of 1-km² was used.

As a result, a layer with the national coverage in 1km² grids, is obtained from the vulnerability, threat and risk from the presence of Antipersonnel Mines. In Colombia, there is a total of 106,734 km² in some risk level by contamination of Antipersonnel Mines and unexploded ones. The departments with greater amount of area with some risk are Caquetá, Meta, Nariño, Putumayo, Guaviare and Antioquia. The highest concentration of very high and eminent risk is found in Antioquia, Cauca and Putumayo.

Keywords: *Antipersonnel Mines, Unexploded ordnance (UXO), spatial analysis, vulnerability, threat, risk.*



Introducción¹

En Colombia, la entidad encargada de gestionar la información sobre las minas antipersona es la Dirección para la Acción Integral contra Minas Antipersona, DAICMA, la cual es una dependencia del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República. Entre sus funciones se encuentra la coordinación y monitoreo de las actividades para la Acción Integral contra Minas Antipersona, AICMA.

Por otra parte, el Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos, SIMCI, de la Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, UNODC, apoya el monitoreo de cultivos de coca en Colombia. Desde el año 2000, el proyecto SIMCI ha venido realizando diferentes investigaciones en torno al territorio y ha construido un modelo de investigación integral, basado en la espacialización de fenómenos concurrentes en el territorio, para entender las dinámicas y explicar las problemáticas de ilegalidad que se dan en él.

Con base en las funciones y potencialidades temáticas del DAICMA y el SIMCI, se estableció una alianza interinstitucional entre estas entidades, con el propósito de desarrollar un instrumento que permitiera afinar la focalización de la atención de los territorios y población afectada por las minas antipersona. Lo anterior bajo la premisa de que el objetivo primordial de la acción contra minas antipersona consiste en evitar que se presenten nuevos accidentes.

Para ello debe determinarse cuáles son las áreas en las que existe mayor probabilidad de que coincidan la población y las minas antipersona. Por ello, se propuso una metodología para abordar la priorización desde el enfoque de gestión integral del riesgo. Esta consiste en la reducción de la amenaza y de la vulnerabilidad. La metodología propuesta se basa en el uso de herramientas de análisis espacial para identificar niveles de vulnerabilidad, amenaza y riesgo en el territorio colombiano, y brindar un soporte para la priorización espacial de acciones contra las minas antipersona.

La información resultante permite realizar análisis a una escala regional inferior a la municipal, lo que es útil para focalizar las acciones técnicas, políticas, sociales y económicas para reducir el impacto social, económico y ambiental que generan las MAP/MUSE instaladas o abandonadas en los territorios rurales de Colombia, como consecuencia del conflicto armado.

Es de resaltar que no se registra la existencia de estudios anteriores sobre este fenómeno que apliquen el enfoque de gestión integral del riesgo, desde una perspectiva espacial. Por lo tanto, este estudio sirve como punto de partida para la profundización en el tema y para el desarrollo de futuras investigaciones.

Desarrollo teórico y metodológico

El Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos, SIMCI, ha diseñado una estrategia de espacialización de fenómenos concurrentes en el territorio, denominada “Marco de áreas”. Esta consiste en la división del territorio en una retícula, en la que cada unidad espacial se denomina “grilla”. De acuerdo con la naturaleza del fenómeno, en ocasiones es pertinente utilizar grillas de 5 km * 5 km (cuadrados de 25 km²) y en otras de 1 km * 1 km (cuadrados de 1 km²), permitiendo realizar análisis multiescala.

1. Las opiniones expresadas en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no representan necesariamente la posición oficial de las entidades involucradas.



Debido a su potencial para realizar análisis temáticos de problemáticas complejas, el marco de áreas es una herramienta para la integración de información de manera estandarizada, que permite hacer análisis espaciales con diferentes variables, incorporando la comparabilidad temporal. De esta manera se permite la espacialización de fenómenos concurrentes en el territorio.

Similar a como es utilizado por SIMCI para hacer comparable la información de diferentes fuentes, y para generar indicadores temáticos relacionados con cultivos de coca, la adaptabilidad del marco permite añadir la información relacionada con eventos (accidentes e incidentes) por Minas Antipersona, MAP, y Municiones sin Explotar, MUSE, de la DAICMA. Dicha información puede ser analizada a una escala que permita la focalización de acciones para reducir el impacto que generan las MAP/MUSE, instaladas o abandonadas en los territorios rurales de Colombia, por efecto del conflicto armado.

Para la realización de la presente metodología, se utilizó la base de datos de eventos del Sistema de Información de Acción Contra Minas, IMSMA, de la DAICMA, con corte a 31 de diciembre de 2015. Adicionalmente, y con el fin de tener un conocimiento temático relacionado con las minas antipersona y la focalización de acciones de intervención, se realizaron talleres con las organizaciones que tienen a cargo el desminado humanitario, educación en el riesgo de minas y los expertos de la DAICMA.

El proceso de integración de la información AICMA al marco de áreas se realizó con la ubicación de las coordenadas geográficas (sistema de proyección WGS84), de los campos de latitud y longitud de la base de datos. El software utilizado durante todo el proceso fue ArcGis 10.3.1. Como resultado, cada grilla contiene información de los límites político administrativo (departamento, municipio), áreas de reglamentación especial (parques nacionales naturales, resguardos indígenas, tierras de las comunidades negras), cantidad de accidentes, incidentes y eventos ocurridos por año (desde 1990 hasta 2015). Toda esta información se consolida en una *geodatabase*.

Con la información de eventos MAP/MUSE integrada al marco de áreas, se incluyó el enfoque de riesgo por contaminación MAP/MUSE de forma espacial. La definición clásica de riesgo lo propone como una función compuesta por la amenaza (probabilidad de sufrir una perturbación) en su interacción con la vulnerabilidad (susceptibilidad, exposición a la amenaza y capacidad de recuperación de la afectación o daño causado por la amenaza). La amenaza se configura como el evento que puede tener efectos sobre el sistema considerado, mientras que la vulnerabilidad se enfoca en las condiciones internas, determinadas por el nivel de exposición a la amenaza, por la susceptibilidad del territorio a ser afectado, y por la capacidad del sistema para manejar esta perturbación en caso de que se presente (Lavell, 2001).

En el caso de la contaminación por minas antipersona o municiones sin explotar, las definiciones correspondientes para el abordaje del problema desde el enfoque de gestión integral del riesgo, son las siguientes:

- Amenaza. Presencia de minas antipersona o municiones sin explotar en el territorio.
- Vulnerabilidad. Intensidad de la presencia o circulación de personas en el territorio.
- Riesgo. Confluencia de personas en sitios contaminados por minas antipersona o municiones sin explotar.

Con base en las anteriores definiciones, se establecieron algunos factores para evaluar la vulnerabilidad y la amenaza.



Vulnerabilidad

La vulnerabilidad viene dada, fundamentalmente, por el nivel de concentración de las personas en el territorio. Con el fin de tener una aproximación a la ubicación y concentración de la población en el territorio, se evaluaron las siguientes variables:

Tabla 1. Valoración de variables de vulnerabilidad

Variable	Peso	Limitaciones
Densidad de construcciones habitacionales ²	30	Se obtiene a partir de cartografía del IGAC a escala 1:100.000 de 2012. La anterior puede presentar limitaciones por actualización y escala, ya que 1 mm en el plano equivale a 100 m en el terreno. Por lo tanto, las construcciones aisladas que tengan menos de 100 m no se ven reflejadas en el mapa. Adicionalmente se evidencian zonas con vacíos de información por parte de la fuente.
Densidad de establecimientos educativos ³	40	Se obtiene a partir de cartografía del IGAC a escala 1:100.000 de 2012. Puede presentar limitaciones por actualización y escala. Adicionalmente se evidencian zonas con vacíos de información por parte de la fuente.
Presencia de vías	20	Se obtiene a partir de cartografía del IGAC a escala 1:100.000 de 2012. Puede presentar limitaciones por actualización y escala. Se toman únicamente vías terrestres sin discriminar el tipo de vía.
Estratificación basada en coberturas vegetales	10	La estratificación se realiza con base en la interpretación de coberturas SIMCI 2014 (escalas 1:50.000 y 1:25.000) y la cobertura de la tierra IDEAM 2010 - 2012 (escala 1:100.000).
TOTAL	100	

Fuente: elaboración de los autores.

*El criterio para la asignación de pesos fue definido en forma cualitativa, siguiendo el principio de probabilidad de circulación de las personas.

La asignación del peso de cada variable en el total de vulnerabilidad se realizó a partir del criterio de concentración de la población, dando mayor relevancia a la densidad de establecimientos educativos, por ser un sitio donde confluye gran cantidad de personas; y densidad de construcciones habitacionales, al ser el lugar donde habitan las personas. Se asignó un menor peso a la presencia de vías, pues en ellas se habita de manera apenas transitoria. En último lugar se encuentra la estratificación basada en coberturas vegetales, basados en el supuesto de que los mayores niveles de uso (cultivos agrícolas) tienen un mayor potencial de circulación de personas que aquellos que tienen menores niveles de uso (bosque o rastrojo alto). Al final el índice se normaliza de 0 a 1 donde los valores cercanos a 1 presentan mayor vulnerabilidad.

Para establecer la densidad de las construcciones habitacionales y la densidad de los establecimientos educativos, se integraron dichos objetos de la cartografía del IGAC al marco de áreas, teniendo como resultado la cantidad de construcciones habitacionales

2. La densidad de construcciones habitacionales constituye un indicador indirecto (proxy) de la localización de las personas en el espacio rural. Se estableció que el 71% de los eventos de minas antipersonal (accidentes e incidentes) se presentó en distancias inferiores a 1 km de construcciones habitacionales.

3. Las escuelas sirven también como sitio habitual de reunión de las comunidades rurales. Se estableció que el 37% de los eventos (accidentes e incidentes) ocurrió a distancias iguales o menores a 1 km de los establecimientos educativos.





y establecimientos educativos existentes por cada grilla de 1 km². Para cada caso, el total de los valores se organizó de mayor a menor y se dividió la cantidad de grillas en quintiles. A cada quintil se le asignó un valor de 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 o 1 de acuerdo con la cantidad de construcciones y establecimientos educativos existentes en cada grilla, dando mayor importancia a las grillas que concentraban mayor número de construcciones/ establecimientos educativos. A partir de estos valores, mediante herramientas de análisis espacial (kernel density), se estableció la densidad de las construcciones en un rango de 2.500 m⁴. Como resultado, una grilla con alta densidad de construcciones/ establecimientos educativos tendrá una vulnerabilidad mayor que una con baja densidad.

En el caso de la presencia de vías, se integra la información al marco maestro de áreas indicando si la grilla de 1 km² tiene o no tiene vías. La presencia de vías implica mayor vulnerabilidad.

En el caso de la estratificación basada en coberturas vegetales, se incorpora la información al marco maestro de áreas y se califica con valores altos de vulnerabilidad a zonas cultivadas, medios a zonas de pastos y bajos a bosques y zonas no potencialmente agrícolas.

Los rangos de la vulnerabilidad territorial frente a las Minas Antipersona se determinaron mediante la herramienta de cortes naturales (jenks) del software ArcGis con los siguientes resultados.

Tabla 2. Rangos de niveles de vulnerabilidad

<i>Rangos</i>	<i>Nivel de vulnerabilidad</i>
0,1 – 0,2	Baja
0,2 – 0,5	Media
0,5 – 0,7	Alta
0,7 – 1,0	Muy Alta

Fuente: elaboración de los autores.

Amenaza con evidencia de MAP/MUSE

En cuanto a la evaluación de la amenaza por contaminación de MAP y MUSE en el territorio, se evaluó la coincidencia en territorios de 1 km² de Grupos Móviles de Erradicación, GME, cultivos de coca y evidencias de explotación de oro de aluvión, EVOA, con grillas afectadas por eventos MAP/MUSE⁵. El universo para el cálculo de la amenaza son las grillas de los municipios que han presentado afectación histórica por MAP/MUSE más las grillas con cultivos de coca, GME y EVOA.

Es de aclarar que existen factores de amenaza que no son posibles mapear, como por ejemplo, el área de influencia de los grupos armados organizados al margen de la ley. Por esta razón, el índice de amenaza propuesto se evalúa únicamente con las variables mencionadas.

4. Se estableció 2.500 m considerando un perímetro de circulación equivalente a un recorrido medio de media hora de desplazamiento a pie, de manera que la vulnerabilidad relacionada con construcciones permita extenderse hasta las zonas frecuentes del entorno habitacional y la localización de los lotes de terreno adjuntos a las zonas de vivienda. En el caso de establecimientos educativos, los niños y niñas deben desplazarse habitualmente hasta la escuela de la vereda en trayectos variables que tienen una media normalmente inferior a media hora de camino. Existen algunos lugares en los cuales la distancia a recorrer es superior. Pero utilizar un criterio de distancia mayor generaría condiciones de vulnerabilidad expandidas en las que una parte del territorio estaría muy probablemente sobredimensionada.

5. Factores asociados y con información disponible mencionados en los talleres de expertos realizados.



Tabla 3. Valoración de la amenaza

Variable	Peso*	Limitaciones
Eventos MAP/MUSE 2010 -2015 ⁶	80	A partir de la base de datos DAICMA, se integran al marco de áreas de 1 km ² los accidentes e incidentes de 2010 a 2015.
Eventos MAP/MUSE anteriores a 2010	50 (valor alterno)	A partir de la base de datos DAICMA, se integran al marco de áreas de 1 km ² los accidentes e incidentes anteriores a 2010.
Cultivos de coca	12	Se tiene en cuenta la presencia de cultivos de coca en grillas de 1 km ² , no se tiene en cuenta el área. Serie histórica 2002 – 2015.
Grupos móviles de erradicación (GME)	6	Erradicación validada por UNODC de 2007 a 2015. No se tiene en cuenta erradicación por tercera modalidad.
Evidencia de explotación de oro de aluvión (EVOA)	2	Interpretación SIMCI de EVOA 2014.
TOTAL	100	

Fuente: elaboración de los autores.

*El criterio para la asignación de pesos fue definido en forma cualitativa siguiendo los siguientes principios:

1. Dado que la localización de minas antipersona constituye el elemento de evidencia más consistente sobre la contaminación del territorio, se definió asignar a esta variable el mayor peso (80%), de manera que los probables factores impulsores de contaminación asociados no pudiesen, en ningún caso, sobrepasar el valor dado a la evidencia.

2. La DAICMA ha establecido que un 24% de los eventos posteriores a 2010, llegan a generar un Área Peligrosa (AP), mientras que solo un 15% de los eventos anteriores a 2010 llegan a generar un AP. De lo anterior, se deriva que existe una probabilidad 1,6 veces superior de que se determine un área peligrosa en eventos recientes (entre 2010 – 2015) que en eventos anteriores. Debido a que dentro de la metodología de valoración del riesgo por MAP y MUSE los eventos pesan máximo el 80%, los eventos recientes (2010 – 2015) tendrán una ponderación máxima del 80%, y los anteriores una máxima del 50%.

3. El peso faltante (20%) se distribuyó de acuerdo con el porcentaje de asociación de cultivos de coca, GME y EVOA con eventos MAP/MUSE (% eventos que han ocurrido en grillas que presentan la condición), manteniendo la relación de proporcionalidad entre ellos.

La variable que determina la amenaza por contaminación de MAP/MUSE es la ocurrencia de accidentes e incidentes en el territorio. Se asignó un peso de 80% al nivel de contaminación, asociado a evidencias para eventos recientes (durante el período 2010 – 2015). Para eventos anteriores, el máximo de peso es de 50. Los demás pesos se asignaron a partir del nivel global de asociación de la variable con la presencia de eventos al nivel nacional. Estos elementos se detallan a continuación.

La asignación del peso de la variable en el total de amenaza se realizó a partir de la relación espacial que se presenta en territorios de 1 km² afectados por MAP/MUSE y cultivos de coca, GME o EVOA. Al final el índice se normaliza de 0 a 1 donde los valores cercanos a 1 presentan mayor amenaza.

6. La localización de minas antipersonal constituye el elemento de evidencia más consistente sobre la contaminación del territorio, se definió asignar a esta variable el mayor peso (80%), de manera que los probables factores impulsores de contaminación asociados no pudiesen, en ningún caso, sobrepasar el valor dado a la evidencia





Finalmente, se crean cuatro rangos de amenaza de contaminación por Minas Antipersona, mediante la herramienta de cortes naturales (jenks) del software ArcGis.

Tabla 4. Rangos de niveles de amenaza

Rango	Nivel de amenaza
0,001 - 0,101	Baja
0,102 - 0,269	Media
0,270 - 0,544	Alta
0,545 - 1,000	Muy Alta

Fuente: elaboración de los autores.

En cuanto a cultivos de coca, para conocer si los territorios con cultivos de coca durante el periodo 2010 a 2015 coincidían con territorios afectados por MAP/MUSE, se evaluó la coincidencia de estos dos fenómenos en el mismo periodo de tiempo en grillas de 1 km². A escala nacional, del total de las grillas con eventos MAP/MUSE, el 25,56% presentaron cultivos de coca. A escala municipal, se evidenció que el nivel de asociación entre eventos MAP/MUSE y la presencia de cultivos de coca no era homogénea: en algunos municipios existía un alto nivel de asociación y en otros no. Con el fin de considerar el nivel de heterogeneidad propio de cada territorio, con la relación municipal entre cantidad de grillas con cultivos de coca vs grillas con eventos, se asignó un gradiente municipal a las grillas. El gradiente va de cero (cuando no hay relación) a doce (cuando el 100% de las grillas con eventos tenían coca); el valor de doce corresponde al máximo valor del peso de la asociación entre coca y MAP-MUSE, en la valoración de la amenaza. Los municipios con mayor relación entre cantidad de grillas con cultivos de coca vs grillas con eventos MAP/MUSE se encuentran en Nariño, Putumayo y Norte de Santander.

El mismo ejercicio se realizó con GME y EVOA. Del total de las grillas con eventos MAP/MUSE, el 12,46% presentaron intervención con GME. Aunque en el ámbito nacional este porcentaje no es significativo, al realizar el ejercicio a escala municipal se observan mayores coincidencias. Para la integración del nivel de asociación municipal entre cantidad de grillas con GME vs grillas con eventos MAP/MUSE, se asignó un gradiente municipal a las grillas. El gradiente va de cero (cuando no hay relación) a seis (cuando el 100% de las grillas con eventos tenían GME). Los municipios con mayor relación entre cantidad de grillas de eventos vs grillas que comparten GME y eventos fueron Linares (Nariño), San Miguel (Putumayo), Tumaco (Nariño), Policarpa (Nariño) y Puerto Asís (Putumayo).

En el caso de las Evidencias de explotación de Oro de Aluvión (EVOA), del total de las grillas con eventos MAP/MUSE de 2010 - 2015, el 1,82% presentaron EVOA en 2014. Debido a la ausencia de homogeneidad en el nivel de asociación, no es posible asignar a la explotación de oro de aluvión un factor único de impulso de la amenaza, sino que este debe considerar el nivel de heterogeneidad propio de cada territorio. Por ello, para la valoración de relación municipal entre cantidad de grillas con EVOA vs grillas con eventos, se asignó un gradiente municipal a las grillas. El gradiente va de cero (cuando no hay relación) a dos (cuando el 100% de las grillas con eventos tenían EVOA). Los municipios con mayor relación entre cantidad de grillas de eventos que comparten grillas con EVOA se encontraron en Antioquia y Chocó.



Amenaza potencial por factores asociados

Se entiende por amenaza potencial a aquella derivada de la presencia de variables, impulsoras de aquella, diferentes a los eventos MAP/MUSE, en territorios en los que no se cuenta con evidencia de que se hayan presentado estos eventos. A manera de ejemplo, es posible que en algunos de los territorios en los que se registra afectación por cultivos de coca se hayan instalado algunas MAP, pero que hasta el momento no se haya producido ningún incidente o accidente. Del mismo modo puede abordarse la presencia de GME o de EVOA.

Por lo anterior, además del cálculo de la amenaza en territorios con evidencia de eventos MAP/MUSE, se evalúa la amenaza potencial que se puede presentar por factores asociados a la instalación de MAP (cultivos de coca, GME, EVOA). Para esto, se toman los municipios sin afectación de MAP/MUSE y con afectación de alguno de los elementos asociados. La valoración de variables se mantiene igual que en el análisis de amenaza con evidencia de MAP/MUSE.

Los valores resultantes se normalizan de 0 a 1, donde los valores cercanos a 1 presentan mayor amenaza potencial. Finalmente, se crean cuatro rangos de amenaza potencial de contaminación por Minas Antipersona, mediante la herramienta de cortes naturales (jenks) del software ArcGis.

Tabla 5. Rangos de niveles de amenaza

Rango	Nivel de amenaza potencial
0,10	Baja
0,11 - 0,30	Media
0,31 - 0,70	Alta
0,71 - 0,90	Muy Alta

Fuente: elaboración de los autores.

Riesgo

El riesgo está dado por el producto de amenaza y vulnerabilidad en áreas de 1 km². De esta manera, cuando un territorio es vulnerable pero no está amenazado, o cuando existe amenaza pero no hay vulnerabilidad, el nivel de riesgo resultante es cero.

Los rangos de riesgo territorial por Minas Antipersona se determinaron mediante la herramienta de cortes naturales (jenks) del software ArcGis, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 6. Rangos de niveles de riesgo

Rangos	Nivel de riesgo
0,000001 - 0,024884	Bajo
0,024885 - 0,098937	Medio
0,098938 - 0,265176	Alto
0,265177 - 0,804517	Muy Alto

Fuente: elaboración de los autores.





Junto al cálculo del riesgo, se evaluó el riesgo potencial, entendido como aquel riesgo que se establece sin que exista evidencia de presencia de MAP/MUSE, pero donde confluye uno o más de los factores impulsores de la instalación de estos artefactos (cultivos de coca, GME, EVOA). Los rangos de riesgo potencial territorial por Minas Antipersona se determinaron mediante la herramienta de cortes naturales (jenks) del software ArcGis, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 7. Rangos de niveles de riesgo potencial

Rango	Nivel de riesgo potencial
0,01 - 0,04	Bajo
0,05 - 0,12	Medio
0,13 - 0,30	Alto
0,31 - 0,63	Muy Alto

Fuente: elaboración de los autores.

Resultados

Los cálculos de vulnerabilidad, amenaza y riesgo se realizaron en áreas de 1 km² para todo el territorio colombiano.

La mayor vulnerabilidad se presenta en la zona Andina que es donde se concentra la mayor parte de la población de Colombia. Hacia la costa Pacífica y las regiones Orinoquía y Amazonía se observan valores bajos de vulnerabilidad, que aumenta a nivel medio, coincidiendo con el curso de los ríos que han sido espacios de colonización, en donde se ha establecido la población en estas zonas del país. Los departamentos con mayores valores de vulnerabilidad son Antioquia, Santander, Cundinamarca y Boyacá; los de valores más bajos son Amazonas, Vichada, Caquetá y Guainía.

En cuanto a la amenaza, los departamentos que tienen una mayor cantidad de kilómetros cuadrados con algún grado de amenaza son Caquetá, Meta, Nariño, Putumayo, Guaviare y Antioquia. Los departamentos con mayor cantidad de grillas (áreas de 1 km²) con amenaza alta y muy alta son Meta, Antioquia, Caquetá y Putumayo, que concentran el 50% de las grillas con estos tipos de amenaza. Los departamentos de Atlántico, Magdalena, La Guajira, Quindío, Risaralda y Amazonas presentan menos de 10 km² con amenaza alta o muy alta, Guainía es el único departamento que no se encuentra amenazado por contaminación MAP.

Mapa de vulnerabilidad territorial frente a Minas Antipersonal (grillas de 1 km * 1km)

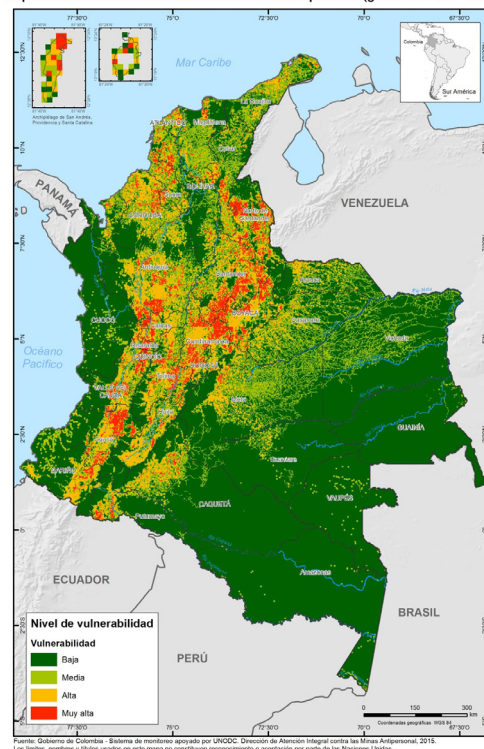


Figura 1. Vulnerabilidad territorial frente a MAP/MUSE

Fuente: Elaboración de los autores

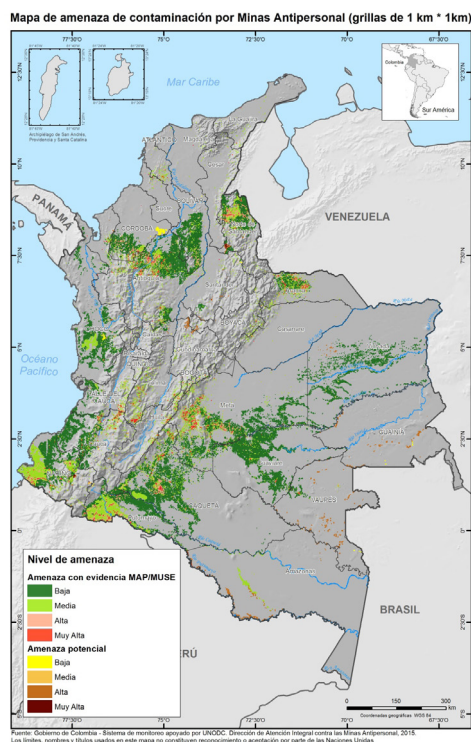


Figura 2. Amenaza de contaminación por MAP/MUSE
Fuente: Elaboración de los autores

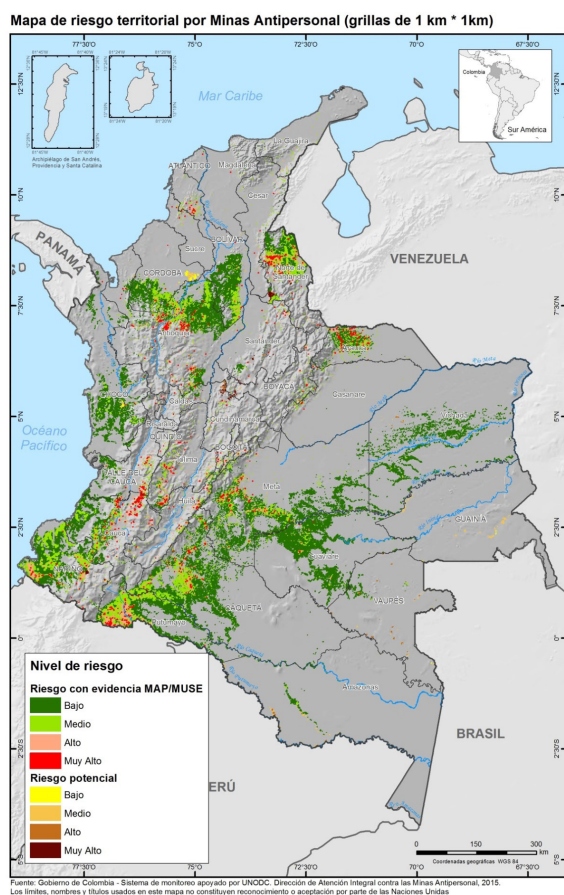


Figura 3. Riesgo territorial por MAP/MUSE
Fuente: Elaboración de los autores

En el territorio nacional hay un total de 106.734 km² en algún nivel de riesgo por contaminación de MAP/MUSE. De éstos, el 73% se encuentra en riesgo bajo, el 21% en riesgo medio, el 5% en riesgo alto y el 1% en riesgo muy alto. Los departamentos con mayor cantidad de área en algún grado de riesgo son Caquetá, Meta, Nariño, Putumayo, Guaviare y Antioquia, con más de 10.000 km² en riesgo cada uno, y concentrando más del 60% del territorio nacional en riesgo.

En cuanto a los departamentos con mayor proporción de área en riesgo dentro de su territorio, se encuentran Putumayo con 42% del departamento en riesgo; Nariño con 35%; y Norte de Santander con 29%.

La mayor concentración de riesgo muy alto se encuentra en Antioquia y Cauca, con el 15% cada uno; Norte de Santander con el 11%; Putumayo, 10%; y Arauca, 9%. En cuanto al riesgo alto se encuentran Putumayo con 22%; Antioquia, 11%; Nariño, 10%; Cauca, 9%; y Meta, Norte de Santander y Caquetá, con 7% cada uno. En riesgo medio, la mayor participación se encuentra en Putumayo con 19%; Nariño, 16%; Norte de Santander, 12%; Caquetá, 11%; y Antioquia, 10%. Guaviare, Caquetá y Meta concentran gran parte de su territorio en riesgo bajo.

El análisis de riesgo realizado en grillas de 1 km² permite aumentar la escala de análisis y conocer los municipios con mayor cantidad de kilómetros cuadrados en condición de riesgo muy alto y alto, y su localización. Sobresalen los municipios de Puerto Asís, Tumaco, San Miguel, Araucaria y Valle del Guamuez, que concentran el 22% del total del territorio en estos niveles de riesgo.



Tabla 8. Top 20 de municipios con mayor cantidad de grillas en riesgo alto y muy alto

No	Departamento	Municipio	Cantidad de grillas en riesgo Bajo	Cantidad de grillas en riesgo Medio	Cantidad de grillas en riesgo Alto	Cantidad de grillas en riesgo Muy Alto	Total de grillas en riesgo	Total de grillas en riesgo Alto y Muy Alto
1	PUTUMAYO	PUERTO ASÍS	729	761	443	41	1.974	484
2	NARIÑO	TUMACO	1.512	809	299	21	2.641	320
3	PUTUMAYO	SAN MIGUEL (La Dorada)	23	92	237	32	384	269
4	ARAUCA	ARAUQUITA	955	233	127	57	1.372	184
5	PUTUMAYO	VALLE DEL GUAMUEZ (La Hormiga)	121	514	173	11	819	184
6	PUTUMAYO	PUERTO CAICEDO	378	321	153	18	870	171
7	CAQUETÁ	MONTAÑITA	390	657	118	18	1.183	136
8	TOLIMA	PLANADAS	145	55	70	39	309	109
9	NORTE DE SANTANDER	TEORAMA	289	219	62	44	614	106
10	META	URIBE	876	221	70	25	1.192	95
11	META	VISTAHERMOSA	1.541	173	75	11	1.800	86
12	NORTE DE SANTANDER	TIBÚ	1.424	601	70	15	2.110	85
13	CAUCA	SUÁREZ	121	24	57	27	229	84
14	CAQUETÁ	PUERTO RICO	1.015	95	66	17	1.193	83
15	ARAUCA	TAME	503	149	57	25	734	82
16	PUTUMAYO	ORITO	322	901	67	14	1.304	81
17	ANTIOQUIA	ANORÍ	799	75	53	27	954	80
18	ANTIOQUIA	ITUANGO	349	80	58	22	509	80
19	META	MESETAS	562	149	57	21	789	78
20	META	PUERTO RICO	1.294	455	58	10	1.817	68

Fuente: elaboración de los autores.

Conclusiones

Cada vez más las herramientas de análisis espacial se posicionan como instrumentos claves para la toma de decisiones. El uso de un marco común de áreas facilita el análisis espaciotemporal de territorios incluyendo diferentes variables. En la presente metodología se propone utilizar el marco de áreas para analizar el riesgo por contaminación de MAP/ MUSE, en territorios de 1 km². Esta escala permite identificar niveles de riesgo en áreas al interior de los municipios lo que facilita la priorización y focalización de acciones AICMA.

Para el cálculo del riesgo en áreas de 1 km² es necesario conocer las vulnerabilidades y amenazas en estas mismas áreas. La vulnerabilidad viene dada por la presencia de la población en el territorio y la amenaza por la presencia de minas antipersona. Para ello se evaluaron las variables densidad de construcciones habitacionales, densidad de establecimientos educativos, presencia de vías y estratificación basada en coberturas



vegetales para vulnerabilidad y Eventos MAP/MUSE, Cultivos de coca, Grupos móviles de erradicación (GME) y Evidencia de explotación de oro de aluvión (EVOA), para amenaza.

El tener la evaluación de cada variable de manera independiente, de la vulnerabilidad, la amenaza y el riesgo en áreas de 1 km² permite tener una herramienta dinámica que se ajuste a los intereses de diferentes perfiles de usuarios (operadores de desminado humanitario, operadores en educación en el riesgo, funcionarios, autoridades locales).

La presente propuesta metodológica tiene gran potencialidad para la focalización de acciones. Por ejemplo, con la información del marco de áreas es posible identificar los establecimientos educativos vulnerables y en riesgo y decidir las acciones que más se ajusten a sus particularidades. Asimismo, se pueden priorizar las zonas que se encuentren con continuidad espacial de niveles de riesgo alto y muy alto.

No existen en la literatura estudios que correlacionen de forma espacial la localización de los eventos MAP/MUSE con otras variables. El marco de áreas permitió abordar la problemática de las MAP y proponer una metodología con enfoque geográfico para focalizar territorios para acciones AICMA.



Bibliografía

- Lavell, Allan. (2001). *Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición*. Scripta Nova- Revista.
- DAICMA. (2016). *Plan Estratégico para la Acción contra Minas Antipersona 2016-2021*.
- DAICMA. (2016). *Base de datos IMSMA de eventos por MAP/MUSE 1990-2015*.
- IDEAM. (2014). *Cobertura de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia durante el periodo 2010-2012. Escala 1:100.000. Mapa digital*. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/siac/catalogo-de-mapas>
- IGAC. (2016). *Cartografía Básica escala 1:100.000. 2012*.
- UNODC/PROYECTO COL-K53. (2016). *Serie histórica Erradicación Manual Forzosa realizada por los Grupos Móviles de Erradicación, validada por UNODC 2007-2015*.
- UNODC/SIMCI. (2016). *Serie histórica de cultivos de coca 2001-2015*.
- UNODC/SIMCI. (2016). *Interpretación de evidencias de explotación de oro de aluvión –EVOA 2014*.

(Footnotes)

1. La densidad de construcciones habitacionales constituye un indicador indirecto (proxy) de la localización de las personas en el espacio rural. Se estableció que el 71% de los eventos de minas antipersonal (accidentes e incidentes) se presentó en distancias inferiores a 1 km de construcciones habitacionales.
2. Las escuelas sirven también como sitio habitual de reunión de las comunidades rurales. Se estableció que el 37% de los eventos (accidentes e incidentes) ocurrió a distancias iguales o menores a 1 km de los establecimientos educativos.
3. La localización de minas antipersonal constituye el elemento de evidencia más consistente sobre la contaminación del territorio, se definió asignar a esta variable el mayor peso (80%), de manera que los probables factores impulsores de contaminación asociados no pudiesen, en ningún caso, sobrepasar el valor dado a la evidencia.

