

PROPUESTAS METODOLÓGICAS PARA
LA DOCUMENTACIÓN Y BÚSQUEDA
DE PERSONAS DESAPARECIDAS
EN COLOMBIA

Página

- 5. Introducción**
- 9. Entierros clandestinos**
Propuesta de análisis a través de sensores remotos para la búsqueda de entierros clandestinos en la ribera del río Casanare.
LUZ ADRIANA GUATAME, BA
- 19. Ríos**
Aplicación forense de una simulación computarizada de objetos transportados por el río Magdalena, como herramienta para la búsqueda de personas desaparecidas.
ANA CAROLINA GUATAME, MSC
- 31. Cementerios legales**
El uso de información de cementerios en la búsqueda de desaparecidos:
Lecciones de un estudio piloto en Rionegro, Antioquia
TAMY GUBEREK, DANIEL GUZMÁN, BEATRIZ VEJARANO
- 46. Vertederos de escombros**
Evaluación arqueológica preliminar para la búsqueda de personas desaparecidas en la Escombrera, Medellín, Colombia.
KEVIN LANE, PHD.

Introducción

PROPUESTAS METODOLÓGICAS PARA LA DOCUMENTACIÓN Y BÚSQUEDA DE PERSONAS DESAPARECIDAS EN COLOMBIA

EQUITAS es una organización científica y humanitaria centrada en las víctimas y basada en la evidencia; realiza aportes científicos independientes y brinda apoyo psicosocial a las familias de víctimas de crímenes cometidos en el contexto de violaciones graves y masivas a los derechos humanos y en conflictos armados. En los últimos cinco años hemos invertido gran parte de nuestra energía en desarrollar aportes relacionados con la búsqueda, la identificación y el análisis forense de víctimas de desaparición forzada en Colombia. En el desarrollo de nuestro trabajo, hemos identificado temas estructurales, metodológicos y científicos que evidencian los retos de trabajar en el contexto de un prolongado conflicto activo paralelo a procesos de justicia transicional y una compleja burocracia estatal.

Nuestra manera de abordar estos retos se concentra en ofrecer herramientas científicas que contribuyan a mejorar prácticas forenses oficiales y privadas, sirvan para guiar políticas públicas y visibilicen socialmente los crímenes trabajados. Con este énfasis hemos generado preguntas interdisciplinarias y, conjuntamente con profesionales y grupos, hemos elaborado propuestas iniciales orientadas a comprender la magnitud del crimen y los retos en torno a los procesos de búsqueda de personas desaparecidas en el país.

¿QUIÉNES ESTÁN ENTERRADOS DÓNDE?

La identificación forense se basa en cotejar información sobre personas desaparecidas con restos humanos encontrados. Por ello es fundamental comprender el universo de personas que han desaparecido en el conflicto y que deben encontrarse. La información sobre quiénes y cuántas personas han desaparecido conduce a procesos técnicos metodológicamente adecuados, sostenibles y planificados, tales como la búsqueda y recuperación en diferentes contextos, la identificación humana, el

análisis forense sobre circunstancias de la muerte y la investigación judicial.

En sus estudios de caso, EQUITAS se enfrenta al reto científico de contribuir a los procesos de búsqueda en escenarios tales como grandes haciendas o fincas, riberas de ríos, secciones de cuerpos no identificados en cementerios legales, y hasta casos en que los cadáveres han sido supuestamente arrojados a los ríos. Estos escenarios nos recuerdan constantemente la intención de los perpetradores del crimen de desaparición forzada de evitar dejar huellas. La víctima no fue asesinada y expuesta públicamente sino que fue desaparecida. Por ello, responder a la pregunta de *¿quiénes están enterrados dónde?* es clave para cerrar la brecha entre los restos no identificados que se encuentran y los registros de personas desaparecidas que aún no se han encontrado.

RETOS ESPECÍFICOS DEL CONTEXTO COLOMBIANO

Hay factores adicionales que presentan desafíos al trabajo interdisciplinario en torno a esta pregunta. La implementación de la Ley de Justicia y Paz del año 2005 ha impactado profundamente la búsqueda de los desaparecidos en Colombia. Temas que en el pasado suscitaban poco interés adquirieron más visibilidad y revelaron más ampliamente el drama detrás de las historias de los desaparecidos. Con base en información entregada por paramilitares desmovilizados¹, más de 3.000 cadáveres han sido recuperados hasta la fecha en exhumaciones masivas ejecutadas en todo el país por diferentes equipos de la Fiscalía General de la Nación y otros equipos de la Policía Nacional (DIJIN) y del Departamento Administrativo de Seguridad (DAS). En la medida en que los cuerpos se han ido recuperando, las familias se acercan a reportar a sus parientes desaparecidos a



1 Cifra consolidada hasta el 6 de enero de 2010 según la Unidad de Justicia y Paz. Ver <http://www.fiscalia.gov.co/justiciapaz/EXH/EXHUMACIONES.htm>

las entidades estatales, a tal punto que hasta el 2009 las cifras oficiales daban cuenta de más de 27.000² casos de desaparición.

Adicionalmente, se han adelantado importantes esfuerzos por parte de las entidades por coordinar su trabajo a través de la Comisión Nacional de Búsqueda de Desaparecidos, implementar el Plan Nacional de Búsqueda aprobado en el 2007, consolidar el Registro Nacional de Desaparecidos a través del SIRDEC y crear instrumentos de política nacional tales como el CONPES 3590 de junio de 2009. No obstante, la magnitud de la tarea es abrumadora: la proporción de cadáveres identificados frente a los no identificados se mantiene en menos de una tercera parte; las desapariciones no cesan de ocurrir; los testimonios de los paramilitares son incompletos; y evidencias consistentemente han involucrado a docenas de miembros de las Fuerzas Armadas en supuestas ejecuciones extrajudiciales en el marco del escándalo de los “falsos positivos”³.

Todos estos retos revelan la difícil tarea de encontrar e identificar a los desaparecidos en Colombia – una tarea que deberá llevarse a cabo



- 2 Casos reportados en el Sistema de Registro Nacional de Desaparecidos en aproximadamente los últimos 20 años. Ver página 38, Documento Conpes 3590, Consolidación de los mecanismos de búsqueda e identificación de personas desaparecidas en Colombia, Departamento Nacional de Planeación, Junio 2009.
- 3 El Profesor Philip Alston, Relator Especial de las Naciones Unidas para las ejecuciones arbitrarias en su misión en Colombia en June 2009, reporta cerca de 1800 casos, y explica en su informe cómo esta expresión “falsos positivos”, y la evidencia de algunos de los casos que examinó, brindan una suerte de aura técnica para describir una práctica que se caracterizaría mejor como el asesinato a sangre fría y premeditado de civiles inocentes, con fines de beneficio. “El fenómeno es muy conocido. Un “reclutador” engaña a la víctima con falsas pretensiones y la lleva a una localidad remota. Allí, al poco tiempo de llegar, miembros del ejército matan al individuo. Luego se manipula el lugar de los hechos para que parezca que la persona fue dada de baja legítimamente en el fragor de un combate. A menudo se hace una fotografía en la que sale vistiendo uniforme de guerrillero con un arma o granada en la mano. Las víctimas suelen ser enterradas de manera anónima en fosas comunes, y los asesinos son premiados por los resultados conseguidos en la lucha contra la guerrilla.”

durante décadas. Comprometidos con ella, EQUITAS, Benetech y otros expertos están trabajando conjuntamente para documentar mejor “quiénes están enterrados dónde” y así apoyar la búsqueda de esos desaparecidos. La presente publicación explora cuatro escenarios diferentes que no han sido estudiados sistemáticamente: los cementerios legales, los ríos, las riberas de los ríos, así como un vertedero de escombros. Los artículos proponen metodologías interdisciplinarias con el fin de ofrecer líneas alternativas de evidencia que no dependen de testimonios humanos, pero que pueden cruzarse con ellos, para maximizar los esfuerzos de búsqueda en terreno. Creemos que es posible crear condiciones sostenibles para una buena práctica científica, que alivie la presión que proviene de dificultades políticas y de seguridad por trabajar en un contexto de conflicto activo. A la larga, es sólo así que Colombia logrará entender su pasado y construir sobre esa base un mejor futuro.

SOBRE LOS AUTORES Y COLABORADORES

La geóloga **Adriana Guatame**, investigadora en aplicaciones geológicas de teleobservación de Ingeominas, explora el análisis de sensores remotos para identificar patrones de cambio en terreno como indicadores potenciales de sitios clandestinos de entierro. El presente estudio piloto encontró que estos sitios tienden a ubicarse en lugares de actividad ribereña marginal, especialmente en planicies aluviales. Entender los ríos como paisajes cambiantes y observar su evolución a lo largo del tiempo puede ser extremadamente útil al interpretar los testimonios de diversos actores sobre la ubicación de los entierros. Así pues, un enfoque geoestadístico, que utilice información precisa y sistemática relacionada con la actividad fluvial, el uso del suelo, los tipos de suelos y los patrones de pluviosidad y de flujo, podría contribuir a que los estudios de teledetección se conviertan en un elemento clave en la planificación de búsqueda con

patrones regionales. Este trabajo combinado con la ayuda de herramientas geofísicas específicas según las características del terreno podrá maximizar esfuerzos para que las búsquedas no se hagan uno a uno, sino que se recuperen la mayor cantidad de personas que se encuentren en una determinada zona.

Ana Carolina Guatame, miembro permanente del equipo de Equitas, MSc. y antropóloga forense, presenta una propuesta que se basa en su trabajo de grado de maestría. Utiliza la simulación por computador como herramienta fiable para la predicción de las posibles trayectorias de desplazamiento de un objeto similar al de un cuerpo humano y los tiempos que traducen para llegar a ubicaciones específicas de un río. Este tipo de trabajo puede ayudar a priorizar áreas de búsqueda en meandros, lechos de río y áreas inundadas en casos en los que existen testimonios sobre personas que fueron arrojadas a los ríos. Técnicas arqueológicas en temporadas secas, arqueología de materiales dragados de los ríos, así como la documentación de áreas cercanas a los ríos donde los habitantes han recuperado cuerpos que flotan y han sido depositados en cementerios improvisados o legales, serán los pasos futuros que se derivan de la aplicación de dicha herramienta.

El **Grupo de Análisis de Datos de Derechos Humanos** (HRDAG, por su sigla en inglés) de Benetech, es una organización con más de 17 años de experiencia en la aplicación de rigurosos análisis de datos de violaciones de derechos humanos. Ha trabajado con nueve Comisiones de Verdad y Reconciliación, misiones de Naciones Unidas y organismos oficiales de derechos humanos, así como tribunales penales internacionales. En un esfuerzo por apoyar la búsqueda de desaparecidos en Colombia, Benetech ha utilizado métodos estadísticos y ha explorado la utilidad de incorporar información indirecta, no testimonial, en los análisis cuantitativos. Un primer esfuerzo se realizó en la región de Casanare, donde se utilizó un método estadístico llamado “Estimación por Sistemas

Múltiples” para dar cuenta de víctimas no reportadas de desaparición – aquellas víctimas desaparecidas no sólo de la sociedad y de sus familias sino también de cualquier registro de desaparición⁴. En su estudio *Los Desaparecidos de Casanare*, publicado en 2007, Benetech estimó que en el período 1986-2007, entre 30 y 40 por ciento de los desaparecidos de Casanare no fueron reportados⁵.

El segundo esfuerzo es el que presentamos en esta publicación. *EQUITAS* y HRDAG detectaron la necesidad de explorar la utilidad de los datos de los cadáveres no identificados en los cementerios como fuente de información para la búsqueda de desaparecidos. Tras el análisis de los libros de defunciones de la parroquia, del cuaderno del sepulturero y de un censo de lápidas en un cementerio legal, el estudio piloto reveló patrones temporales interesantes sobre los muertos tanto identificados como no identificados. Las instituciones involucradas en esfuerzos de identificación, podrían comparar patrones del cementerio con reportes de desapariciones relacionadas con el conflicto y recuentos de combate en el área para determinar con mayor claridad si es posible cotejar ciertos desaparecidos con los restos humanos que se encuentran en el cementerio. Mejores prácticas de documentación por parte de los administradores de cementerios y análisis de otras fuentes existentes conducirán a procesos más eficaces de búsqueda e identificación de los NN en el cementerio y a una mejor comprensión de los patrones del conflicto y de los posibles perpetradores.

Finalmente, hemos invitado al arqueólogo **Kevin Lane**, Ph.D., Investigador del Departamento de Arqueología de la Universidad de Manchester,



- 4 La Estimación por Sistemas Múltiples (ESM) es una técnica que utiliza dos o más listas, recolectadas separadamente pero incompletas, de una población para estimar el tamaño total de esa población. HRDAG utiliza la técnica de ESM en casos de derechos humanos para proyectar el número total de violaciones, incluyendo aquellas que nunca se documentaron.
- 5 Guzmán Daniel, Tamy Guberek, Amelia Hoover, y Patrick Ball. 2007. “[Los Desaparecidos de Casanare](#).”

Inglaterra, a que presente una evaluación preliminar de un escenario de recuperación extremadamente difícil: un vertedero de escombros. La aplicación de metodologías de prospección y excavación total a escenarios de gran escala como esta, resulta efectivamente imposible. Sin embargo, esta evaluación preliminar propone verificar evidencia confiable sobre el estado y la geografía del vertedero durante el principal período de actividad en el que se depositaron cadáveres en él. Así, por ejemplo, imágenes aéreas o satelitales podrían ayudar a establecer un área de profundidad para la intervención en el vertedero, lo que maximizará los esfuerzos de búsqueda. Trincheras georeferenciadas, excavación por compartimentos y la eliminación de escombros por medio de excavadoras JCB forman parte de una propuesta de actividades arqueológicas que buscan invertir esfuerzos razonables en la búsqueda de los restos de personas desaparecidas en una escombrera.

Esperamos que estas propuestas permitan concluir la necesidad de un enfoque interdisciplinario para resolver la pregunta *¿Quién está enterrado dónde?*, de manera que produzca resultados exitosos en la búsqueda, investigación e identificación de las muertes relacionadas con el conflicto armado. La discusión abierta, las pruebas futuras y, lo más importante, la documentación rigurosa de todas las experiencias serán fundamentales en la generación de nuevas soluciones para las tareas humanitarias y científicas que enfrentamos: contribuir a la devolución de los restos humanos de los desaparecidos a sus seres queridos, así como aportar evidencias sobre las circunstancias en que murieron que puedan utilizarse en procesos de justicia y reparación.

Finalmente, deseamos agradecer al Instituto de Estados Unidos para la Paz (USIP) por su apoyo a este trabajo como una contribución en la generación de conocimiento y de instrumentos innovadores para la construcción de la paz.

Drisha Fernandes • Investigación y Desarrollo, *EQUITAS*

Propuesta de análisis a través de sensores remotos para la búsqueda de entierros clandestinos en la ribera del río Casanare

Luz Adriana Guatame, BA

Entierros clandestinos

Resumen: A través de un estudio de percepción remota, se realizó el análisis de un área del departamento de Casanare, con el fin de identificar patrones de modificación del terreno como posibles indicadores de la existencia de enterramientos clandestinos, que puedan ser sugeridos como criterios para la evaluación preliminar de sitios de búsqueda. El estudio observó que muchos de los enterramientos se encuentran asociados a drenajes naturales (ríos y caños) y a llanuras de inundación. Esta localización implica un estudio a profundidad del comportamiento de los drenajes, que permita establecer en qué medida los enterramientos han sido afectados por el paso de las corrientes de agua, bien sea borrando las marcas superficiales de la fosa, cubriendo la misma con sedimentos o, en algunos casos, desplazándola.

Palabras clave: entierros clandestinos, sensores remotos, drenajes naturales.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de enterramientos clandestinos, el procesamiento y análisis de la información obtenida a través de sensores remotos, como imágenes satelitales y fotografías aéreas, ha mostrado ser una metodología apropiada en diferentes contextos (Kalácska M. y Bell, 2006). La pertinencia de esta metodología radica en que permite estudiar, caracterizar y definir propiedades de la superficie terrestre para extensiones considerables de tierra en cortos periodos, y con un costo inferior al que requeriría una labor de campo. Se trata de una metodología que favorece la planeación de la búsqueda y la recuperación de los cuerpos, a la vez que ofrece buenas condiciones de seguridad del personal de terreno, gracias a que proporciona información cualitativa relevante para entender la posible

existencia de enterramientos clandestinos, sin requerir contacto físico con el terreno.

Lo anterior resulta de gran valor ya que históricamente ha existido cierta dependencia del testimonio de testigos e informantes para la localización de fosas comunes, tanto en Colombia como en otras partes del mundo. En algunos casos, especialmente aquellos relacionados con hechos ocurridos varias décadas atrás o en zonas del país de difícil acceso, esta información ha sido inexacta, generando una gran inversión de recursos y tiempo, sin resultados en el hallazgo de los cuerpos. Esta

situación exige la aplicación de nuevas herramientas que contribuyan con la búsqueda de las víctimas y que a la vez, permitan la efectiva inversión de los recursos disponibles para la misma.

Sobre esta base, este artículo presenta los resultados de un estudio de teledetección de un área ubicada en el departamento de Casanare, Colombia (figura 1). El objetivo del estudio fue identificar posibles criterios como podrían ser señales de modificación del terreno u otros elementos del paisaje, que permitan evaluar preliminarmente la pertinencia de las labores de campo en la localización de fosas clandestinas.

Figura 1. Ubicación general de la zona de estudio. Se resaltan en color los municipios en el Departamento de Casanare de los cuales se tienen datos de exhumaciones



METODOLOGÍA

Selección de áreas

El área de estudio se definió a partir de una base de datos proporcionada por la Unidad de Justicia y Paz de la Fiscalía General de la Nación¹ a EQUITAS, sobre

1. La Unidad Nacional de Justicia y Paz se creó mediante la Ley 975, del 25 de junio de 2005, y tiene la competencia para la investigación de los crímenes confesados por las personas desvinculadas de los grupos armados ilegales que se hayan acogido a dicha ley. Entre sus actividades principales se encuentran la búsqueda y exhumación de los cuerpos de las personas desaparecidas.

las exhumaciones realizadas en el departamento de Casanare, desde febrero de 2007 hasta noviembre de 2008. La información contenía datos referentes a los sitios donde fueron recuperados 60 cuerpos, encontrados en fosas con 1, 2 o 3 individuos. A cada uno de los datos le fue asignado un código alfanumérico compuesto por el número consecutivo de cada dato y el prefijo CF (Casanare-Fiscalía). De la información de los 60 cuerpos, únicamente 20 datos fueron de utilidad debido a que en algunos casos se

carecía de coordenadas geográficas, o se presentaba incoherencia de los datos con la localización geográfica en el territorio colombiano; aspecto que será tratado más adelante en la discusión.

Una vez ubicados los puntos donde se llevaron a cabo las exhumaciones en mapas de referencia del departamento, correspondientes a los cuadrantes IGAC J-13 A L-14², los datos fueron clasificados de la siguiente manera: enterramientos en zonas montañosas; enterramientos asociados a drenajes y llanuras de inundación; enterramientos en cementerios; enterramientos no asociados a ningún rasgo geográfico en particular.

2. Cartografía oficial Colombiana.

La relación entre cada uno de los tipos de enterramiento y su frecuencia permitió identificar un patrón de ubicación preferencial en las zonas cercanas a los cauces de los ríos, por lo cual, el estudio centró la atención en los puntos de exhumación asociados a drenajes ubicados en la zona conocida como El Piedemonte Llanero. Los puntos se localizan en inmediaciones de los caños Güira, Los Tembladores, Surimena, La Herradura, Casimena, y Piñalito; y de los ríos Cusiana, Casanare, Meta, Cravo Sur, Guafal, Chitamena y Unete. La distancia entre estos drenajes y los puntos de exhumación fue calculada en hasta 4 kilómetros (tabla 1, figura 2).

Tabla 1. Datos asociados a drenajes

PUNTO	MUNICIPIO	DRENAJE ASOCIADO	DISTANCIA APROXIMADA AL CAUCE PRINCIPAL
CF2	Tauramena	Caño de los Tembladores Caño Güira	500 metros
CF3	Aguazul	Río Cusiana Drenaje menor	2 kilómetros 100 metros
CF4	Orocué	Caño Surimena	900 metros
CF23	Tauramena	Caño La Herradura	2 kilómetros
CF24	Tauramena	Caño Güira	1.8 kilómetros
CF25	Tauramena	Río Cusiana Caño Casimena	6 kilómetros 200 metros
CF42	Monterrey	Río Cravo Sur	700 metros
CF48	Paz de Ariporo	No identificado	100 metros
CF50	Tauramena	Caño Güira	1.8 kilómetros
CF51	Tauramena	Río Chitamena	1.5 kilómetros
CF57	Monterrey	Río Guafal	70 metros
CF59	Orocué	Río Cravo Sur	1 kilómetro
CF60	Aguazul	Río Unete	100 metros

Para determinar la posible acción de dichos cauces sobre el área de enterramiento, se analizaron las distancias entre los puntos de exhumación y los cauces principales de los ríos, considerando que el

área de afectación del terreno por causa de la actividad fluvial para los tipos de río existentes en la región podría ser de hasta 10 kilómetros (Butzer, 1976).

FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS ASOCIADOS A DRENAJES



Imágenes satelitales

Con el fin de realizar un análisis multitemporal de las variaciones en el cauce y la llanura de inundación de los mayores drenajes que afectan los sitios de interés, (en un periodo de tiempo que comprende antes, contemporáneo y después a la construcción de los enterramientos clandestinos), se analizaron imágenes 1991 Landsat TM y 2001 ETM+ correspondientes a los cuadrantes ubicados en la path 6 row 56 & 57 y la path 7 row 56 & 57³. Para tal fin, se utilizaron como punto de referencia imágenes actuales tipo QuickBird de Google Earth.

Dado que la mayoría de las imágenes disponibles son de baja resolución espacial, los aspectos analizados hacen especial referencia a las llanuras de inundación de los cauces principales. Se identifican las zonas por donde transcurre el cauce principal de

3. Las imágenes Landsat se caracterizan por tener alta resolución radiométrica y por trabajar con 7 y 8 bandas espectrales, las cuales cubren casi la totalidad del espectro electromagnético.

los drenajes importantes, las zonas inundables y las no inundables.

Para las imágenes de 1991 y 2001 (figuras 3 y 4) se realizó una composición en falso color con la composición RGB 742, con el fin de resaltar los cuerpos de agua. Las figuras 5 y 6 presentan la interpretación de estas imágenes. Ésta incluye la discriminación de diferentes tipos de suelo: los valles activos de los ríos, las zonas propensas a inundaciones esporádicas, y las zonas no inundables. Para la imagen QuickBird (figuras 7 y 8) la composición por defecto está en color verdadero.

Composición en falso color RGB 742. Los cuerpos de agua se observan en color azul, la vegetación en color verde y las zonas de suelos en color rojo.

Figura 3. Imagen Landsat TM 1991.

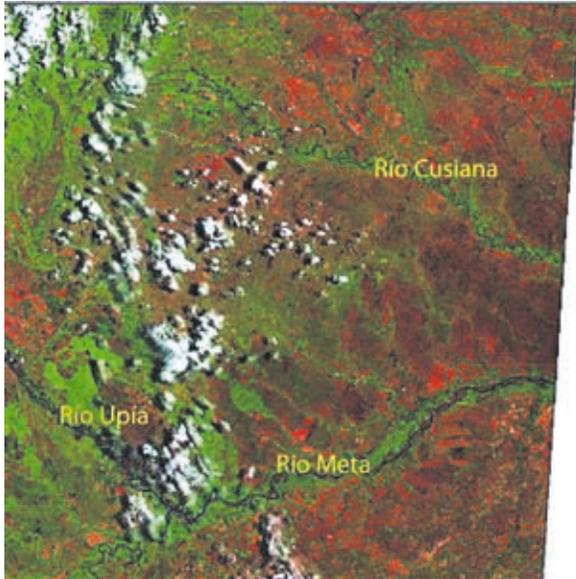


Figura 4. Imagen Landsat ETM 2001.

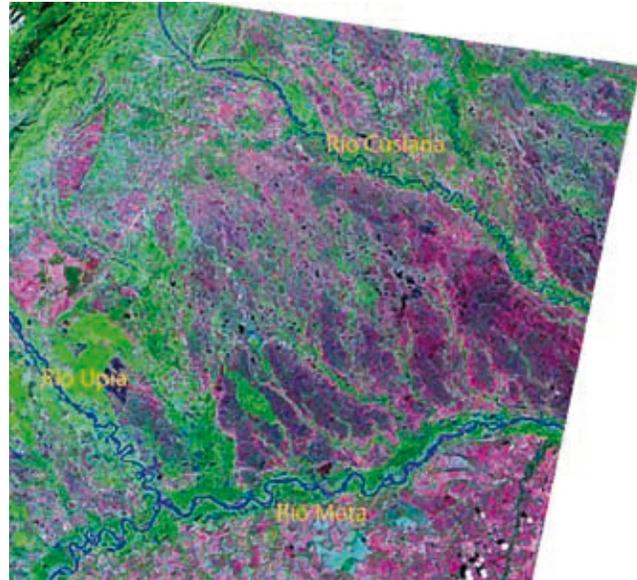
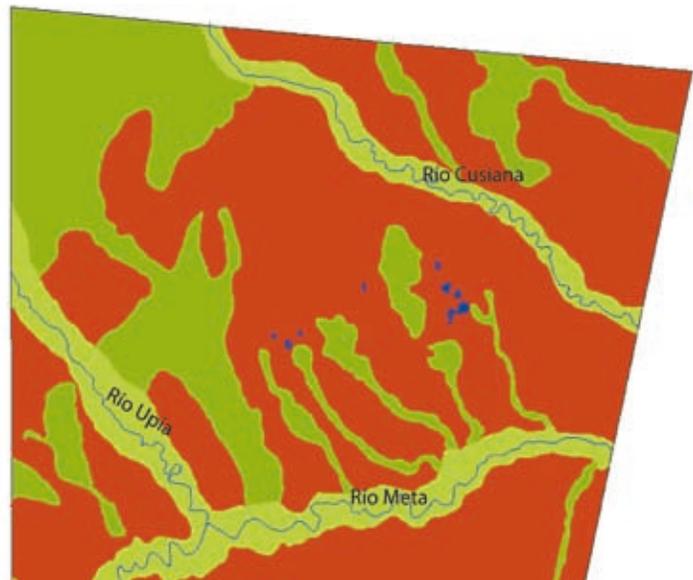


Figura 5. Interpretación Landsat TM 1991



Figura 6. Interpretación Landsat ETM 2001



■ Zonas no inundables

■ Zonas inundables

■ Zonas de valle

Figura 7. Imagen QuickBird 2009.



Figura 8. Interpretación QuickBird 2009



Fotografías aéreas

Se utilizaron fotografías aéreas para mejorar la resolución espacial de los puntos georeferenciados por las exhumaciones localizadas cerca al río Meta y al río Cusiana para observar las condiciones locales de los drenajes y, en los casos donde fuera posible, realizar análisis multitemporales de variación del paisaje que pudieran afectar los sitios en donde se presentan enterramientos clandestinos (figura 9).

Las observaciones se centraron en estos dos ríos ya que eran los que presentaban mejor calidad en el material para ser analizado, y sus características morfológicas eran las ideales para establecer parámetros aplicables a los demás drenajes en la región. Se trabajaron imágenes con escalas 1:15000 a 1:30000, correspondientes a los vuelos IGAC C2715, C2710, C2614, C2490, C2615.

Figura 9. Variación en la morfología de los meandros y llanuras de inundación. Esc. 1:20.000

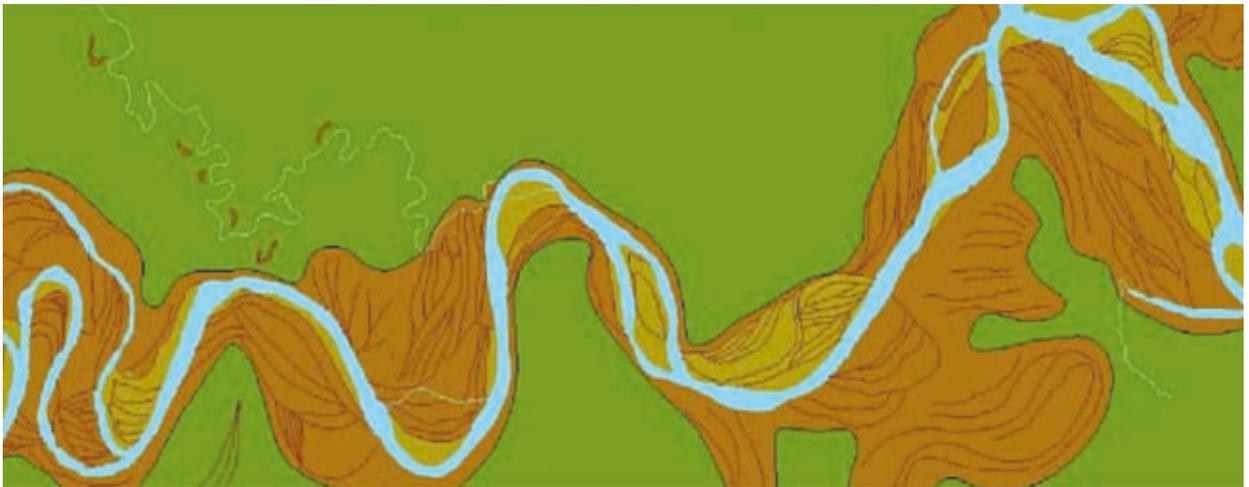


Figura 9. Variación en la morfología de los meandros y llanuras de inundación. Esc. 1:20.000**Software**

Para el análisis e interpretación del material se usó el software Erdas 9.0®.

RESULTADOS**Caracterización geográfica de la zona de estudio**

La zona de estudio se ubica en un sector de El Piedemonte Llanero, en donde el sistema montañoso de la Cordillera Oriental hace la transición hacia las planicies de los Llanos Orientales. Esto repercute directamente en la dinámica fluvial, ya que se pasa de un sistema de gran energía a causa de las altas pendientes de las zonas montañosas, a otro en donde esta energía debe ser disipada en las planicies. Esto obliga a que el cauce del río adopte nuevas formas para redistribuir la energía convirtiéndolo en un sistema de ríos meándricos o trenzados.

La dinámica fluvial en dicha zona es en general torrencial, lo cual se evidencia por la amplitud de los caudales a la salida de la montaña: los registros

muestran variaciones de caudales entre 40 y 1500 m³/s en el río Guayuriba; de 40 a 1700 m³/s en el Guatiquía; y de 390 a 8600 en el río Meta⁴. A su vez, la carga aluvial procedente de la cordillera es depositada principalmente en el piedemonte, por lo cual algunos cauces elevan su lecho y generan desbordes y cambios en los cauces.

Por otro lado, el Piedemonte Llanero presenta diferentes expresiones geomorfológicas que son consecuencia de la geología y los procesos naturales que se producen en superficie (Ingeominas, 2004). De este modo, dichas expresiones se pueden dividir en tres categorías geomorfológicas: estructural, fluvial (abanicos disectados) y fluvial (llanuras de inundación).

Climatológicamente, el Piedemonte Llanero se caracteriza por sus precipitaciones abundantes, con una precipitación anual de entre 1500 y 2000mm, al igual que por presentar un régimen monomodal con periodos de 7 a 8 meses. La vegetación dominante de sabana y la cobertura nubosa media permiten el fácil transporte de sedimentos y sustancias superficiales.

DISCUSIÓN

Como lo muestra la figura 2, el hallazgo de cuerpos en el departamento de Casanare se ha dado principalmente en zonas cercanas a los cauces de los ríos que se encuentran en el Piedemonte Llanero, región que se caracteriza por contener sistemas de ríos meándricos y llanuras de inundación de gran variación. Estos sistemas de ríos meándricos se distinguen por tener un cauce principal con una sinuosidad mínima de 1.5 metros. Tienen gran capacidad para transportar desde sedimentos finos (i.e. limo), hasta sedimentos gruesos (i.e. gravas, material vegetal), de acuerdo a la

4. Información consignada en el documento "Unidades geomorfológicas en el territorio Colombiano". Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM- <http://www.ideam.gov.co/publica/unidgeom/unidgeom.pdf>

energía del cauce. En los valles de los ríos se forman planicies aluviales constituidas por sedimentos depositados, en donde las corrientes reajustan su curso erodando y redepositando. Con el tiempo, los meandros van migrando corriente abajo y tienden a aumentar la sinuosidad. La máxima velocidad de la corriente se da en la parte externa del canal, produciendo mayor erosión y el material erodado se redeposita en la parte interna del canal formando barras de punta (Butzer, 1976).

A través de la observación de las imágenes de satélite se hizo evidente cómo las zonas de inundación han ido disminuyendo en los últimos 10 años, lo que hace que esta área sea más propensa a erodarse, especialmente en periodos de lluvias torrenciales en donde las zonas más cercanas a los cuerpos de agua se convierten en áreas de inundaciones esporádicas. Esta disminución en la extensión de las zonas inundables puede deberse a cambios climáticos o a efectos antrópicos, como el uso de las zonas inundables para cultivos y el control de los cauces de los ríos con fines agrícolas y la explotación de gravas en los lechos de los mismos, entre otros.

Los periodos de inundación esporádica pueden afectar en dos aspectos fundamentales la localización de enterramientos clandestinos. Primero, la inundación es capaz de borrar cualquier tipo de marca superficial consistente con la existencia de una fosa; y segundo, puede causar importantes variaciones locales al paisaje, especialmente en las formas de los cauces de los ríos, lo que puede afectar la interpretación de los puntos de referencia identificados en testimonios de testigos.

A este respecto vale la pena señalar que existen algunas precisiones metodológicas que para futuras investigaciones deben ser tenidas en cuenta. Primero, es importante que las imágenes utilizadas para evaluar los cambios en el terreno, de acuerdo a su disponibilidad, correspondan a la misma época del año, de tal manera que el régimen estacional de lluvias no sea un factor de alteración de las

condiciones observadas y pueda ser erróneamente interpretado como un cambio significativo cuando se trata de un fenómeno recurrente. Esta observación es pertinente también para la interpretación de imágenes que corresponden a periodos de ocurrencia de fenómenos climáticos, como puede ser el fenómeno de El Niño, los cuales son antecedidos por periodos de sequía y lluvias torrenciales, y que deben ser tenidos en cuenta en el proceso de análisis. Segundo, es importante que además de la información disponible actualmente (principalmente coordenadas geográficas), se pueda incluir en el proceso de prospección remota la contrastación con otras fuentes de información, como referencias archivísticas, orales y arqueológicas, que enriquezcan los datos a partir de los cuales se realiza la interpretación de los cambios en una zona específica para un periodo de tiempo determinado.

Dificultades encontradas en el desarrollo del estudio

1. Datos obtenidos

Existen múltiples factores que pueden inducir a errores o falta de comprensión de los datos analizados. En primer lugar, en varios de los datos proporcionados no se observó el registro de coordenadas exactas del lugar donde fue realizada la exhumación. En otros casos, se observaron coordenadas con valores de minutos y segundos mayores a 60, o grados en cantidades decimales, no siendo posible interpretar con claridad a qué valor preciso hacían referencia los datos. En segundo lugar, existían puntos repetidos dentro de la base de datos, algunos de ellos con incoherencias entre sí. Por ejemplo, los puntos CF2 y CF3 tenían las mismas coordenadas de los puntos CF56 y CF55 respectivamente, pero algunos datos como la fecha de diligencia y la descripción de los cuerpos encontrados variaban. En tercer lugar, se observaron

inconsistencias entre las coordenadas dadas y las veredas o fincas referenciadas para un mismo punto al ubicar los datos en un mapa topográfico.

Estos tres factores reflejan que existen fallas en la organización de las bases de datos y la estandarización del registro de las exhumaciones, lo que no permite tener un estimado real del trabajo que ha sido realizado y la sistematización de datos que contribuya a la planeación de futuras diligencias.

Por otra parte, las bases de datos carecían de información sobre el sistema de georeferenciación empleado, el equipo con el cual fueron tomados los datos, o la precisión de éste. No es evidente si se sistematizan otros elementos de la exhumaciones en las bases de datos que permitan hacer un análisis regional o de patrones. Por este motivo, se sugiere:

- La estandarización del sistema de georeferenciación, mediante el establecimiento de un mismo datum bajo el cual siempre se tomen las coordenadas.
- El diseño de un formato de registro detallado de las excavaciones que permita obtener datos claros, concretos y estandarizados sobre las características de los enterramientos, como podría ser la unificación de criterios para el registro de perfiles de suelos.
- El registro de observaciones más amplias acerca del paisaje (por ejemplo, vías de acceso o infraestructura), que permitan no sólo obtener la ubicación de otros sitios con enterramientos, sino también un mayor entendimiento del modus operandi de los actores armados.

2. Carencia de material para teledetección

Un análisis más detallado para una mayor cantidad de zonas hubiera sido posible con la interpretación de imágenes satelitales de alta resolución espacial, tales como Ikonos, QuickBird o Eros. Sin embargo la cobertura de estas imágenes es escasa para la zona estudiada.

CONCLUSIONES

Los datos proporcionados por la Unidad de Justicia y Paz sobre exhumaciones en el departamento de Casanare permiten establecer, en primer lugar, que los enterramientos clandestinos en esta región del país tienen una clara tendencia a ubicarse en las zonas de margen de acción de los ríos, especialmente en las llanuras de inundación. Esto hace que la dinámica fluvial tenga gran afectación sobre el paisaje que contiene los enterramientos, debido a la morfología de los cauces y la variación de las llanuras de inundación. Por ejemplo, el estudio permitió observar que en periodos de no más de 10 años se produjeron variaciones de hasta 300m en la amplitud de los meandros. Estas variaciones locales de gran magnitud hacen que los sucesos superficiales ocurridos en periodos cortos de tiempo en estas zonas, sean borrados por la actividad de erosión-depositación, especialmente cuando se trata de modificaciones de pequeño tamaño en relación con la extensión del área. Sin embargo, es posible sugerir como potenciales áreas de búsqueda, las zonas antiguas de sedimentación sobre las cuales el meandro no se ha posado en su migración durante el periodo de tiempo observado.

En segundo lugar, aunque la información sobre las características de las fosas exhumadas varía en detalle y tipo de datos registrados, es posible establecer que en todos los casos se trata de enterramientos superficiales de pequeño tamaño, ya que albergan como máximo 3 individuos. Estas características de los enterramientos, sumada a las variaciones en la superficie del suelo en las zonas de erosión y depositación, sugieren un problema de escala que hace que la localización exacta de enterramientos clandestinos por medio de imágenes satelitales y fotografías aéreas sea imposible.

Si bien estos métodos no ayudan a precisar los lugares en donde se puedan hallar enterramientos, los sensores remotos demostraron ser una herramien-

ta vital para la comprensión del paisaje y la observación de su evolución a través del tiempo, dado que al brindar dicha información, permitirán interpretar de forma más apropiada los testimonios de diferentes actores y otra información disponible.

Debido a que no se tiene descripción sobre algunas de las condiciones en las que se encontraron los enterramientos, como su profundidad exacta o el tipo de suelo en el que se hallaban, no es posible definir si la actividad fluvial es capaz de exponer los cuerpos, erosionarlos, o incluso, si puede llegar a transportarlos. Conclusiones al respecto podrían formularse a partir del análisis conjunto de esta información de las fosas, sumado a los datos de caudal y régimen de lluvias de la zona.

A partir del trabajo aquí presentado es posible concluir que en todos los casos en los que se cuente con la información necesaria (imágenes satelitales y fotografías aéreas), los estudios de teledetección deben ser la base para la planificación de las labores de campo, la priorización de zonas de trabajo y la definición de otros métodos de prospección in situ acordes con las características del terreno, como pueden ser las herramientas geofísicas. Sin embargo, el escenario de futuras investigaciones en el que se involucren métodos de teledetección para la ubicación de enterramientos clandestinos, requiere el diseño de un proyecto de georeferenciación de fosas exhumadas y potenciales sitios de enterramientos que sean analizados desde una perspectiva geoestadística. Esta aproximación permitiría la construcción de un modelo probabilístico de las áreas potenciales de hallazgo de enterramientos (mapa de predicciones), a partir del cual se pueda evaluar la viabilidad económica y operativa de las diligencias de campo, así como el grado de éxito en la localización de los cuerpos. Finalmente, es indispensable lograr cambios en la manera como se recoge la información del paisaje y se georeferencian las fosas de manera que estos estudios contribuyan en la localización de fosas clandestinas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Sub-unidad de Exhumaciones de la Unidad de Justicia y Paz de la Fiscalía General de la Nación, por facilitarnos información para este estudio. Al Proyecto SIMCI (Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos) de la Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, por compartir sus imágenes Landsat con nosotros.

Por sus generosos comentarios al presente trabajo a Andrés Guhl, MSc en geografía física y ambiental, a Elena Posada y Héctor Mauricio Ramírez del Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica (CIAF) del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), a Orlando González, ingeniero de UNODC, y a William Piñeros, ingeniero catastral.

REFERENCIAS

- Butzer, K. (1976) *Geomorphology from the Earth*. Harper and Row. New York. 463 p.
- INGEOMINAS (2004): *Aspectos más relevantes de la geología y la geomorfología del Piedemonte Llano de Colombia*. República de Colombia, Ministerio de Minas y Energía. Bogotá. 23p.
- Kalácska M and Bell L (2006) *Remote sensing as a tool for the detection of clandestine mass graves*. Canadian Society of Forensic Sciences Journal 39(1):1-13

Aplicación forense de una simulación computarizada de objetos transportados por el Río Magdalena, como herramienta para la búsqueda de personas desaparecidas

Ana Carolina Guatame, MSc.

RÍOS

Resumen: Una de las principales estrategias que los grupos armados en Colombia han utilizado para ocultar los cuerpos que resultan de sus crímenes, es lanzar los cadáveres a los ríos para hacerlos desaparecer. La disposición de los cuerpos en los ríos presenta escenarios complejos para la búsqueda, ya que los cuerpos no sólo se ven sujetos a los procesos naturales de descomposición, sino que experimentan también transporte, desarticulación y dispersión. Sin embargo, los científicos forenses deben hacer todos los esfuerzos posibles para recuperar los cuerpos, entregarlos a sus familias y buscar pruebas de las circunstancias alrededor de la muerte. Gracias a las ventajas que las simulaciones controladas ofrecen para la observación del comportamiento de objetos dispuestos en corrientes de agua, este artículo presenta un modelo computarizado que fue desarrollado para simular una sección del río Magdalena de 339km que permite predecir la localización de objetos que han sido arrojados al río en sitios y momentos específicos. Este modelo puede ser utilizado en cualquier río del que se tenga información de caudal y se conozca su configuración geométrica en diferentes secciones transversales.

Palabras claves: Modelos computarizados, ciencia forense, densidad del cuerpo humano, trayectorias de transporte, río Magdalena.

INTRODUCCIÓN

La región del Magdalena Medio ha sido una de las zonas de actividad paramilitar más fuerte en Colombia desde la década de 1980 (Taussig, 2005). La brutalidad y el terror propios de la guerra paramilitar

se pueden comprobar en los patrones de masacres y homicidios selectivos y sistemáticos de la población civil, que se han caracterizado por la tortura, el desmembramiento y la eliminación de los cuerpos de las víctimas arrojándolos a los ríos más cercanos (CIDH, 2005; Brittain, 2006). El *modus operandi* de desaparecer los cuerpos de las víctimas lanzándolos a los ríos, genera grandes dificultades a los investigadores judiciales en cuanto a la recuperación e identificación de las víctimas, especialmente debido a la falta de investigación en Colombia y en otras partes del mundo, sobre inhumaciones en ambientes no terrestres (Gómez-López y Patiño-Umaña, 2007).

El contexto particular tanto a nivel legal como social de la situación de los desaparecidos en Colombia representa un reto para las ciencias forenses en el desarrollo de métodos que mejoren la búsqueda de restos humanos en el territorio nacional, especialmente en aquellos lugares donde la tarea puede ser particularmente difícil, como son los ríos. En este sentido, el uso de modelos predictivos para inferir la trayectoria y patrones de movimiento de objetos que son transportados por corrientes de agua con el propósito de describir escenarios posibles donde los cuerpos de las víctimas pueden ser hallados, se convierte en un problema central de investigación. Se debe responder en primer lugar, a la comprensión de la compleja dinámica del comportamiento fluvial, que está sujeta a la cantidad y calidad de información disponible sobre el comportamiento de los ríos¹; y en segundo lugar, a las alteraciones que sufren los cadáveres al ser transportados, desarticulados y dispersados. En estos casos, los modelos computarizados han demostrado ser herramientas invaluable que facilitan la

1. En Colombia, el Instituto de Estudios de Hidrología, Meteorología y Medio Ambiente (IDEAM) ha documentado esta información durante 40 años aproximadamente. El Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) también ha hecho importantes contribuciones a la actual base de datos de aforos de corrientes fluviales y a la caracterización hidrográfica de los ríos de Colombia.

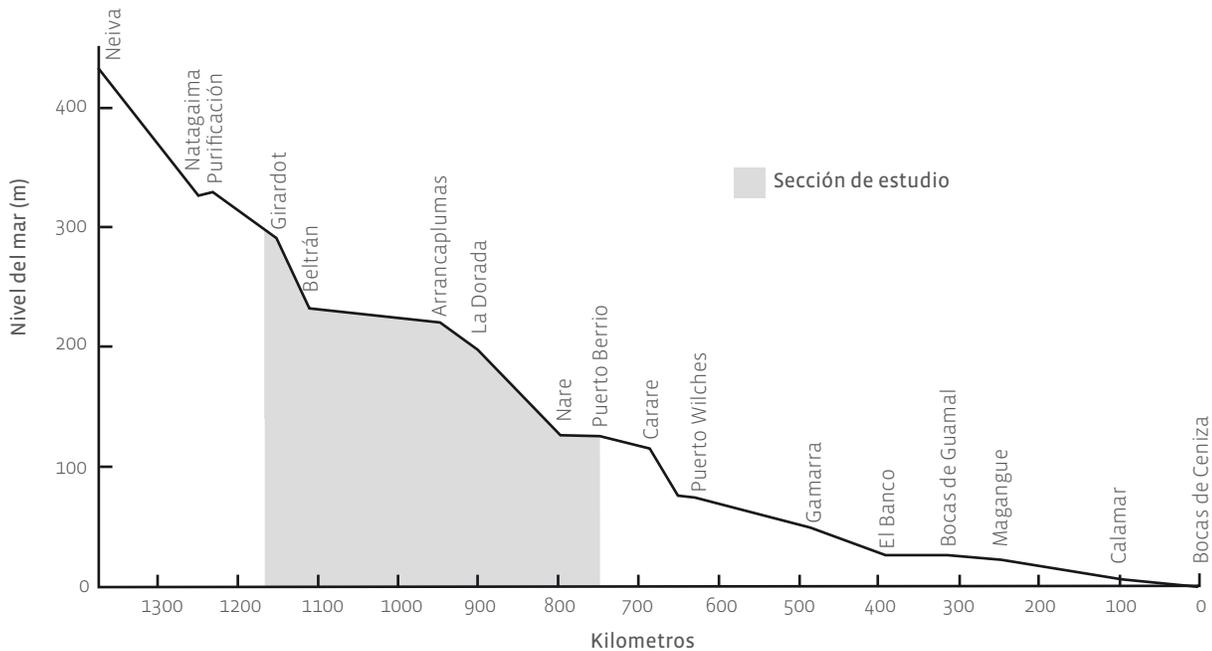
comprensión de casos antiguos y la predicción del patrón de movimiento de los cuerpos en casos futuros (Ebessmeyer y Haglund, 1994; Carniel *et al.*, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

La modelación del transporte de objetos a lo largo del río se realizó para una sección de 339km del río Magdalena, entre el Puente de la Variante en el departamento de Cundinamarca, y la ciudad de Puerto Berrío en el departamento de Antioquia (figuras 1 y 2). Al desarrollar el modelo, se consideraron fuerzas de flotación, hidrostática y dinámica, que fueron calculadas a partir de la velocidad del flujo, el caudal y la profundidad del canal, computarizadas en un modelo hidráulico numérico desarrollado por Camacho y Lees (1998). En el marco del modelo fueron incorporados resultados e información de investigaciones anteriores relacionadas con la constitución del cuerpo humano y su capacidad de flotación en distintos contextos, según su densidad y gravedad específica.

FIGURA 1. PUENTE DE LA VARIANTE, SOBRE EL RÍO MAGDALENA



Figura 2. Perfil del río Magdalena – La sección sombreada representa el trayecto modelado

El modelo teórico-matemático se calibró por medio de dos experimentos físicos llevados a cabo en los ríos Teusacá y Magdalena, en los que se utilizó un cuerpo de madera sujetado a pesas de hierro removibles, que permitieron simular diferentes pesos y densidades del cuerpo humano. Estos experimentos proporcionaron información hidráulica detallada y observaciones acerca de la orientación del objeto en el agua, sobre los efectos del hundimiento del objeto según el patrón de movimiento, y finalmente, sobre los tiempos de desplazamiento. Una vez analizada la información obtenida, se confirmó que estos elementos ofrecen una representación precisa del patrón real del flujo en esa sección del río, así como una adecuada simulación del movimiento del objeto y de la distancia recorrida.

Una vez el modelo computarizado fue calibrado, se realizaron 972 pruebas numéricas para observar las predicciones del movimiento de cuerpos en el río Magdalena. El primer grupo de experimentos (n=486) se realizó para la sección modelada que va desde el

Puente de la Variante hasta el gasoducto de Girardot (10.7km.) llamada RM1 en este estudio, y el segundo (n=486) se realizó para la totalidad de la sección modelada, llamada RM2, que corresponde al tramo Puente de la Variante - Puerto Berrío (339km.).

Funcionamiento del modelo computarizado

El modelo incluye cinco variables extrínsecas y cuatro intrínsecas (Tabla 1). Estas variables definen las condiciones del medio ambiente en que el cuerpo se moverá y el posible patrón de transporte que puede describir. El patrón de movimiento del objeto que se obtiene como resultado del modelo, se compone de cinco características: tiempo promedio de transporte, tiempo mínimo de transporte, velocidad, profundidad de flotación y pérdida de masa.

Tabla 1. Variables y valores usados como información registrada en el modelo computarizado

VARIABLE		RANGO PREDETERMINADO DEL MODELO	VALORES USADOS	DESCRIPCIÓN
EXTRÍNSECO	Caudal del río (Q)	Indefinido*	444.7 1118.9 2170.9	Caudal mínimo diario reportado el 95% del año para el río Magdalena, en la estación Nariño (Universidad de los Andes – ACUAGYR, 2005) Caudal medio diario reportado el 50% del año para el río Magdalena, en la estación Nariño (Universidad de los Andes – ACUAGYR, 2005) Caudal máximo diario reportado el 5% del año para el río Magdalena, en la estación Nariño (Universidad de los Andes – ACUAGYR, 2005)
	Temperatura del agua en grados centígrados	Indefinido	22 26 30	Temperatura mínima del agua para el rango 20 - 30°C Temperatura media del agua para el rango 20 - 30°C Temperatura máxima del agua para el rango 20 - 30°C
	Posición inicial	0 - 1	0.3 0.6 0.9	Posición inicial del objeto, como fracción del ancho total del canal, desde la orilla izquierda (0) del río, donde 1 representa la orilla opuesta.
	Constante de degradación (K)	Proporcional a la temperatura del agua	0.03 0.04 0.05	Tasa de pérdida de masa calculada para el cuerpo humano, considerando la degradación de materia orgánica a una temperatura del agua de 22°C Tasa de degradación de la masa calculada a 26°C Tasa de degradación de la masa calculada a 30°C
	Factor de atrapamiento (Trap. F)	0 - 2	0.5 1 1.5	Tasa de atrapamiento externo del cuerpo, donde 0=movimiento libre y 2=muy atascado
	Masa del cuerpo/ objeto (kg)	Indefinida	50 75 100	Mínimo peso corporal Peso corporal medio Máximo peso corporal
CUERPO (INTRINSECO)	Densidad (g/cm ³)	Proporcional a la longitud y diámetro del cuerpo (V)	0.9 1.06	Densidad baja Densidad alta (densidad humana en hombres adultos jóvenes según Krzywicki y Chinn, 1967)
	Diámetro del torso (m)	Proporcional al peso corporal	0.21 0.24 0.27	Diámetro de la cintura en hombres adultos según las medidas de circunferencia de cintura de Miyatake (2005)
	Longitud	Máxima longitud posible del cuerpo proporcional al peso	1.5 1.65 1.8	Longitud de cuerpo calibrada según experimentación física Longitud de cuerpo calculada a partir del largo calibrado, proporcional al peso corporal.

*Rango "indefinido" significa que se puede usar cualquier valor de acuerdo con las condiciones específicas de cada caso.

A continuación se presenta un ejemplo para ilustrar el funcionamiento del modelo. En la Tabla 2 se muestra la información básica necesaria de la perso-

na que se ha declarado desaparecida y posiblemente arrojada al río, y cómo esta información se interpreta para introducir los datos al modelo.

Tabla 2. Información del ejemplo

INFORMACIÓN NECESARIA	INFORMACIÓN DISPONIBLE	INTERPRETACIÓN
Peso del individuo	70 kg.	Masa corporal
Estatura	1.70 m.	Posible longitud del cuerpo sin la cabeza (aprox. -20 cm.)
Edad	29	Ayuda a calcular la densidad del cuerpo
Fecha de la desaparición	3 de enero de 2007	Temporada seca, caudal bajo del río Magdalena
Lugar de la desaparición	Honda, Tolima	Sitio de lanzamiento
Detalles de la desaparición	El cuerpo se lanzó en la ribera derecha del río, completamente vestido	Modifica la densidad corporal y determina la posición horizontal del cuerpo con relación a la anchura del canal

1. *Información registrada:* Se debe establecer un valor específico para cada una de las 9 variables descritas en la tabla 1. La información del ejemplo es: caudal del río: 444.7m/s (caudal posible durante la temporada seca); temperatura del agua: 22°C (de acuerdo a los datos proporcionados por el IDEAM para la fecha de desaparición); masa corporal: 70kg; densidad corporal: 0.95g/cm³; diámetro del torso: 0.27m (calculado de acuerdo al volumen total); longitud corporal: 1.5m (estatura total sin la cabeza); constante de degradación de la masa k:0.03 (de acuerdo a la temperatura del agua); posición inicial: 0.8 (borde derecho del río); factor de atrapamiento: 1 (movimiento modificado por la ropa).

2. *Interfase:* La ruta a simular se introduce en el panel principal, y se presiona la tecla “intro”. Inme-

diatamente aparecen los resultados procesados de la información registrada previamente.

3. *Interpretación de resultados:* La tabla 3 muestra los resultados del ejemplo. La primera columna muestra el nombre de cada tramo del transecto simulado; la segunda columna indica la distancia entre cada tramo; la tercera columna indica el tiempo promedio acumulado que tarda el cuerpo para alcanzar cada tramo en horas; la cuarta columna muestra la velocidad del flujo pronosticada; la quinta columna indica la velocidad del cuerpo; y finalmente, la sexta columna muestra la profundidad a que se desplaza el cuerpo en la columna de agua (corte transversal).

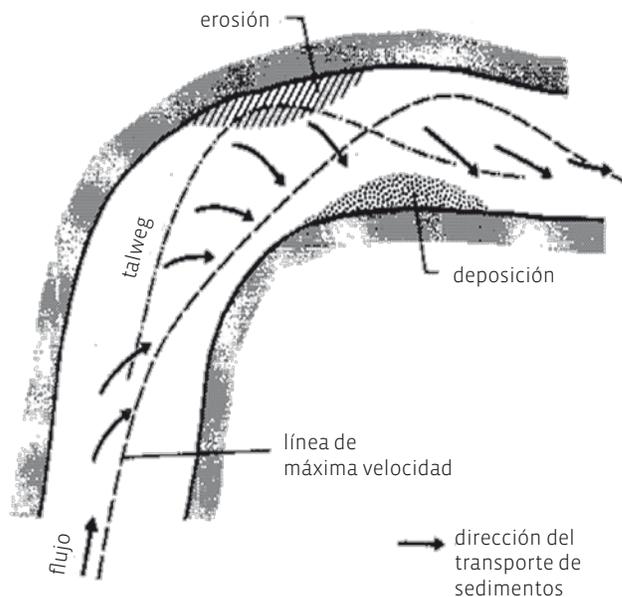
Tabla 3. Resultados del ejemplo

SUB-SECCIÓN	DISTANCIA (KM)	TIEMPO DE TRANSPORTE DEL CUERPO (HRS)	VELOCIDAD DEL FLUJO	VELOCIDAD DEL CUERPO	PROFUNDIDAD DE FLOTACIÓN*
Honda – Puerto Salgar	32.5	9.286	1.8238	0.97221	0.25
Puerto Salgar – Río Negro	38.2	23.669	1.3902	0.72422	0.25
Río Negro – La Miel	5	25.538	1.4071	0.74315	0.25
La Miel - Nare	57.5	45.896	1.4766	0.78443	0.25
Nare – Puerto Berrío	43.3	63.296	1.3193	0.6913	0.25

*Ver explicación sobre la profundidad de flotación más adelante

En este ejemplo, el cuerpo podría cubrir una distancia total de 176.4km en 63.39 hrs. (2.63 días). Esto significa que en los primeros tres días posteriores al lanzamiento del cuerpo al río, la búsqueda debería concentrarse entre las ciudades de Honda y Puerto Berrío, teniendo en cuenta que el cuerpo se desplaza a nivel de la superficie del agua en condiciones ideales. Sin embargo, deben tenerse en cuenta algunos factores externos tales como el proceso de erosión-depositación en los meandros.

Figura 3. Diagrama del flujo en una curva (Novak, 2001:299)



Por ejemplo, la mayoría de la sedimentación ocurre en la ribera cóncava (figura 3), indicando sitios en donde es probable que el cuerpo se atasque, ya sea a causa de la dinámica del flujo en la curva o como resultado de haber sido depositado en la ribera del río, donde la velocidades del flujo son mínimas (ver la explicación más adelante).

RESULTADOS

Basándose en los resultados de las 972 pruebas realizadas, se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson (R) para cada par de variables dentro de cada grupo de pruebas, y se realizaron análisis estadísticos de varianza (ANOVA).

Observaciones generales de los experimentos físicos en los ríos Teusacá y Magdalena

Se observó que los objetos dispuestos en secciones donde la velocidad del flujo era alta, fueron transportados por el flujo dominante ubicado en el centro del canal; por otra parte, en las curvas, los objetos preferentemente circularon cerca a las riberas exteriores del meandro. En la mayoría de los casos después de las curvas, los objetos circulaban simultáneamente con el flujo dominante en la superficie hacia la ribera opuesta del río (lado cóncavo de depositación del meandro). La presencia de escombros y otros obstáculos como

ramas, alteraba la dirección y la velocidad del flujo superficial, produciendo remolinos y torbellinos en donde se atascaban los cuerpos, reduciendo su velocidad longitudinal efectiva. Los cuerpos se vieron forzados a volver a la corriente dominante debido a la fuerza tangencial del agua en el borde de los remolinos.

Factores externos que afectan el transporte de objetos en el río Magdalena

El análisis de resultados de los tramos RM1 y RM2 demostró que el tiempo y la velocidad máximas y mínimas se obtuvieron en las pruebas en las que la información ingresada en el modelo era similar en cuanto a flujo, posición inicial del objeto y factor de atrapamiento.

El caudal más alto (2170.9) produjo el tiempo de transporte más corto y la velocidad del objeto más alta, mientras que en los casos donde se introdujeron valores más altos para la posición inicial del objeto y el factor de atrapamiento, se produjeron los tiempos de transporte más largos y las velocidades del objeto más bajas. Estos resultados son consecuentes con las pruebas ANOVA, las cuales demostraron que las tres variables tienen una influencia significativa en la tasa de movimiento del objeto.

FIGURA 4. EJERCICIO DE CALIBRACIÓN DE LA DENSIDAD DEL OBJETO DE MADERA UTILIZADO COMO MODELO



El caudal tiene una influencia en el tiempo de transporte y en la velocidad del objeto, que se describe de la siguiente manera: caudal alto \Rightarrow alta velocidad del flujo; alta velocidad del flujo \Rightarrow alta velocidad del objeto; alta velocidad del objeto \Rightarrow tiempo corto de transporte. No obstante, debido a que en la sección transversal del río la velocidad del flujo es mejor en los bordes y en el fondo como consecuencia de la fricción experimentada en las paredes del canal y en el lecho del río (Chow, 1998), los objetos lanzados en el centro del canal alcanzaron las velocidades más altas, mientras que los que fueron lanzados en los bordes alcanzaron las velocidades más bajas.

Las tasas calculadas para velocidad del objeto/ velocidad del flujo, indican que en circunstancias ideales y sin obstrucciones, el objeto puede circular un poco más rápido que la velocidad media del flujo, y que las velocidades mínimas del objeto son equivalentes a la mitad de la velocidad media del flujo.

El efecto del factor de atrapamiento debe entenderse como una abstracción de la posibilidad de que un objeto sea trancado por sustancias que no se relacionan con el comportamiento hidráulico del río, como matorrales y escombros. La variable “factor de atrapamiento” actúa como un *mecanismo de freno* que permite la simulación de situaciones en las que el cuerpo queda atascado en remolinos o es detenido por otro elemento externo; por lo tanto, su incremento reducirá considerablemente la tasa de movimiento. Dado que el factor atrapamiento es una variable abstracta, su valor reside en la capacidad de interpretar las condiciones externas del río (vegetación, estructuras externas) como una tasa de atasco.

Tanto en las secciones RM1 como en RM2, la temperatura del agua parecía no tener efecto significativo en la tasa de movimiento del objeto. Sin embargo, la correlación entre la temperatura del agua y el factor de degradación de masa ($r=1$) fue de carácter exclusivo. Esta relación se explica por la hipótesis

manejada por el modelo, en donde un aumento en la temperatura debe producir mayor grado de degradación de la materia orgánica. Esta hipótesis surge de estudios previos que establecen que la temperatura es el principal factor de degradación de los tejidos blandos; por consiguiente, la descomposición de la masa se definió como una tasa de pérdida de peso que se produce en función de la temperatura y el tiempo.

En cuanto a la relación de la temperatura del agua y la masa residual, el análisis de correlación de RM1 no muestra una relación significativa entre las variables. La explicación más plausible es que se requiere un tiempo mínimo para obtener una pérdida de peso considerable. Este tiempo mínimo no se produjo en este grupo de pruebas ya que el tiempo máximo de transporte fue de 7.29hrs, un intervalo de tiempo en el que es poco probable que ocurran altas tasas de pérdida de masa. En contraposición, en RM2 se evidenció una alta aunque no exclusiva correlación entre la temperatura del agua y la masa residual ($r=-0.316$). Esto se debe a que en esta sección se produjeron intervalos de tiempo más largos que permiten la observación de la descomposición durante períodos más extensos a diferentes temperaturas (i.e. T232 y T444 arrojaron los mismos tiempos de trayectoria pero sus masas residuales fueron significativamente diferentes porque T232 se realizó a 22 °C mientras que T444 se realizó a 30°C).

Efecto de la profundidad de flotación en la tasa de movimiento del objeto

El modelo no considera la profundidad de flotación como una variable preestablecida. La profundidad se calcula por medio del razonamiento matemático que explica la relación entre flotación y fuerzas hidrostáticas (i.e. gravedad específica) que actúan cuando un cuerpo es depositado en un fluido. La prueba ANOVA de una vía, reveló un efecto significativo de la profundidad de flotación en la tasa de

movimiento del objeto ($p=0.000$). Esto es consecuente con la teoría de que el tiempo de trayectoria del objeto y su velocidad dependen, entre otras cosas, de la posición vertical del objeto en la columna de agua mientras es transportado por la corriente.

Hay una diferencia importante en el tiempo de transporte y la velocidad del objeto como resultado de los cambios en la profundidad de flotación; sin embargo, esta relación no se presenta a la misma escala de disminución de velocidades del flujo que se produce con el incremento de profundidad en canales trapezoidales. Esto indica que el canal estudiado (río Magdalena) presenta una configuración geométrica irregular que hace que las velocidades del flujo en la columna vertical estén distribuidas irregularmente. No obstante, dado que la simulación se basa en la información disponible sobre la configuración geométrica del río en sus secciones transversales, el modelo es capaz de identificar las velocidades del flujo en cada punto de la columna vertical, permitiendo la predicción de la velocidad del objeto a una profundidad de flotación calculada. Además de la distribución irregular de las velocidades del flujo, la baja fuerza de gravedad que describen los objetos flotantes explica que los cuerpos que se desplazan cerca de la superficie del agua lo hagan a altas velocidades. Esta clase de desplazamiento se desarrolla únicamente en dirección longitudinal, por lo que se reducen las fuerzas de resistencia, y por lo tanto, se aumenta la velocidad de los objetos.

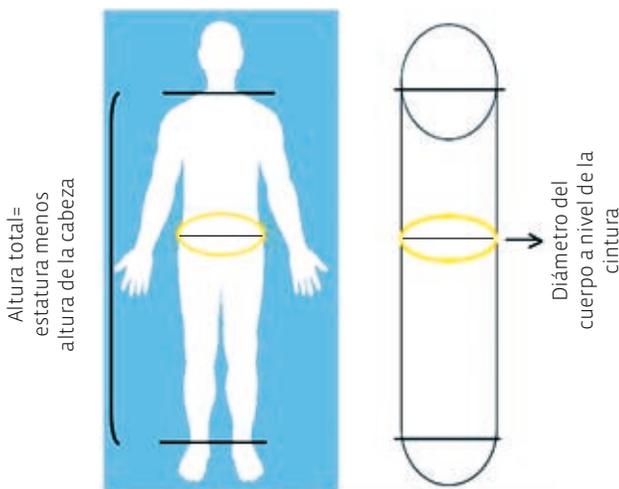
Vale la pena mencionar que en el modelo computarizado, la profundidad de flotación calculada permanece igual durante todo el tiempo que los objetos son transportados, de tal manera que no se describe el movimiento vertical de los cuerpos en la columna de agua. Según Cotton et al. (1987), un cuerpo humano lanzado al agua se hunde inicialmente y puede salir a la superficie dependiendo de la temperatura del agua. En aguas de temperatura relativamente cálida, se espera que un cuerpo salga a la superficie en unos pocos

días, mientras que en aguas frías o casi congeladas, la llegada del cuerpo a la superficie puede demorar varias semanas, e incluso varios meses.

Factores intrínsecos que afectan la tasa de movimiento del objeto

Una hipótesis preliminar de este estudio, basada en los estudios de Donoghue y Minniguerode (1977) y Boaz y Behrensmeyer (1976), es que la densidad corporal se correlaciona con la tasa de transporte. El análisis ANOVA de una vía probó esta hipótesis al demostrar la relación significativa entre densidad y tiempo de transporte, y densidad y velocidad del objeto. Además, la fuerte relación proporcional entre densidad y profundidad de flotación ($r=0.93$), demostró que la densidad afecta directamente la localización del cuerpo en la columna vertical y genera un efecto transitivo en la tasa de movimiento del objeto. Sin embargo, aunque se demuestra esta influencia de la densidad en el patrón de movimiento de los cuerpos, no es el único factor que determina si un cuerpo va a flotar o a hundirse.

Figura 5. Modelación del objeto. Características intrínsecas del cuerpo.



Cuando la información introducida en el modelo cambiaba ligeramente el volumen del cuerpo con relación a la masa corporal, los resultados diferían considerablemente en cuanto a la profundidad de flotación. Este fenómeno responde al hecho que la densidad humana es muy parecida a la densidad del agua, y pequeñas variaciones en la densidad corporal (definida como la relación entre masa y volumen) afectará críticamente la flotación del cuerpo (Donoghue and Minniguerode, 1977). Se demuestra así el frágil equilibrio entre las fuerzas de flotación con densidades muy cercanas a 1, como es el caso del cuerpo humano.

La formación de gases de descomposición que se concentran en el pecho y el abdomen, disminuye la densidad corporal y crea suficiente flotabilidad para que los cuerpos suban a la superficie y floten (Donoghue and Minniguerode, 1977). No obstante, con la información incorporada hasta el momento no es posible usar el modelo para simular cambios en la densidad corporal y el patrón de movimiento tanto vertical como longitudinal.

Con relación a la variable “peso corporal”, las pruebas ANOVA comprobaron que este factor no afecta considerablemente la tasa de movimiento del objeto. Este hallazgo concuerda con el estudio de Boaz y Behrensmeyer (1976) quienes también comprobaron que no hay correlación entre el peso y la tasa de movimiento. Una explicación posible de este hecho es que el peso actúa más como una variable que define la densidad que como un factor que afecta el movimiento de manera directa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este artículo se presentó un modelo hidráulico computarizado que fue adaptado y utilizado para simular la forma como objetos similares al cuerpo humano son transportados a lo largo de una sección de 339km del río Magdalena. Los resultados y la información de investigaciones

previas se incorporaron en el marco del modelo para representar posibles trayectorias de cuerpos humanos vivos y muertos, con densidades y gravedades específicas diferentes.

Las variables caudal, posición inicial del objeto en el canal y el factor atrapamiento, fueron identificadas como los factores extrínsecos más importantes que afectan el tiempo de transporte y la velocidad de un objeto. La densidad corporal, afectada a su vez por el volumen corporal (masa, longitud y diámetro), fue identificada como el único factor intrínseco que afecta la tasa de movimiento, ya que determina la posición corporal en la columna vertical de agua. Esta experimentación inicial corrobora la conclusión de Nawrocki *et al.* (1997), que sugiere que la relación entre la descomposición, la trayectoria de transporte y el tiempo transcurrido desde el deceso, se pueden establecer si las características de un medio acuático específico son conocidas.

La evaluación de distintas variables que afectan el transporte de objetos en el río, facilitó la identificación de factores que pueden ser críticos al momento de evaluar casos en donde la predicción de los puntos de lanzamiento y de recuperación de los cuerpos son elementos claves en la búsqueda de las víctimas. Sin embargo, ya que la modelación implicó un proceso de simplificación y construcción de hipótesis sobre situaciones que no han sido investigadas a profundidad, los resultados del modelo se ajustan a situaciones muy específicas que deben ser interpretadas cuidadosamente.

La corroboración matemática del modelo permite tener certeza sobre su exactitud con relación a la predicción de velocidad del cuerpo, tiempo promedio de transporte y profundidad de flotación de manera que el modelo permite calcular el tiempo que un cuerpo determinado requiere para llegar a ciertos sitios, bajo condiciones ambientales específicas.

Es importante considerar las limitaciones del modelo y la necesidad de que sea adaptado a situa-

ciones más complejas, como por ejemplo cambios en la composición corporal, que permitan predecir el patrón de movimiento en la columna de agua de acuerdo a otras variables como el volumen corporal resultado de la inhalación de agua, los cambios en densidad producto de la descomposición, la pérdida de masa a causa de la desarticulación, así como la simulación del transporte de partes del cuerpo.

A pesar de estas limitaciones, el modelo es una herramienta confiable para predecir las posibles trayectorias que un objeto similar al cuerpo humano puede realizar, y el tiempo que puede tardar un cuerpo particular para llegar a sitios específicos. Aunque estos experimentos se refieren principalmente a tasas de transporte e intervalos de sumersión, éstos elementos constituyen una propuesta preliminar para investigaciones futuras. Actualmente el modelo puede ser utilizado en cualquier río del que se tenga suficiente información de caudales y del que se conozca su configuración geométrica en varias secciones transversales.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto no habría sido posible sin los aportes del Dr. Luis A. Camacho, profesor de recursos hidráulicos en la Universidad Nacional de Colombia, quien compartió toda su pericia científica para desarrollar el modelo matemático computarizado.

BIBLIOGRAFÍA

Boaz, N. y A. Behrensmeyer (1976). Hominid taphonomy: transport of human skeletal parts in an artificial fluvial environment. *American Journal of Physical Anthropology* 45: 53-60.

Camacho, L and M. Lees (1998). *Implementation of a Preissman Scheme Solver for the Solution of the One-dimensional Saint-Venant Equations. Technical Document Version 1.0. Imperial College of Science Technology and Medicine. Environmental and Water Resources Engineering Section. London.*

Carniel, S., M. Sclavo, L. Kantha and S. Monthi (2002). "Tracking the drift of a human body in the coastal ocean using numerical prediction models of the oceanic, atmospheric and wave conditions" *Science and Justice* 42:143-151.

CIDH (2005) *Sentencia Caso de la Masacre de Mapiripán vs. Colombia*, September 15.

Cotton, G., A. Aufderheide, and V. Goldschmidt (1987). "Preservation of Human Tissue Immersed for Five Years in Fresh Water of Known Temperature" *Journal of Forensic Sciences* 32 (4):1125-1130.

Chow, V (1998). *Open-Channel Hydraulics*. New York: McGraw-Hill.

Donoghue E. and S. Minniguerode (1977). "Human Body Buoyancy: A Study of 98 Men" *Journal of Forensic Sciences* 22(3):573-578.

Ebbesmeyer, J. and W. Haglund (1994). "Drift Trajectories of a Floating Human Body Simulated in a Hydraulic Model of Puget Sound" *Journal of Forensic Sciences* 39(1):231-240.

Gómez-López, AM and A. Patiño-Umaña (2007). "Who is Missing? Problems in the Application of Forensic Archaeology and Anthropology in Colombia's Conflict" *Forensic Archaeology and Human Rights*, Ed. Ferllini R., Springfield: Charles C. Thomas Press.

Nawrocki, S., J. Pless, D.A. Hawley and S.A. Wagner (1997). "Fluvial Transport of Human Crania" In: *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains*. Eds. W. Haglund and M. Sorg, Ch. 34, pp. 529-552. Boca Raton: CRC Press.

Novak, P. (2001). *Hydraulic Structures*. London: Spon Press.

Smith, D., and P. Stopp (1979). *The River Basin – An Introduction to the Study of Hydrology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Taussig, M. (2005). *Law in a Lawless Land: Diary of a Limpieza in Colombia*. Chicago: University of Chicago Press.

El uso de información de cementerios en la búsqueda de desaparecidos: Lecciones de un estudio piloto en Rionegro, Antioquia

Tamy Guberek, Daniel Guzmán,
Beatriz Vejarano

Programa de Derechos Humanos de Benetech

Cementerios legales

Resumen: La documentación y el análisis de múltiples fuentes de información de los cementerios, tales como las inscripciones en las bóvedas y los registros administrativos, puede ser útil en procesos de búsqueda e identificación de personas desaparecidas. A través de este estudio piloto hemos aprendido que el patrón de los cadáveres no identificados (NN) en el cementerio de Rionegro en Antioquia es diferente al de los muertos identificados, lo que sugiere causas de muerte diferentes. Además, hemos encontrado una concentración desproporcionada de NN en el año 2003. El presente artículo esboza las fuentes de información del cementerio incorporadas en el estudio piloto, y cómo el análisis de los datos puede ser útil como parte de un enfoque interdisciplinario en un proceso exitoso de búsqueda, investigación e identificación de las muertes relacionadas con el conflicto armado.

Palabras clave: información indirecta, muertos no identificados, cementerio, desapariciones, procesos de búsqueda

INTRODUCCIÓN

Los cementerios contienen una gran riqueza de información: mantienen registros administrativos sobre los cadáveres que llegan, incluyendo sus nombres, fechas y a veces la causa de muerte. Las bóvedas cuentan con inscripciones con datos sobre los muertos. Los sepultureros a menudo hacen recuentos de su trabajo, con listas de los cadáveres que han llegado recientemente o los que trasladan de una bóveda a otra. Por ello los datos de los cementerios son una fuente de información indirecta (o “datos encontrados”) que puede aportar al proceso

de explicar las muertes y desapariciones¹. Basados en una experiencia anterior del Grupo de Análisis de Datos de Derechos Humanos de Benetech (HRDAG por su sigla en inglés) en Timor Leste, en la que HRDAG realizó un censo de todos los cementerios públicos del país y comparó esta fuente con otros conjuntos de datos sobre violaciones de los derechos humanos, entre mayo y julio de 2009 llevamos a cabo un estudio piloto en el cementerio de Rionegro, en el departamento de Antioquia, Colombia.

El objetivo del estudio era doble:

- a. Explorar la hipótesis que los N.N. en el cementerio de Rionegro, según la fecha y circunstancias de su muerte, podrían ser los restos de personas desaparecidas².
- b. Comprobar si el método de recolección de “datos encontrados” podría ser útil en la búsqueda de personas desaparecidas en el contexto limitado de Rionegro, Antioquia, y si quizás podría extenderse a un contexto más amplio.

Optamos por el cementerio de Rionegro para el estudio piloto por las siguientes razones:



1. Los “datos encontrados” existen independientemente del investigador, no se recopilan directamente y no tienen como objetivo específico el estudio de las violaciones de derechos humanos. Pueden ser un complemento a las fuentes tradicionales de información y han sido clave en la investigación de los patrones de la migración forzada en Kosovo, las desapariciones forzadas en la India, la responsabilidad de mando en Chad y la participación de la policía en la contrainsurgencia en Guatemala.
2. Según el Informe Final de la Misión Internacional de Observación sobre Ejecuciones Extrajudiciales e Impunidad en Colombia, 2008, el Coordinador del Grupo de Trabajo sobre la Identificación de N.N. y Desaparecidos de la Fiscalía General aportó información sobre la gravedad de la situación de los desaparecidos en Antioquia: Desde 1990, 7.000 personas se han reportado como desaparecidas, y cada día se reportan a esa oficina 10 casos nuevos que datan de años anteriores. Explicó que la mayoría de las ejecuciones extrajudiciales exhiben un patrón en que las víctimas se entierran como N.N. en los cementerios.

- a. Como resultado del conflicto armado, el Oriente Antioqueño fue una de las subregiones de Antioquia con un gran número de restos no identificados en los cementerios, y a Rionegro se le considera la capital de dicha subregión.
- b. Para apoyar los esfuerzos que EQUITAS desarrolla desde febrero de 2008 para contribuir a la identificación de los N.N. en el cementerio de Rionegro mediante un proyecto que contó con la Universidad de Antioquia y el Cuerpo Técnico de Investigación (CTI) de la Fiscalía en Medellín.
- c. El tamaño del cementerio, el importante número de N.N. que contiene, las relaciones con la Parroquia y la Alcaldía, y las adecuadas condiciones de seguridad hicieron de Rionegro un lugar instructivo para realizar la investigación piloto.

METODOLOGÍA



Foto 1. Codificadores recogiendo información para el proyecto

Un estudio piloto es un ejercicio práctico y limitado para poner a prueba una nueva metodología o una hipótesis a pequeña escala en un ambiente controlado. Dado el carácter limitado de un estudio piloto, los errores que se cometen en su ejecución son también limitados y no demasiado costosos – una situación ideal para el aprendizaje. Las limitaciones de un estudio piloto en este caso particular son de tipo analítico: es un primer paso dirigido a evaluar y aprender de la metodología, más que a centrarse en los resultados analíticos. Así, este estudio piloto específico exploró la utilidad de la información que se puede extraer en un cementerio legal para determinar si el conocimiento adquirido amerita utilizarlo a una mayor escala. Igualmente, queríamos saber qué elementos podrían modificarse para que su implementación resulte más práctica en el futuro.

EL USO DE FUENTES MÚLTIPLES DE INFORMACIÓN DE LOS CEMENTERIOS

a. El libro de defunciones de la parroquia

La parroquia local, como administradora del cementerio de Rionegro, mantiene dos tipos de registros: el libro de defunciones y el mapa de bóvedas.

El libro de defunciones de la parroquia de Rionegro incluye registros de 1986 hasta 2004. Contiene las siguientes variables: número de la bóveda; nombre de la persona muerta (si se conoce) o si es N.N.; procedencia del cadáver (hospital, funeraria, autoridad municipal, etc.); fecha de muerte; y, a veces, el número de la necropsia. Contiene también un espacio para anotar el período de alquiler de la bóveda (cuatro años para cadáveres de adultos, dos para los de niños). La limitación del libro de defunciones de la parroquia de Rionegro es que no parece haber sido mantenido de manera sistemática y consistente a lo largo del tiempo; en particular, no ha sido actualizado desde 2004. El mapa de bóvedas documenta el actual ocu-

pante de cada una de las tumbas. Aunque el equipo del proyecto estudió el mapa de bóvedas de Rionegro, no incluimos su contenido en el análisis; la razón principal es que el mapa es de difícil lectura pues está escrito en lápiz y las entradas se borran fácilmente. Por otra parte, cada vez que se retira un cadáver de su bóveda para trasladarlo a otro lugar, frecuentemente porque expira el período de alquiler de la bóveda, se borra completamente la entrada correspondiente, eliminando la historia de ese muerto en el cementerio.

b. El cuaderno del sepulturero

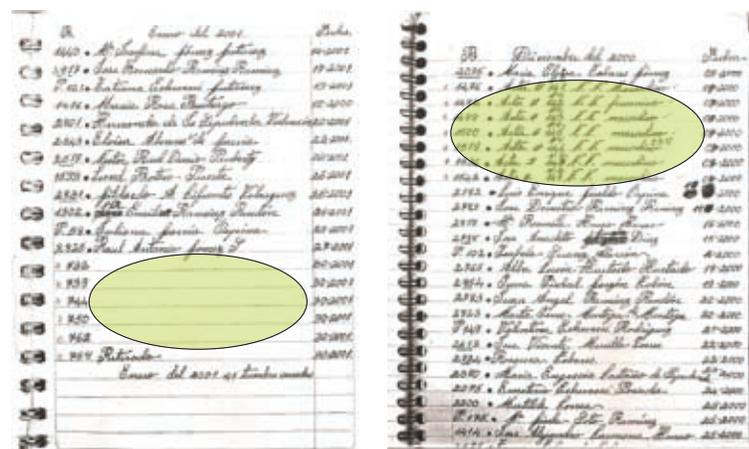


Foto 2. El cuaderno del sepulturero.

Un simple cuaderno aporta una riqueza de información sobre la población del cementerio. En Rionegro el sepulturero mantiene registros que datan desde 1990 hasta el presente. Las variables que incluyen son el número de la sepultura; el nombre de la persona muerta o si es un N.N.; a veces, el número de la necropsia; la fecha de muerte o, si se trata de un N.N. informa la fecha de llegada al cementerio o de la inhumación. El sepulturero registra la información que le brinda el personal judicial, de salud o de la parroquia sobre cada cadáver.

A diferencia del mapa de bóvedas, estos registros no se borran cuando los restos son llevados a otra parte del cementerio, cuando expira el período de alquiler de las bóvedas, o cuando los restos de N.N.

se entierran en osarios comunes. El cuaderno del sepulturero es probablemente el conjunto de registros históricos más completo sobre la población del cementerio. Sin embargo, la precisión e integridad de tales registros dependen de la calidad de los apuntes del sepulturero y qué tan sistemática y consistentemente los lleva. El cuaderno del sepulturero complementa el análisis: mientras que los registros del libro de la parroquia comienzan diez años antes que los del sepulturero, su cuaderno cubre años más recientes.

c. El censo de bóvedas

El censo produjo una enumeración completa de la población del cementerio; es decir, de todos los individuos *actualmente* enterrados en sus bóvedas³.

Para obtener una idea más global de la población del cementerio, analizamos el conjunto de la información del libro de defunciones, del cuaderno del sepulturero y del censo. Para abordar nuestra hipótesis que los N.N. podrían corresponder a posibles desaparecidos, utilizamos información sobre los muertos identificados contenida en un estudio sobre N.N. y desaparecidos. Para ello, primero necesitábamos descartar la posibilidad de que los N.N. hubieran sido causados por circunstancias “normales”⁴.

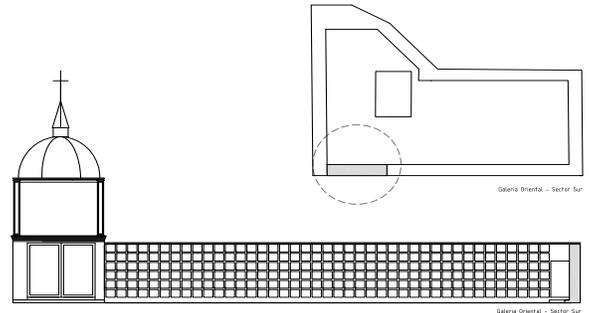


3. No incluimos los osarios comunes en el censo pues generalmente no están marcadas y no hay indicios de cuántos cadáveres contiene cada una. Según el sepulturero, el cementerio de Rionegro tiene siete osarios comunes que podrían contener centenas, posiblemente miles, de restos humanos.
4. Las sociedades usualmente producen muertos sin identificar como resultado de eventos “normales” como trastornos mentales hereditarios, pobreza y marginalización social. Podría suponerse que la relación entre muertos identificados y no identificados debería mantenerse constante. En ese caso se observaría un aumento en el número de cadáveres no identificados cuando la mortalidad general aumenta, y un número menor de N.N. cuando la tasa global de muertes se reduce. Al comparar los patrones de los muertos identificados y no identificados podemos detectar cualquier “exceso” de cadáveres no identificados o cualquier patrón inusual, que puede investigarse posteriormente. Los patrones no habituales pueden deberse a desastres naturales, epidemias y conflicto armado, entre otras razones.

LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA EL CENSO DE BÓVEDAS

De las tres fuentes utilizadas, sólo el censo de bóvedas exigió un esfuerzo de recolección de información. En esta sección describimos los pasos de este proceso.

a. Marco de referencia



Plano del cementerio dibujado por el arquitecto del proyecto.

El primer paso en cualquier censo es generar un marco de referencia el cual define la población que se pretende estudiar e incluye cada unidad de una población dada. En el caso del cementerio, un mapa hubiera sido un buen marco de referencia, sin embargo, el que se tenía en la parroquia estaba bastante desactualizado, por lo que el proyecto contrató a un arquitecto para diseñar uno nuevo. Sobre este nuevo mapa o marco de referencia, se distribuyó al equipo de campo en las diferentes áreas del cementerio y se realizó un conteo de cada bóveda.

En el proceso de mapeo descubrimos que la parroquia de Rionegro había subestimado el número de bóvedas que contiene el cementerio. Así, mientras que la parroquia registraba el número de bóvedas entre 3.000 y 4.000, el censo contó 7.834.

b. Identificación única

Con el mapa del cementerio como marco de referencia, el equipo del proyecto prosiguió a diseñar un esquema de identificación única para cada una de las bóvedas del cementerio. Esta nomenclatura única, que puede considerarse la “dirección” de cada

muerto en el cementerio, nos indica exactamente dónde está enterrado cada cadáver.



Foto 3. Bóveda en el cementerio de Rionegro.

La nomenclatura única de bóvedas y cadáveres generó una referencia constante a las ubicaciones específicas del cementerio. Se estructuró como sigue: un código para cada galería en el cementerio, donde las bóvedas se ubican en paredes; un código para cada pared en la galería; el número de fila de la bóveda, asignado de abajo hacia arriba; y el número de columna de la bóveda, asignado de izquierda a derecha; y un número consecutivo único para cada persona enterrada en la bóveda (a menudo más de una, especialmente en el caso de bóvedas familiares). La única excepción fueron los cinco mausoleos, a cada uno de los cuales les fue asignado un número único. Vale señalar que muchas bóvedas contaban con números de identificación, sin embargo con frecuencia se repetían y a menudo faltaban. Con el sistema de nomenclatura única, es posible seguirle la pista a cada cadáver que ingrese al cementerio.

Estructura de códigos de la nomenclatura única:

Galería – Pared – Fila – Columna – Número de la persona. Ejemplo: GW-D-09-30-01

c. Codificación

Utilizando una estructura predeterminada⁵, un equipo de cinco personas registró sistemáticamente la siguiente información de cada lápida:

- Ubicación de la bóveda según la identificación única que le asignamos
- Información sobre el estado de la bóveda
- Información sobre el (los) cadáver(es) en la bóveda
- Fotografía de la bóveda

La confiabilidad entre codificadores es el grado de acuerdo entre los codificadores. Mide cuánto consenso existe en el equipo codificador en la aplicación de criterios definidos en el vocabulario controlado. Durante la recolección de datos para el proyecto, calculamos una confiabilidad de 97%. El alto nivel de consistencia nos permite confiar en la fiabilidad de los datos del censo (Silva, Romesh 2002).

d. Base de datos

Generamos un conjunto de datos con toda la información inscrita en las lápidas del cementerio. Utilizando Martus, una *software* de manejo de información libre y segura creada por Benetech, el equipo del proyecto digitó toda la información recaudada a partir de las lápidas, incluyendo fotos en formato electrónico para análisis posterior. Martus es una buena opción para proyectos de información cualitativa porque es fácil de usar y puede adaptarse a la estructura específica de la información. El usuario puede buscar con facilidad toda la información almacenada en la base de datos, adjuntar documentos de apoyo (fotos, certificados de defunción, etc.) y guardar todas las versiones de la información que va evolucionando con el tiempo.



5. En anexo hemos incluido el vocabulario controlado que se utilizó para llenar los campos de la ficha de recolección de información para cada bóveda.

DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

El análisis que se realizó para el estudio piloto comparó los datos del libro de defunciones, del cuaderno del sepulturero y del censo de bóvedas.

Conteos

A partir del censo descubrimos que el cementerio de Rionegro cuenta con 7.834 bóvedas (excluyendo los osarios comunes) que contienen 8.432 cadáveres que datan desde el año 1.876 (la bóveda más antigua del cementerio) hasta julio de 2009. De las 7.834 bóvedas, 1.057 están vacías y no tienen lápida que las cubra. De las bóvedas cerradas, 802 tienen lápidas completamente en blanco, sin ninguna información sobre las personas enterradas allí.

De los 8.432 cadáveres que se sabe están en el cementerio, 8.249 están identificados y 145 registrados como no identificados, o N.N., de acuerdo con lo escrito en la lápida. Sin embargo, el número exacto de N.N. según el censo puede resultar confuso por las inconsistencias en la manera como se marcan (o no se marcan) las lápidas. La confusión se ve exacerbada por la información contradictoria que a veces contienen las fuentes escritas del cementerio sobre los N.N., y por los recuentos cualitativos del sepulturero sobre cómo se marcan las bóvedas: algunos N.N. se entierran en bóvedas con lápidas en blanco, otros se entierran en las filas superiores e inferiores de ciertas galerías en el cementerio, y aún otros tienen lápidas con la inscripción de N.N. Por tales razones, además de los 145 N.N. contados en el censo, hay 38 bóvedas que el equipo del proyecto codificó como contenedoras de “posibles N.N.” (con base en la combinación de su ubicación y la falta de inscripción).

De los 145 N.N. conocidos como tales, 45 (o 31 por ciento) cuentan con el número de necropsia medico-legal escrito en la bóveda. La falta del número de necropsia y de un número único de identificación en las lápidas ha generado serios problemas legales al momento de la exhumación y la identificación de los

restos cuando la información no coincide, está incompleta o no existe. Una mejora de los registros a todo nivel facilitaría la posible investigación e identificación de los N.N.

Aunque el censo de bóvedas aporta una imagen instantánea de la población del cementerio en un momento dado, no ofrece un recuento histórico. Es evidente que el tamaño de la población del cementerio está cambiando constantemente como resultado de nuevas llegadas y de la expiración del alquiler de las tumbas (no es el caso de las tumbas compradas por las familias). Por otra parte, en Rionegro los cadáveres de N.N. que no han sido identificados en un período aproximado de cuatro años pueden ser trasladados al osario común del cementerio, lo que dificulta, quizás imposibilita, su identificación. Esto pone en relieve la importancia de complementar el censo con los registros administrativos del cementerio.

COINCIDENCIA DE REGISTROS DE N.N. EN TRES FUENTES DEL CEMENTERIO DE RIONEGRO	CANTIDAD
N.N. inhumados alguna vez en el cementerio según tres fuentes	462
N.N. actualmente inhumados en el cementerio según el censo de lápidas	145
N.N. actualmente inhumados en el cementerio y registrados también en al menos una de las otras dos fuentes diferentes al censo	73

El ejercicio de comparar los datos de las tres fuentes nos indica que 462 N.N. únicos han sido inhumados en Rionegro en algún momento, como se demuestra arriba⁶. Y mientras que el cuaderno del sepulturero parece ser la fuente más completa, sólo 73 de los 145

6. Es posible que se siga presentando un subregistro si los N.N. en el osario común nunca se incluyeron en los registros administrativos del cementerio.

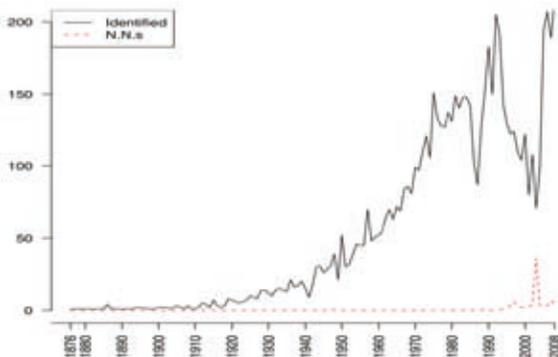
N.N. inhumados en el cementerio hasta la fecha del estudio aparecen también en las otras dos fuentes. Una vez más se destaca la necesidad de estudiar todas las fuentes del cementerio para comprender la situación de los N.N. de manera más completa.

Con base en recuentos cualitativos, sabemos que algunos de los N.N. en el cementerio de Rionegro fueron llevados allí de municipios aledaños de la región. Desafortunadamente, ninguna de las fuentes de información del cementerio indica el lugar de origen del cadáver.

Gráficas que indican la evolución en el tiempo

En esta sección comparamos dos de las tres fuentes. La Figura 1 muestra la población total del cementerio que cuenta con el año de muerte inscrito en la lápida. La gráfica comienza con el muerto más antiguo, que data de 1876, y traza la evolución hasta 2009 (julio, cuando concluyó el censo). Obviamente esta gráfica no refleja los muertos que fueron extraídos del cementerio a lo largo del tiempo. La tendencia general de crecimiento sostenido no debe interpretarse forzosamente como un aumento en las tasas de mortalidad: los cadáveres antiguos han sido extraídos y la capacidad del cementerio ha crecido con el tiempo. En particular, se registró un descenso en los

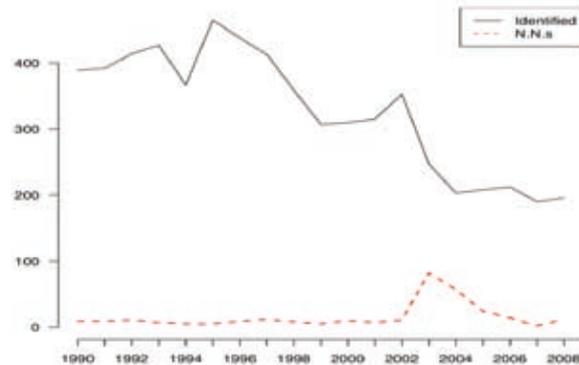
FIGURA 1. POBLACIÓN DEL CEMENTERIO, IDENTIFICADA Y NO IDENTIFICADA, SEGÚN EL CENSO DE LÁPIDAS, 1876-2009



mueritos identificados en 1986 y, más recientemente, en los primeros años de la década de 2000. Está por verse por qué hay menos muertos identificados en el cementerio en ese período. El pico en el número de N.N. en 2003 ocurre en un momento en que el número de muertos identificados alcanza su nivel más bajo de los últimos 30 años.

La Figura 2 muestra la población según el año de muerte (o de entrada al cementerio, que no siempre coinciden) según el cuaderno del sepulturero. La ventaja de examinar ambas fuentes a través del tiempo es que el censo refleja los inhumaciones recientes y el cuaderno del sepulturero aporta una visión más amplia del panorama histórico del cementerio.

FIGURA 2. POBLACIÓN DEL CEMENTERIO, IDENTIFICADA Y NO IDENTIFICADA SEGÚN EL CUADERNO DEL SEPULTURERO, 1990-2008



Como se observa en las Figuras 1 y 2, tanto los datos del censo como los del cuaderno del sepulturero indican una baja correlación entre el patrón de los muertos identificados y el de los no identificados. El número de N.N. no aumenta cuando sube el número total de muertos identificados, ni disminuye cuando baja el número de muertos identificados. Es decir, el patrón que se revela sobre los N.N. es independiente del de los muertos identificados y parece tener causas propias.

El censo y el cuaderno del sepulturero muestran un patrón inverso de cadáveres identificados en

FIGURA 3. POBLACIÓN IDENTIFICADA DEL CEMENTERIO SEGÚN EL CENSO Y EL CUADERNO DEL SEPULTURERO

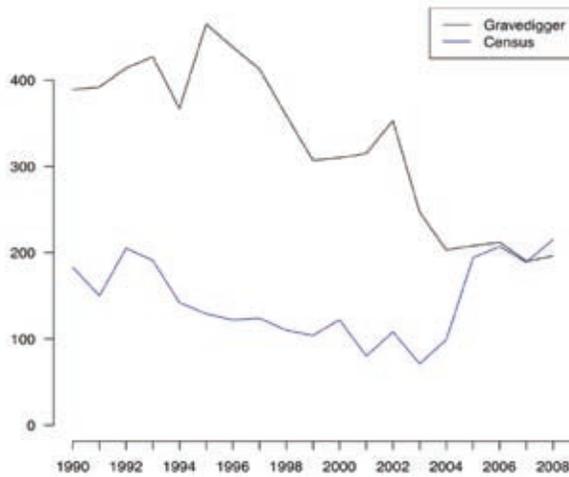
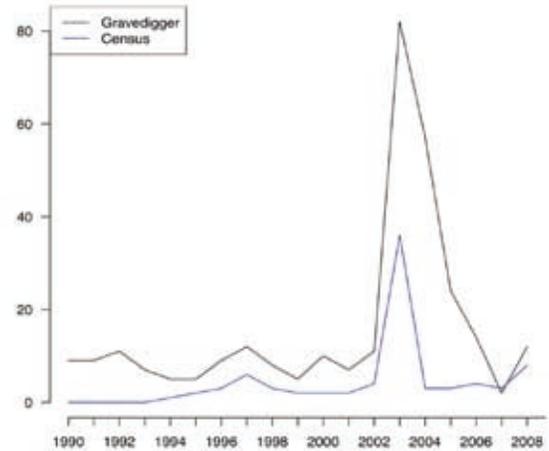


FIGURA 4. POBLACIÓN N.N. DEL CEMENTERIO SEGÚN EL CENSO DE LÁPIDAS Y EL CUADERNO DEL SEPULTURERO



los años más recientes (uno desde una perspectiva actual, el otro desde una perspectiva histórica), como puede verse en la Figura 3. Ambas fuentes son coherentes al mostrar el patrón de las N.N., como se ve en la Figura 4. Sin embargo, aunque las fuentes presen-

tan patrones diferentes en el caso de los muertos identificados, ninguna de ellas revela una correlación fuerte entre el patrón de N.N. y el de los muertos identificados, como se observa en las Figuras 1 y 2.

FIGURA 5. PORCENTAJE DE CADÁVERES NO IDENTIFICADOS SEGÚN EL CENSO Y EL CUADERNO DEL SEPULTURERO POR MES

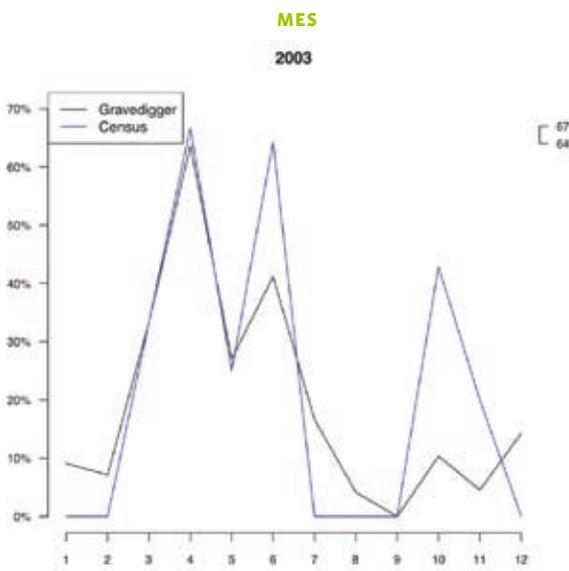
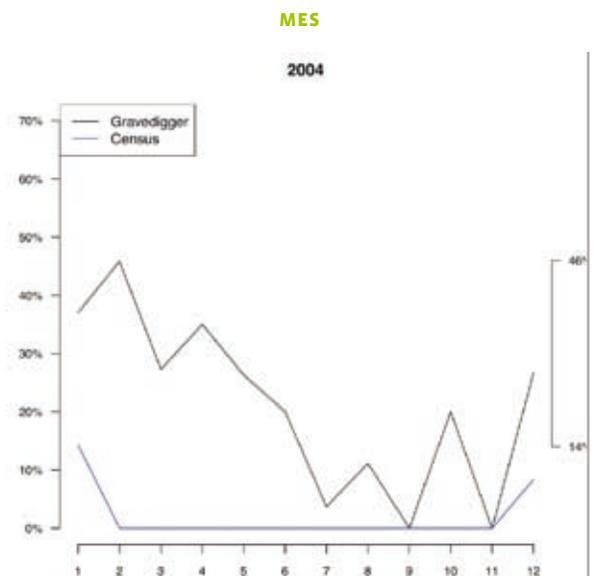


FIGURA 6. PORCENTAJE DE CADÁVERES NO IDENTIFICADOS SEGÚN EL CENSO Y EL CUADERNO DEL SEPULTURERO POR MES



razones de sus propios libros como por la contribución que podrían hacer al proceso de identificación de los N.N. en su cementerio. En particular, recomendamos que los cementerios mantengan un “censo” de las tumbas y los restos que contienen.

Se sugiere también que los administradores generen un sistema de identificación única para cada una de las bóvedas, de tal manera que puedan ubicarse los restos individuales y seguirles la pista si se trasladan. Un sistema de identificación única puede ayudarles a los administradores de cementerios y a las autoridades locales a ubicar cada tumba y cada individuo inhumado en el cementerio.

Aunque se trataba de un estudio piloto para comprobar el potencial de una fuente de datos en misiones de búsqueda e identificación, el análisis ha suscitado algunas preguntas importantes, que se han ido mencionando a lo largo de este artículo. Estas preguntas sustantivas podrían explorarse mediante investigaciones cualitativas y datos cuantitativos adicionales. Por ejemplo, las fuentes de información analizadas en este estudio piloto podrían cotejarse con informes de desapariciones relacionadas con el conflicto y con recuentos de combates en la región para determinar con mayor claridad si algunos desaparecidos corresponden a los restos individuales que yacen en el cementerio.

Por otra parte, el conocimiento adquirido a través del estudio cuantitativo de la población en los cementerios podría complementarse con investigaciones cualitativas contextuales. El estudio cuantitativo podría corroborar o invalidar hipótesis cualitativas tales como si los N.N. de otras regiones fueron enterrados en cementerios municipales, o cuáles actores podrían considerarse los perpetradores, entre otros temas. A futuro, esperamos combinar los datos de Rionegro con otras fuentes existentes como los registros oficiales de muertes y homicidios, datos poblacionales y registros de otros cementerios de la región. Este tipo de análisis podría darnos luces

sobre los patrones de los muertos y desaparecidos no identificados en Rionegro.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a la parroquia de Rionegro el haber compartido generosamente sus registros del cementerio con Benetech y EQUITAS, así como habernos permitido realizar el censo de bóvedas en el cementerio.

Agradecemos a la Embajada de Gran Bretaña por su apoyo al estudio piloto. Agradecemos también al Sigríd Rausing Trust su apoyo a proyectos de Benetech en Colombia. Nuestro reconocimiento también a Diana García por dirigir el equipo de trabajo en el cementerio y a todos los codificadores por recolectar los datos y organizarlos en la base de datos.

Tamy Guberek coordinó el proyecto, capacitó al equipo de campo y redactó el informe. Daniel Guzmán realizó el análisis de datos. Beatriz Vejarano editó y tradujo el informe.

BIBLIOGRAFÍA

Asher, Jana, David Banks, and Fritz J. Scheuren (Eds.). 2008. *Statistical Methods for Human Rights*. Springer.

Asher, Jana, Patrick Ball, Wendy Betts, Fritz J. Scheuren, and Jana Dudokovic. 2002. *Killings and Refugee Flow in Kosovo March - June 1999*. Washington, DC: AAAS. http://shr.aaas.org/kosovo/icity_report.pdf

Misión Internacional de Observación sobre Ejecuciones Extrajudiciales e Impunidad en Colombia, 2008, Observatorio de Derechos Humanos y Derecho Humanitario y Coordinación Colombia-Europa-Estados Unidos, Informe Final. Documentos temáticos n.º 4.

Observatorio de Paz y Reconciliación del Oriente Antioqueño - OPROA. 2008. *Informe Sobre La Situación de Los Derechos Humanos y El Derecho Internacional Humanitario en el Oriente Antioqueño*.

Programa Presidencial de Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario, Observatorio de

Derechos Humanos). 2004. Estudios Regionales, Panorama Actual del Oriente Antioqueño.

Silva Romesh and Patrick Ball. 2006. The Profile of Human Rights Violations in Timor-Leste, 1974-1999. Report by the Benetech Human Rights Data Analysis Group to the Commission on Reception, Truth and Reconciliation (CAVR). <http://www.hrdag.org/resources/publications/Benetech-CAVR-statistical-report.pdf>.

Silva, Romesh (2002) “On the Maintenance and Measurement of Inter-Rater Reliability when Documenting

Large-Scale Human Rights Violations,” Proceedings of the Joint Statistical Meetings of the American Statistical Association, the International Biometric Society ENAR and WNAR, the Institute of Mathematical Statistics, and the Statistical Society of Canada.

ANEXO: VOCABULARIO CONTROLADO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN EL CENSO DE BÓVEDAS

Tipo de bóveda

Nº	CÓDIGO	TIPO DE HECHO	DEFINICIÓN	CONDICIONES DE LÍMITE	REGLAS DE CONTEO	EJEMPLOS
1	BI	Bóveda individual	Bóveda para inhumación de cadáveres o restos: Son de carácter privado o de la parroquia	Contiene el cadáver o los restos de una sola persona.	Una bóveda en las galerías para BI	
2	OF	Osario familiar	Bóveda para depósito de restos únicamente. Son de carácter privado	Contiene los restos de una o más personas generalmente de un grupo familiar.	Una bóveda en el área de OF, o una bóveda en el área de las BI que contengan más de un nombre registrado es igual a un OF	Bóvedas de la galería oriental, sector Norte contiguas a la entrada principal del cementerio
3	OC	Osario común	Espacios diferentes de las bóvedas destinados a depósitos de restos, allí generalmente se encuentran los restos que no son reclamados pasados los 4 años reglamentarios de ocupación de la bóveda; también contienen restos de NN. Son de carácter público	Contienen restos de varias personas, de considerable profundidad y tamaño cuyo acceso es por las paredes inferiores de las galerías o en el piso de las mismas.	Un acceso en la pared o en el piso que cumpla las condiciones depósito y cantidad de restos es igual a un OC	Fosa con acceso por el piso ubicada en la galería oriental, sector Norte cerca de osarios familiares (OF)
4	M	Mausoleo	Construcción suntuosa en la que se da sepultura a uno o varios cadáveres y/o restos. Son de carácter privado.	Contienen el cadáver y/o los restos de una o más personas. Están por fuera de las galerías en espacios abiertos del cementerio y en el perímetro de la colina del cementerio	Una construcción es igual a un mausoleo (MU)	Una construcción grande y suntuosa por fuera y a la entrada del cementerio, en espacios abiertos

Tapa o lápida

No.	CÓDIGO	TIPO DE HECHO	DEFINICIÓN	CONDICIONES DE LÍMITE	REGLAS DE CONTEO	EJEMPLOS
1	T	Tapa	Pieza de cemento de color blanco generalmente, que cubre la bóveda	Forma cuadrada estándar, blanqueada con cal que tapa la bóveda, es otorgada por el cementerio	Una tapa por bóveda	Una tapa que cubre generalmente las bóvedas de los NN's
2	L	Lápida	Pieza elaborada en metal, mármol, madera, losa, etc. que se coloca sobre la tapa de la bóveda.	Formas y materiales variados, son llevadas por los dolientes de las personas inhumadas	Una bóveda puede tener varias lápidas. Una lápida es igual a una persona o a varias personas muertas	Una lápida que adorna generalmente las bóvedas de los muertos nombrados

Información escrita sobre la tapa/lápida

No.	CÓDIGO	TIPO DE HECHO	DEFINICIÓN	CONDICIONES DE LÍMITE	REGLAS DE CONTEO	EJEMPLOS
1	IE	Información escrita	Tiene datos escritos	Al menos hay una inscripción en la tapa o lápida o por fuera de éstas que se pueda asociar consistentemente	Por lo menos un dato escrito se cuenta como información escrita. No importa si es un número, una sigla, una inicial de nombre, una fecha, una leyenda	Una tapa o lápida que conserva el dato escrito de nombre o nombres, fecha o fechas, Nc, leyenda, de una o varias personas
2	IB	Información borrada	Los datos escritos no son visibles	Hay alguna evidencia que los datos escritos existieron	Al menos 1 evidencia de IB	Una tapa o lápida que tiene los datos borrados, suprimidos, desechos
3	IS	Información superpuesta	Los datos escritos están intercalados	Hay evidencia de reutilización de la tapa o lápida	Al menos 1 evidencia de IS	Una tapa o lápida que no tiene datos escritos claros por lo que no es posible identificar una inscripción o inscripciones coherentemente
4	TB	Totalmente en blanco	No hay datos escritos	No hay evidencia de ninguna inscripción sobre la pieza		Una tapa blanqueada

Condición de la tapa/lápida

No.	CÓDIGO	TIPO DE HECHO	DEFINICIÓN	CONDICIONES DE LÍMITE	REGLAS DE CONTEO	EJEMPLOS
1	AA	Abierta	No tiene tapa y contiene restos	Los restos y/o el ataúd/ bolsa que los contienen son visibles	-	Una bóveda con los restos expuestos
2	PA	Parcialmente abierta	Presenta alguna abertura	Se observa pérdida de una parte de la tapa y/o lápida que permite ver el contenido de la bóveda.	-	Una bóveda con un roto, grieta, resquebrajamiento en la tapa o lápida, contiene cadáver y/o restos
3	CR	Cerrada	Está totalmente tapada	No se observa ningún espacio, fisura, ranura, en ninguna parte de la tapa o lápida, no se puede ver el contenido	-	Una bóveda clausurada, contiene cadáver y/o restos
4	VA	Vacía	Abierta y sin restos	Se observa el espacio de depósito vacío, no contiene restos	-	Una bóveda disponible para depósito de cadáver y/o restos

¿Es un NN?

No.	CÓDIGO	TIPO DE HECHO	DEFINICIÓN	CONDICIONES DE LÍMITE	REGLAS DE CONTEO	EJEMPLOS
1	NN	No nombrado	Cadáver o restos de persona sin identificar	Si tiene la sigla NN y/o Nc; también puede haber nombres y/o apellidos asociados a las siglas	-	Inscripción sobre tapa o lápida con la sigla NN y/o Nc
2	PNN	Presunto no nombrado	Cadáver o restos de persona que posiblemente está sin identificar	Tapa en blanco en las filas 1 y 6, exceptuando el sótano (donde hay NN's en todas las filas)	-	Una tapa blanqueada sin inscripción alguna

Evaluación arqueológica preliminar para la búsqueda de personas desaparecidas en *La Escombrera* en Medellín, Colombia

Kevin Lane, PhD

Vertederos de escombros

Resumen: La aplicación de métodos arqueológicos como la prospección y la excavación son claves para la búsqueda e investigación de personas desaparecidas; sin embargo, diferentes escenarios ofrecen retos muy diversos en materia de recuperación de restos humanos. Organizaciones de Víctimas y de Derechos Humanos han denunciado que aproximadamente 400 personas fueron depositadas en el vertedero de escombros, La Escombrera en Medellín luego de acciones por parte de grupos paramilitares que actuaron en la Comuna 13 y del desarrollo de la operación militar Orión en el año 2002. Encontrar los restos de las personas desaparecidas en este escenario implicaría costos técnicos y económicos muy altos que hacen difícil una operación de recuperación total. No obstante, este es solamente uno de los escenarios en los cuales la arqueología puede ofrecer técnicas y posibilidades que podrían ser exploradas de manera que agoten los esfuerzos científicos por investigar y devolver estas personas a sus seres queridos.

Palabras clave: Arqueología forense, vertedero de escombros, prospección arqueológica, personas desaparecidas

INTRODUCCIÓN

¿Porqué la investigación forense requiere de la arqueología? La respuesta simple es que la investigación forense requiere de la excavación de un entierro o del lugar donde han sido depositados los restos humanos. El método arqueológico es el más probado y el que ha ofrecido mejores resultados para llevar a cabo esta tarea. Incluso, se trata de un método indispensable en escenarios donde no se conoce la ubicación de los restos humanos. De hecho



Foto: www.obdhacovipaz.blogspot.com/

cada vez son más sofisticadas las posibilidades de localización de restos a través de la arqueología.

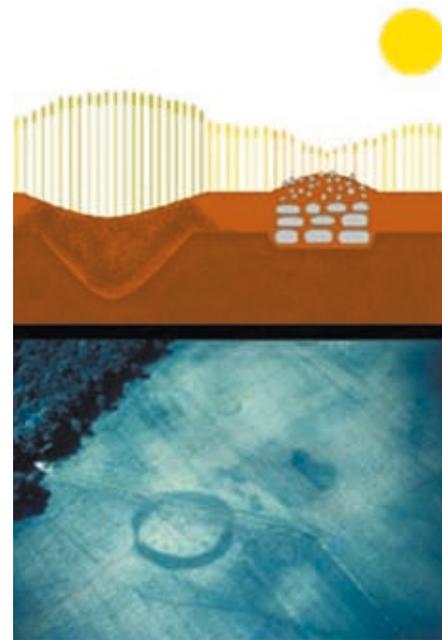
Todo lo que esté enterrado, sea prehispánico o de ayer mismo, se vuelve “arqueológico”, y su recuperación a través de la prospección y la excavación se logra a través de aplicar técnicas rigurosas en cualquier lugar y en todo momento. La arqueología permite la recuperación sistemática y precisa de elementos en tierra; hechos que permiten elucidar la historia de deposición de un objeto a través de métodos de extracción y de documentación precisos. Este mismo rigor se aplica tanto para la excavación como para la prospección.

Prospección arqueológica

Desde los años 60, el campo de la prospección arqueológica se ha vuelto cada vez más complejo y preciso. Aunque muchos arqueólogos la consideran como la “prima pobre” de la excavación, tiene unas ventajas específicas; por ejemplo permite evaluar la actividad humana en áreas muy extensas, y permite analizar la relación entre un sitio arqueológico y un medioambiente. Una prospección permite detectar y examinar cambios en el terreno y actividad humana en él. También trabaja sobre la premisa de que es posible no saber exactamente qué se busca, y de esta manera ofrece una técnica para detectar nuevos sitios.

Igual que en la excavación, toda prospección debe seguir un diseño que determina qué herramien-

tas y métodos se van a usar, así como la escala a la cual se aplica cada uno. De hecho, la planeación es el centro de todo trabajo arqueológico. Por ejemplo, la prospección utiliza especialidades tales como la interpretación de fotografía aérea, que se produce a través de vuelos entre 8,000 y 10,000 metros. Aunque la mayoría de la fotografía aérea se hizo después de los años 40, muchas de estas están siendo digitalizadas y son una herramienta de alta resolución que puede ser utilizada para detectar cambios en el terreno, con el paso del tiempo.

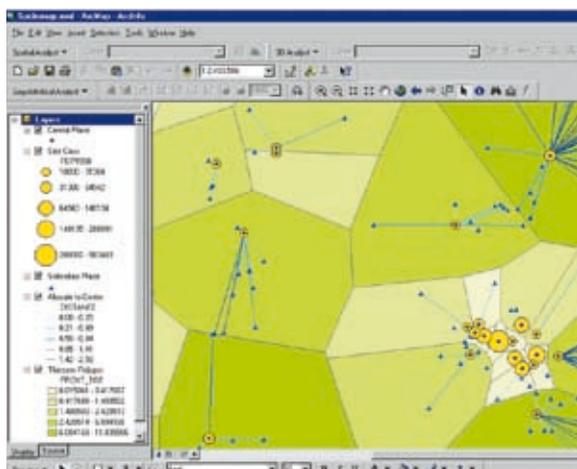


Marcas de cultivo

Por otra parte, a través de fotos aéreas es posible identificar las marcas negativas y positivas que producen los cultivos, así como si se trata de marcas pasadas o recientes. Este método es especialmente pertinente para la recuperación de entierros masivos en terrenos cultivados. Por ejemplo, si se considera la información histórica recopilada, como las condiciones al momento del entierro, otras condiciones posteriores y testimonios de informantes, podrían dilucidarse sitios claves en casos recientes. Aunque la resolución de las imágenes satelitales en muchas

áreas del globo terráqueo no es muy buena, estas se convierten en una herramienta de gran potencial para analizar un mismo lugar en diferentes momentos.

Otro método arqueológico es la inspección visual por transectos, como una forma sistemática de prospectar un área más pequeña de un terreno que permita detectar concentraciones de material o cambios artificiales del terreno. Varios grupos caminan en una dirección y patrón planeado, paran y registran potenciales sitios que encuentran en el camino. El registro se realiza sobre un mapa en cuadrícula y a escala, que ha sido georeferenciado por GPS (Sistema de Posición Geográfica).



Sistemas de Referenciación Geográfica GIS

De nuevo, la exactitud es fundamental a través de un amplio registro, fotografía y dibujo de todas las características de terreno encontradas. Sin embargo, existen limitaciones relacionadas con la prospección, relacionadas con la falta de visibilidad, cuando el cubrimiento del área es desigual, cuando existe inconsistencia en los métodos y la definición de unidades analíticas, o cuando existe desgaste de la evidencia a través de la erosión, la construcción, el enterramiento secundario y otros procesos. De todas maneras, estas prospecciones pueden ser mejoradas a través del uso de herramientas geofísicas no intrusivas, como los detectores de metales, el georadar o electromagnetómetros.

Todos estos métodos de campo no intrusivos tienen sus limitaciones y no son la panacea para detectar todas las necesidades de evidencia en el campo forense. Por ejemplo, el detector de metales resulta un método rápido si los entierros incluyen objetos metálicos, pero no diferencia entre tipos de metal, por lo cual no es útil para profundidades mayores. El georadar o GPR no es útil en tierras arcillosas o limosas, pero sí es muy preciso para arena y piedra. En condiciones secas, el GPR puede penetrar de 5-8 mts y puede dar una buena resolución por profundidad, aunque en otras condiciones climáticas se vea severamente limitado.

Desafortunadamente el GPR también es más lento que una prospección con aparatos electromagnéticos (EM). El EM es un método económico, bueno y rápido para detectar metales y anomalías en el suelo hasta una profundidad de 6mts. También para casos donde se presume que las personas fueron enterradas con objetos metálicos, esta es una buena herramienta. Los mapas geofísicos que resultan de este ejercicio, también indican cambios en el subsuelo tales como trincheras, canales y pozos, que aparecen como anomalías. De nuevo, es importante recordar que esta no es la solución a todo, sino un método más, con sus propias limitaciones.

EXCAVACIÓN

Para una verdadera perspectiva de lo que está debajo de la tierra, es fundamental que una prospección termine en una excavación. Desarrollada desde principios del siglo XIX, la excavación se ha vuelto más compleja y multinivel, de hecho, la información que se extrae de esta técnica es inmensamente valiosa para identificar patrones estratigráficos (o por niveles) de deposición de objetos o restos humanos. Como en la prospección, la excavación depende de la precisión y la estrategia, donde se hace un balance de las expectativas de lo que se va a encontrar y se planea adecuadamente para recuperarlo.

Existen muchos tipos de excavación, que van desde excavaciones abiertas de gran extensión, a otras en espacios pequeños; se usa la técnica de escalera para montañas o basureros, y la técnica por compartimentos en lugares arenosos e inundados. También existen técnicas de muestreo que ayudan a extraer in-

formación relevante como cernir en seco y en húmedo para recuperar objetos pequeños; la geomorfología de muestras de tierra para identificar inclusiones químicas en la tierra y análisis de polen para reflejar las estaciones climáticas al momento de la deposición.

TIPOS DE EXCAVACIÓN

Levantar cuadrículas y sectorizar el sitio es el paso inicial para cualquier trabajo arqueológico. Es fundamental



EXCAVACIÓN EN ESCALERA



EXCAVACIÓN VERTICAL



EXCAVACIÓN POR COMPARTIMENTOS

registrar sistemáticamente la información a través de formatos para restos óseos de contexto, fotografiar y dibujar todo lo encontrado; de hecho, la atención al detalle es clave en la arqueología, especialmente para la excavación de cuerpos humanos. Se debe emplear un cuidado especial en la recuperación de los muertos, ya que es indispensable extraer la mayor cantidad de información relacionada con toda la evidencia que se encuentra en el lugar, así como la disposición en la que se encontró. Es clave poder reconstruir el proceso de recuperación y los hallazgos en su contexto, para posteriores interpretaciones sobre la circunstancias que rodearon la muerte de estas personas.

En el uso del método arqueológico, y especialmente en relación con la recuperación de restos óseos, no hay excusa para una práctica mediocre. La mínima documentación debe incluir suficiente fotografía, triangulación de sitios potenciales a través de coordenadas estándares obtenidas a través de cintas métricas o metros de distancia electrónica, y un buen compás (Brunton o Silva de alto calibre). Para mayor exactitud un GPS diferencial resulta muy útil.

La falta de tiempo o recursos, no es una razón válida para una mala arqueología forense. El análisis de otros depende de nuestro rigor en la recuperación de restos humanos en campo.

ESTUDIO DE CASO, LA ESCOMBRERA

Este caso se centra sobre la desaparición de más de 400 individuos dentro de la escombrera de Terrígenos Agregados SA localizado en una zona vecina a la Comuna 13, El Salado, distrito de Medellín. La escombrera ha estado en uso continuo desde 1990, aunque las primeras deposiciones de cuerpos posiblemente ocurrieron a mediados de los 90. El periodo mayor de deposición de cuerpos ocurrió durante la 'Operación Orión' dirigida por efectivos de las Fuerzas Armadas Colombianas, que se desarrolló entre el 16 de octubre y el 30 de noviembre 2002.

Sin embargo, hubo más deposiciones de cuerpos durante el 2003 y posteriormente a esta fecha, como componente de pequeñas operaciones por parte del estado Colombiano y las grupos paramilitares¹.

La escombrera adyacente Proparques El Sol, no parece haber sido utilizada para la deposición de cuerpos pero si es incluida dentro el área general de impacto del caso. El sitio principal de acuerdo a testimonios, se refiere al área Terrígenos Agregados, que puede ser dividida en tres tipos de terreno:

- La escombrera;
- Un pequeño lago natural;
- Un área de extracción de arena conocido como 'Arenera Alta' o 'Arenilla'.

De estos tres terrenos es posible descartar el último ya que esta área no es propicia para la deposición de cuerpos. Por ende, las constantes referencias al 'arenal' por parte de las familias de las víctimas debe ser tomado más como una referencia al lugar general que específicamente, al arenal (véase Figura 1).

La deposición en los otros dos lugares varía considerablemente entre sí. Es posible que los cuer-



1. Organizaciones de Derechos Humanos como la Corporación Jurídica Libertad, Codhesel, el Instituto Popular de Capacitación, el Grupo Interdisciplinario de Derechos Humanos, Corporación para la Paz y el Desarrollo Social -Corpades, el Movimiento Nacional de Víctimas de crímenes de Estado- Movice Capítulo Antioquia, y el Grupo Interdisciplinario sobre Conflictos y Violencias de la Universidad de Antioquia han denunciado reiteradamente como personas fueron tomadas ilegalmente de sus casas luego de noviembre de 2002, como parte de la operación militar Orión, con el propósito de encontrar miembros de la guerrilla en la Comuna El Salado en Medellín. Ver: <http://www.prensarural.org/spip/spip.php?article1885>. También, versiones libres en el 2007 de la ley de Justicia y Paz describen como docenas de personas fueron asesinadas, desmembradas y depositadas en la sección más alta de El Salado, por el bloque Metro de las Autodefensas Campesinas de Córdoba y Urabá (Accu) Cacique Nutibara, Magdalena Medio y Héroes de Granada de las Autodefensas Unidas de Colombia (Auc). En: La Escombrera de Medellín debería ser un símbolo, artículo en Semana.com. <http://www.semana.com/noticias-conflicto-armado/escombrera-medellin-debe-simbolo/117428.aspx>

Figura 1. 'Arenera Alta' o 'Arenilla', sitio de extracción de arena.



Foto: EQUITAS 2009

pos fueran artificialmente pesados y sumergidos en las orillas del lago, y pese a que es difícil conocer el ritmo de sedimentación, este probablemente ocurrió debido a procesos de sedimentación aluvial natural

y acción humana relacionada con la deposición de basura.

La escombrera en sí, está compuesta de una gama variada de materiales de construcción como lo son el alquitrán, ladrillos, mampostería, concreto, metal, plástico, entre otros. La deposición no es homogénea y varía dependiendo del lugar donde provienen los escombros. Localizada sobre una pendiente natural de la montaña, ha ocasionado significativas alteraciones al paisaje natural. Dado que solo efectuamos un registro visual es imposible estimar la deposición de escombros en el plano vertical, sin embargo, en ciertas partes los escombros alcanzan una altura de hasta 50 metros (véase Figura 2).

Los testimonios de camioneros sugieren que los cuerpos fueron depositados en la escombrera y después fueron cubiertos por el contenido de entre 5 y 8

Figura 2. Escombrera Terrigenos Agregados S.A., foto tomada cerca de la entrada del sitio.



Foto: EQUITAS 2009

camiones que desplazan entre 5m³ y 9m³ cada uno de material. Sobre este descargue pasa una motoniveladora JCB que probablemente produjo desarticulación y aplastamiento de los cuerpos.

Es importante anotar que la deposición de cuerpos no fue hecha mediante la excavación dentro de la escombrera, sino que los cuerpos fueron echados allí y después cubiertos por nuevo material de escombros. Por eso, la identificación de áreas de deposición no se basa en encontrar pozos (como se hace en otros contextos arqueológicos), que serían difíciles de distinguir debido a los tipos de relleno que se encuentran.

El problema arqueológico

El problema fundamental consiste en diseñar una metodología para evaluar e investigar las dos áreas de posible deposición de cuerpos: a. El lago y b. La escombrera. Por su parte, cada área requiere de diferentes estrategias de investigación arqueológica.

Antes de comenzar las excavaciones es imprescindible crear una cuadrícula central que cubra toda el área de investigación para que las siguientes tareas puedan estar coordinadas con este marco de referencia. Debido a los constantes cambios en el paisaje del lugar, no se justifica levantar una cuadrícula completa del sitio; más bien, sería necesario establecer una serie de datums permanentes que cubran el área total. Estos datums estarían establecidos de tal forma que sería posible triangular cualquier nuevo pozo o área de investigación dentro del sitio; deberán ser georeferenciados y correlacionados a datums topográficos ya establecidos, con un error máximo de 5cm.

Se ha sugerido la posibilidad de utilizar georadares (GPR) u otro tipo de métodos de sensores remotos en el sitio, y aunque esta es una técnica que puede ser útil en el lago, no es apropiada para la escombrera. Las principales razones son las siguientes:

La mayoría de sistemas GPR funcionan sobre la detección de rasgos subterráneos (como fosas, pozos, etc.)

Como comentamos arriba ni el lago ni la escombrera tienen rasgos arqueológicos reconocibles como tal;

- Los GPR y otro tipo de sensores remotos son precisos hasta una profundidad máxima de entre 5 a 8 metros. Dado que la escombrera puede alcanzar una profundidad de hasta 50m es difícil que estas metodologías sirvan. Si se asume que la mayor deposición de cuerpos ocurrió entre el 2002-2003, y dado el crecimiento de la escombrera desde entonces, es muy posible que los cuerpos estén lejos del rango de alcance de estas metodologías;
- La mayoría de metodologías de sensores remotos son muy susceptibles a la presencia de metales, y como la escombrera está compuesta de material de construcción la presencia de altas concentraciones de metal está asegurada. Por ello, este tipo de registro estaría altamente contaminado por señales secundarias, no relevantes.
- Tomando en cuenta estos problemas, sugerimos un enfoque diferente y más tradicional al problema. Una metodología que parte de una investigación preliminar de fondo seguida por registro y excavación arqueológica.

RECOMENDACIONES

El principal reto de el sitio es que es demasiado grande a nivel vertical y horizontal para proponer una excavación total del sitio. Dadas estas circunstancias es crucial establecer parámetros iniciales, por lo cual una investigación preliminar coordinada del sitio puede determinar el potencial de la metodologías sugeridas en esta propuesta. Con un enfoque en el lago y la escombrera, describimos las metodologías a continuación:

Investigación en el lago

El lago tiene una ventaja sobre la escombrera ya que es un rasgo relativamente natural en un área bien demarcada. Como mencionamos anteriormente, los cuerpos depositados en el lago posiblemente

fueron sumergidos usando pesas (o piedras) para hundirlos y después fueron enterrados mediante deposición natural y la deposición de escombros. Dado que el lago todavía es visible podemos asumir que la deposición de escombros no ha sido un factor significativo en el relleno del lago.

La primera acción recomendada sería vaciar el lago para así tener una superficie seca; en este caso, la arqueología submarina no es viable ya que la visibilidad dentro del lago es muy baja. Una vez seco, es necesario establecer una cuadrícula georeferenciada de 5 x 5 cm que cubra la totalidad del lago. Esta cuadrícula deberá incluir un margen de por lo menos 5m de la orilla del lago por si el área del lago ha disminuido a consecuencia del tiempo.

Una vez levantada la cuadrícula, se podrían emplear dos metodologías: primero, el uso de equipos de conductividad electromagnética (EM), ya que este método es rápido y bueno para detectar metales y anomalías subterráneas hasta una profundidad de 6m. Aunque no esperamos anomalías subterráneas como pozos y es posible que haya contaminación metálica por los escombros, es factible localizar víctimas que fueron depositadas con objetos que contienen metal, como argollas, zapatos, y otros.

La intervención arqueológica del lago se puede llevar a cabo mediante la excavación por trincheras de no menos de 20% del área, como muestra estadísticamente significativa del lago. Estas trincheras deberán ser de no menos de 1m de ancho y deberán interceptar terrenos diferentes como las orillas, la zona del lago próxima a la orilla y el centro del lago. Dado que posiblemente los cuerpos fueron depositados alrededor de la orilla, se deberá dar particular atención a esta zona. Otra zona de mayor atención tendrá que ser el acceso motorizado al lago.

Para la excavación del lago se puede usar una retroexcavadora con la cual se pueden retirar los sedimentos del lago ya que la deposición de los cuerpos no habrá creado ningún rasgo arqueológico observa-

ble. Este trabajo será monitoreado minuciosamente bajando en capas de no más de 5 a 10cm sobre el nivel horizontal con una cuchara de no más de 1.2-1.5m de ancho.

Inmediatamente después de descubrir algún objeto de importancia, como tejidos, huesos, se debe hacer una excavación a mano, ubicándose dentro de la cuadrícula hecha durante el registro preliminar del lago. Todas las excavaciones del lago deben seguir las técnicas de excavación por contextos únicos estandarizados por MoLAS (1994); la excavación de los cuerpos deberá seguir estándares establecidos por MoLAS y los manuales de Bass (1992) y Roskams (2001). El registro de cada contexto arqueológico deberá incluir fotografía adecuada (con escalímetro y norte), dibujos en plano y perfil, y hojas de descripción de contexto de cada corte, relleno, rasgos internos y objetos. Una vez terminada la tarea de excavación, se deben rellenar las trincheras y todos los objetos de importancia investigativa deberán ser recolectados y inventariados siguiendo los estándares mencionados en los manuales.

Investigación en la Escombrera

La escombrera representa un serio problema para los propósitos de nuestra investigación. Inicialmente es fundamental hacer una investigación detallada sobre la formación, estado y geografía de la escombrera. Dadas sus dimensiones solo será posible muestrear un área de ella, por lo cual es importante enfocar la investigación inicial en la zona donde hubo la mayor deposición de cuerpos durante la Operación Orión. Considerando que el número de víctimas fue más elevado durante este tiempo, las posibilidades de encontrar restos también es más elevado que en fechas anteriores o posteriores. Sin esta información será extremadamente difícil hacer una labor arqueológica sobre el sitio. La revisión de imágenes aéreas y satelitales durante este periodo clave puede ayudar a verificar la geografía del lugar

en un determinado momento en el tiempo, así como indicar la posible profundidad de el depósito de restos humanos y del área de intervención, dentro del cual se maximizarán los esfuerzos.

El área de intervención deberá ser cuadriculada adecuadamente, muestreado un 20% del área mediante trincheras georeferenciadas localizadas dentro de la zona de intervención de forma que se pueda maximizar la posible localización de cuerpos. En esta fase se contempla la excavación del área de intervención a través de dos posibles metodologías de excavación:

a. La excavación tipo ataúd o por compartimentos (véase Roskams 2001) requiere que se consolide el plano vertical de la excavación usando paredes de madera o metal para prevenir el colapso de la trinchera. Es posible que partes de la escombrera no estén muy fuertemente consolidadas, por lo cual es imprescindible llegar al nivel arqueológicamente significativo en condiciones de seguridad para los investigadores. La ventaja de este método es que el área total de excavación puede ser mejor controlado y no sería necesario bajar la escombrera por completo hasta el nivel requerido. Sin embargo, al no conocer con certeza la naturaleza de la escombrera, si se descubre una zona de escombros demasiado grandes, que traspasan los límites de la trinchera, será imposible continuar con la excavación.

b. Puede que la mejor metodología consista en retirar los escombros y excavar. Se sugiere la reducción de la escombrera hasta el nivel de la posible deposición de cuerpos, para lo cual se necesitarán por lo menos tres retroexcavadoras y un número significativo de camiones para mover el material a otra parte de la escombrera. El principal inconveniente de este método es que requiere de mucho tiempo, y su principal ventaja, que pone el área a completa disposición para intervención arqueológica.

Sea cual sea el método empleado, se sugiere que la escombrera sea excavada usando una

retroexcavadora hasta una profundidad de c.0.5m antes del nivel requerido, para compensar los posibles movimientos posdeposición y el posible error en estimar la profundidad necesaria para llegar al nivel requerido. Una vez llegado a este nivel, el trabajo se hace más minucioso removiendo no más de 5-10cm de depósito en un plano horizontal. El material extraído deberá ser zarandeado ya que es posible que el material recuperado sea fragmentario y todo el trabajo deberá ser monitoreado por arqueólogos y/o antropólogos cualificados para ello.

La excavación de estos niveles se puede desarrollar utilizando trincheras y zarandeando todo el material. Como en el caso del lago, se debe excavar a mano cuando se descubra cualquier objeto de valor investigativo, y se deberán seguir las técnicas de excavación y estándares establecidos en manuales y bibliografía referenciados anteriormente. Se estima que el registro y trabajo inicial del sitio aquí descrito requiere un mínimo de 4 semanas de trabajo continuo.



Foto: ipc.org.co

Lista Preliminar de Equipo

Equipo estándar de excavación: palas, palustres, hilo, clavos, estacas, escalas, norte, etc.

- 3 x retroexcavadoras con cuchara de 3-4m
- 1 x mini retroexcavadora con cuchara de 1.2-1.5m
- Equipo de estación total, un topógrafo y un asistente con prismas
- Equipo conductividad electromagnética, un operador y un asistente.

Como mínimo será necesario conformar un equipo de campo compuesto por un arqueólogo y/o antropólogo profesional de campo y tres asistentes, sin incluir el personal de equipo de topografía y de geofísica.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al antropólogo forense Oscar Hidalgo y al Cuerpo Técnico de Investigación de la Fiscalía General de la Nación en Medellín, por su interés y apoyo logístico para hacer esta propuesta.

BIBLIOGRAFÍA

Bass, W. M. 1992. *Human Osteology: A Laboratory and Field Manual*. Columbia, USA: Missouri Archaeological Society. Special Publication 2

Blau, S., and D. H. Ubelaker. Editors. 2009. *Handbook of Forensic Anthropology and Archaeology*. Walnut Creek, California: Left Coast Press.

Cheetham, P. N. 2008. "Noninvasive Subsurface Mapping Techniques, Satellite and Aerial Imagery in Landscape Archaeology," in *Handbook of Landscape Archaeology, World Archaeological Congress Research Handbooks in Archaeology*. Edited by B. David and J. Thomas, pp. 562-582. Walnut Creek, California: Left Coast Press.

Conolly, J. 2008. "Geographical Information Systems and Landscape Archaeology," in *Handbook of Landscape Archaeology, World Archaeological Congress Research Handbooks in Archaeology*. Edited

by B. David and J. Thomas, pp. 583-595. Walnut Creek, California: Left Coast Press.

Denham, T. 2008. "Environmental Archaeology: Interpreting Practices-in-the-Landscape through Geoarchaeology," in *Handbook of Landscape Archaeology, World Archaeological Congress Research Handbooks in Archaeology*. Edited by B. David and J. Thomas. Walnut Creek, California: Left Coast Press.

Ferllini, R. Editor. 2007. *Forensic Archaeology and Human Rights Violations*. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas Publisher.

Haglund, W. D., and M. H. Sorg. Editors. 1997. *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains*. New York: CRC Press.

Hunter, J. R., and M. Cox. 2005. "Forensic Archaeology: Advances in Theory and Practice." Abingdon/New York: Routledge.

Hunter, J. R., C. Roberts, and A. Martin. 1995. *Studies in Crime: An Introduction to Forensic Archaeology*. Abingdon/New York: Routledge.

MoLAS. 1994. *Archaeological Site Manual*. London: MoLAS.

Richards, T. 2008. "Survey Strategies in Landscape Archaeology," in *Handbook of Landscape Archaeology, World Archaeological Congress Research Handbooks in Archaeology*. Edited by B. David and J. Thomas, pp. 551-561. Walnut Creek, California: Left Coast Press.

Roskams, S. 2001. *Excavation. Cambridge Manuals in Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press

