

Arqueología Forense en Ecuador: Un Enfoque Interdisciplinario para la Localización y Análisis de Restos Óseos.

Forensic Archaeology in Ecuador: An Interdisciplinary Approach to the Localization and Analysis of Human Remains

Benítez Álvarez Ricardo Alejandro.

Universidad Abierta Interamericana, Universidad Austral, Universidad Rio Negro, Buenos Aires, Argentina.

Universidad Internacional del Ecuador, Universidad Técnica Del Norte

Ibarra Ecuador ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1483-6078>

Cazorla Velasco Jefferson Manuel.

Universidad Abierta Interamericana, Universidad Austral, Universidad Rio Negro, Buenos Aires, Argentina.

Universidad Internacional del Ecuador, Universidad Técnica Del Norte Ibarra Ecuador ORCID:

<https://orcid.org/0009-0006-0233-0398>

ricardoalejandro.benitezalvarez@alumnos.uai.edu.ar

Recibido: 23 de agosto del 2024

Revisado: 15 de noviembre del 2024

Aceptado: 19 de enero del 2025

Resumen.

Este estudio propone integrar las prácticas arqueológicas en la investigación forense ecuatoriana, específicamente en la búsqueda, recuperación y análisis de restos óseos a través de un trabajo interdisciplinario. Se diseña un marco metodológico basado en un enfoque cualitativo de naturaleza exploratoria y descriptiva, mediante de una revisión exhaustiva de materiales relacionados al tema. El estudio evalúa la factibilidad de implementar estas prácticas en la Policía Nacional, considerando los desafíos y beneficios potenciales de su aplicación en el trabajo forense. Además, se desarrollan directrices para la capacitación del personal forense, con el objetivo de formar equipos interdisciplinarios capaces de aplicar estas metodologías en campo y laboratorio. Se concluye que la integración de la arqueología en la investigación forense puede mejorar la precisión, eficiencia y profundidad de las investigaciones criminales, ofreciendo respuestas más claras en casos de desapariciones y crímenes no resueltos.

Palabras claves: Arqueología forense, interdisciplinariedad, investigación criminal, Ecuador.

Abstract

Introduction: Cardiorenal syndrome is a deregulation between the heart and kidneys that can lead to multi-organ failure. This study proposes integrating archaeological practices into Ecuadorian forensic investigations, specifically in the search, recovery, and analysis of skeletal remains through interdisciplinary work. A methodological framework is designed based on a qualitative approach of an exploratory and descriptive nature, through a thorough review of materials related to the topic. The study assesses the feasibility of implementing these practices within the National Police, considering the challenges and potential benefits of their application in forensic work. Additionally, guidelines are developed for training forensic personnel, aiming to form interdisciplinary teams capable of applying these methodologies in both field and laboratory settings. The study concludes that integrating archaeology into forensic investigations can enhance the accuracy, efficiency, and depth of criminal investigations, providing clearer answers in cases of disappearances and unsolved crimes.

Keywords: Forensic archaeology, interdisciplinarity, criminal investigation, Ecuador.

Introducción.

En Ecuador, la investigación forense relacionada con restos óseos ha seguido principalmente

métodos convencionales que, en muchos casos, no incluyen técnicas especializadas para su recuperación y análisis es por ello que el presente

artículo propone una innovación en este campo: la incorporación de técnicas arqueológicas en las investigaciones forenses.

El objetivo de esta propuesta es mejorar la localización, recuperación y análisis de restos óseos en escenarios criminales o de desapariciones y para lograrlo, se plantea la conformación de equipos interdisciplinarios integrados por arqueólogos, antropólogos forenses y miembros de la Policía Nacional de Ecuador, capacitados en estas técnicas. Vale resaltar que entre los métodos sugeridos se incluyen el mapeo del sitio, excavaciones estratificadas y análisis detallados en laboratorio, adaptándolos a las necesidades de la investigación forense.

La investigación forense es clave para la administración de justicia, pero en Ecuador ha enfrentado dificultades en la recuperación efectiva de restos óseos, lo que ha afectado la resolución de casos actuales y pendientes. Según Ponce et al. (1), un informe de la Defensoría del Pueblo de Ecuador (2015) señala que, en 2014, se registraron 4,592 casos de desapariciones involuntarias. De estos, el 91 % fueron resueltos, mientras que el 9 % (414 casos) seguían bajo investigación. A pesar de esta problemática, en Ecuador aún no se han implementado estudios ni métodos geofísicos en el ámbito de la Geología Forense.

El análisis de restos óseos es crucial para comprender diversas situaciones, pero hasta el momento no se han desarrollado estrategias sistemáticas para su búsqueda y recuperación. La posibilidad de crear estos programas en el futuro dependerá del nivel de conocimiento sobre cómo se forman y preservan los restos óseos, lo que influye en la toma de decisiones (2).

Este artículo propone una revisión metodológica en la investigación forense ecuatoriana mediante la incorporación de técnicas arqueológicas. Como mencionan Congram y Vidoli (3), aunque la arqueología forense se ha aplicado en América Latina durante décadas, solo en años recientes se ha consolidado como una subdisciplina formal dentro de la ciencia forense. Sin embargo, en Ecuador, esta práctica aún no está suficientemente desarrollada.

A nivel internacional, la arqueología forense ha sido reconocida como una disciplina

independiente, con pautas establecidas por el Institute for Archaeologists en 2013 y programas de posgrado en universidades como Bournemouth, Birmingham, Bradford y University College London desde los años 90. En América, sin embargo, tanto la arqueología forense como la arqueología convencional han sido consideradas como partes de la antropología forense (3).

Talavera González, Díaz de la Cruz y Valadez Sanabria (4) definen la arqueología forense como la aplicación de los principios y métodos de la arqueología en la investigación antropológica forense. Se centra en la recuperación de cuerpos enterrados o esqueletizados, abordando la escena del crimen como un sitio arqueológico para reconstruir e interpretar los eventos que llevaron a la disposición de los restos. En este sentido, se puede considerar una disciplina que aplica la teoría y metodología arqueológica en un contexto legal.

Los arqueólogos forenses se especializan en investigar escenarios al aire libre o entornos donde las evidencias han sido enterradas o afectadas por el fuego. A través de técnicas de observación, documentación y excavación meticulosa, reconstruyen las acciones humanas involucradas en la disposición de los restos (4).

Según Quiñones Reyes y Barreto Romero (5), la antropología forense se originó en la bioantropología y luego se enfocó en la recuperación de evidencias en casos criminales, especialmente en América del Norte. En América Latina, su enfoque ha sido más amplio, incluyendo tanto la recuperación e identificación de cuerpos como el trabajo con las familias de las víctimas y el impacto social de las desapariciones.

Este enfoque se ha fortalecido en la región, en gran parte debido a la labor del Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) desde la década de 1980. Su trabajo ha sido clave para consolidar la disciplina en países como Guatemala, Colombia, Chile y Perú (5).

Uno de los avances más importantes en la antropología forense latinoamericana ha sido la correcta recuperación de evidencias, algo que antes se realizaba sin los conocimientos adecuados. Según Quiñones Reyes y Barreto Romero (5), la adecuada obtención de pruebas es crucial en los procesos legales, ya que permite identificar a las

víctimas y establecer vínculos con los responsables de los crímenes.

Por su parte, Marquez-Grant et al. (6) definen la arqueología forense como la aplicación de la arqueología en el ámbito médico-legal, con énfasis en la búsqueda, localización y recuperación de restos humanos y otros materiales enterrados, como armas, drogas o dinero. Aunque en muchos países las técnicas arqueológicas se consideran parte de la antropología, la arqueología forense ha ganado reconocimiento como una disciplina independiente en lugares como Estados Unidos y el Reino Unido.

Históricamente, la participación interdisciplinaria de la antropología forense se formalizó después de la Segunda Guerra Mundial, cuando se recurrió a antropólogos físicos y arqueólogos para recuperar, identificar y repatriar cuerpos de soldados fallecidos (7). Desde entonces, la arqueología ha sido clave en contextos forenses, contribuyendo a mejorar la recuperación de restos óseos y la recopilación de datos esenciales para la justicia.

Un estudio relevante en este campo es el de Quiñones Reyes y Barreto Romero (5), titulado “Aportes de la antropología forense a la investigación de contravenciones al derecho internacional humanitario: El caso de Bosnia y Herzegovina”. En este trabajo, los autores analizan el impacto de la antropología y la arqueología forense en la investigación de crímenes de guerra y de lesa humanidad en la ex Yugoslavia. Su objetivo fue evaluar cómo estas disciplinas ayudaron a recolectar pruebas clave para demostrar ataques sistemáticos contra la población civil durante el conflicto.

Para desarrollar su estudio, los autores realizaron una revisión bibliográfica de documentos clasificados que ahora son de acceso público, además de basarse en su experiencia directa en operaciones forenses en Bosnia, Kosovo y Croacia entre 1999 y 2001. Sus hallazgos demostraron que la antropología forense fue fundamental para probar la existencia de genocidio y crímenes de guerra, aportando pruebas irrefutables que fueron esenciales en los procesos judiciales.

De acuerdo con Márquez-Grant et al. (6), la arqueología forense se puede definir como la aplicación de la arqueología, incluyendo su teoría, principios y métodos, en el ámbito médico-legal,

con un enfoque particular en la búsqueda, localización y recuperación de restos humanos o cualquier material enterrado, como armamento, drogas o dinero. Aunque en la mayoría de los países, las técnicas arqueológicas se consideran como parte de otra disciplina, como la antropología, la arqueología forense ha ido adquiriendo importancia como una disciplina independiente en las últimas décadas, especialmente en lugares como Estados Unidos, el Reino Unido y otros países europeos. Además de las operaciones de excavación e investigaciones que suelen llevarse a cabo en fosas comunes, generalmente en el contexto de conflictos armados y/o crímenes de guerra, donde su labor es más reconocida, en la mayoría de los países, la figura del arqueólogo forense, especialmente en casos policiales, raramente recibe el reconocimiento adecuado.

La intervención interdisciplinaria de la antropología forense se formalizó después de la Segunda Guerra Mundial cuando se dio prioridad a la participación de antropólogos físicos y arqueólogos en la tarea de recuperar, identificar y repatriar los numerosos cadáveres resultantes de dicho conflicto. Esto se debió a las graves consecuencias de los ataques que dejaron numerosos restos óseos desarticulados. El objetivo principal era identificar a estas personas, tanto para llevar a cabo estadísticas sobre la magnitud de los daños como para notificar a las familias de los soldados caídos (7).

Desde entonces, la arqueología se ha vuelto esencial para las operaciones en contextos forenses, donde se busca mejorar la recuperación de cadáveres y restos óseos, así como la recopilación de datos. Esto ha llevado a caracterizar la antropología forense como una fusión de la práctica arqueológica con las técnicas de la antropología física. Estas disciplinas no se consideran como entidades separadas, sino que se fortalecen mutuamente en la búsqueda de un objetivo común: contribuir al orden social mediante la colaboración en el desarrollo de investigaciones (7).

Como antecedentes teóricos, se puede mencionar el estudio titulado “Aportes de la antropología forense a la investigación de contravenciones al derecho internacional humanitario: El caso de Bosnia y Herzegovina”, realizado por Quiñones

Reyes y Barreto Romero (5) quienes exploran el impacto que la antropología y la arqueología forense han tenido en las investigaciones de crímenes de guerra y de lesa humanidad en la antigua Yugoslavia, con el objetivo central de evaluar cómo estas disciplinas contribuyeron a la recolección de pruebas clave que permitieron confirmar ataques sistemáticos contra la población civil, como parte de una política estatal de exterminio durante el conflicto. Para llevar a cabo este estudio, los autores recurrieron a una revisión bibliográfica sistemática que incluyó documentos que, en su momento, estuvieron clasificados, pero que actualmente son de acceso público. Además, la investigación se complementó con la experiencia directa de los autores, quienes participaron activamente en operaciones forenses en Bosnia, Kosovo y Croacia entre los años 1999 y 2001. Los resultados de esta investigación demostraron que la labor de la antropología forense fue esencial para probar la existencia de genocidio y crímenes de guerra. Estas disciplinas no solo permitieron esclarecer los hechos, sino que también aportaron pruebas irrefutables que fueron fundamentales para los procesos judiciales llevados a cabo por el Tribunal Penal Internacional para la antigua Yugoslavia. Además, los autores subrayaron la importancia de la participación de profesionales latinoamericanos en estas investigaciones, quienes luego aplicaron esta experiencia en sus respectivos países, enriqueciendo significativamente los procesos investigativos forenses en América Latina. Finalmente, el estudio concluye que la intervención de la antropología forense en Bosnia y Herzegovina no solo fue fundamental para el esclarecimiento de los crímenes cometidos, sino que también marcó un hito en las investigaciones de crímenes contra la humanidad en otros contextos, incluyendo América Latina.

Así mismo, el estudio titulado “Arqueología forense. Primeras experiencias en un cementerio contemporáneo (La Plata, Argentina)”, realizado por Miguez, Lamenza, y Plischu (8), tiene como objetivo analizar las alteraciones naturales y antrópicas observadas en esqueletos y registros mortuorios en un cementerio contemporáneo de La Plata, Argentina. Este trabajo explora cómo los procesos tafonómicos afectan la conservación de los restos óseos y el registro asociado, utilizando exhumaciones controladas en el Cementerio

Municipal de La Plata y la colección osteológica “Prof. Dr. Rómulo Lambre” de la Universidad Nacional de La Plata. La metodología incluyó la exhumación de individuos en el cementerio y la evaluación de los procesos posdepositacionales, como la acción de raíces, la formación de adipocira y la presencia de envoltorios plásticos. Los autores emplearon herramientas arqueológicas como la georreferenciación y el análisis tafonómico para evaluar la preservación de los restos y los cambios sufridos por el ambiente en torno a los enterramientos. Los resultados mostraron que los restos exhumados presentaban un índice de conservación promedio superior al 50%, destacando que las exhumaciones realizadas de manera sistemática por el equipo de investigación tuvieron mejores resultados en comparación con las realizadas por el personal del cementerio. La conclusión de los autores señala que este tipo de investigaciones en cementerios contemporáneos aporta información valiosa para el contexto forense, permitiendo generar criterios útiles para investigaciones futuras. Este trabajo resalta la importancia de estudios controlados para mejorar la comprensión de los procesos tafonómicos en contextos forenses y arqueológicos.

El artículo titulado “El rol de la antropología y la arqueología en las investigaciones forenses”, escrito por Selva y Turner (9), analiza el impacto de la antropología y la arqueología forense en la investigación judicial de restos humanos esqueletizados o parcialmente esqueletizados, con el fin de identificarlos y establecer la causa de muerte. El estudio se enfoca principalmente en cómo estas disciplinas han sido esenciales desde los años 80, especialmente en Argentina, para esclarecer casos de violencia política, incluyendo desapariciones forzadas durante la dictadura militar. La metodología utilizada en este trabajo incluye la aplicación de técnicas arqueológicas en la recuperación de restos óseos, complementadas por el análisis forense multidisciplinario que incorpora antropología biológica, genética, odontología y patología. Estas técnicas se emplean tanto en casos penales como en investigaciones humanitarias. Entre los resultados destacados, el artículo subraya la importancia del Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) en la identificación de víctimas y en la creación de un enfoque pionero que ha sido replicado en más de

50 países. La incorporación de la genética forense también ha mejorado significativamente las posibilidades de identificación de restos en mal estado de conservación. Finalmente, concluyen que la antropología forense ha sido fundamental no solo para la investigación judicial, sino también para la reparación histórica y la justicia en contextos de violencia política. Aun así, se resalta la necesidad de continuar desarrollando esta disciplina, particularmente en América Latina, para mejorar su implementación en los sistemas de justicia y en la formación profesional.

Otro antecedente es el artículo titulado “Arqueología forense y prácticas genocidas del Cono Sur americano: reflexionando desde los confines” que fue escrito por Ataliva et al. (10). El objetivo principal del estudio fue examinar el potencial de una praxis ampliada de la arqueología forense en Argentina, Chile y Uruguay, enfocándose en cómo estas prácticas pueden contribuir al derecho a la justicia, la verdad y la reparación en el marco de los crímenes de lesa humanidad cometidos durante las dictaduras del Cono Sur. En cuanto a la metodología, el estudio se basó en la exposición de proyectos de arqueología forense desarrollados en los tres países, analizando cómo se ha abordado la recuperación de restos humanos y otras evidencias materiales vinculadas a crímenes represivos. Los investigadores combinaron análisis de sitios de enterramientos clandestinos, estudios de restos humanos y la interpretación de materialidades que quedaron en segundo plano en las investigaciones judiciales. Los resultados destacaron la necesidad de una arqueología forense más amplia, que no solo se enfoque en la recuperación de cuerpos, sino también en la exploración de los lugares de detención, tortura y exterminio como fuentes de prueba judicial. Se observó que, aunque la antropología forense ha jugado un papel clave en la identificación de víctimas, aún existen lagunas significativas en el análisis de otras materialidades asociadas a las prácticas genocidas. En conclusión, los autores argumentaron que es importante expandir el enfoque de la arqueología forense para abarcar no solo la identificación de restos humanos, sino también el estudio de las estructuras y materialidades que permitieron estos crímenes, contribuyendo así a una comprensión más integral

de los hechos y a una mayor efectividad en la búsqueda de justicia.

Finalmente, El estudio titulado “Desarrollo de estándares metodológicos regionales para la investigación antropológica forense: primera colección osteológica documentada contemporánea del Centro-Oeste del país (Mendoza, Argentina)”, realizado por Giannotti et al. (11), tiene como propósito fundamental mejorar los procedimientos forenses en la identificación de restos humanos esqueletizados en la región de Mendoza. La investigación buscó, a través de la creación de una colección osteológica documentada, establecer estándares metodológicos locales que optimicen el trabajo pericial en casos judiciales. La metodología implementada para la conformación de esta colección incluyó la exhumación de restos de cementerios municipales, como el Cementerio de Capital y el de Luján de Cuyo. En estos cementerios, se realizó un trabajo minucioso de identificación y recuperación de los restos, documentando no solo los esqueletos, sino también los materiales asociados a ellos. Además, se tomaron en cuenta factores ambientales y tafonómicos que influyen en la preservación de los restos. Los resultados reflejan una colección conformada por 111 individuos, con una ligera mayoría de hombres (56.8%) y una representación femenina del 43.2%. Las edades de los fallecidos variaron entre los 7 y los 90 años, con una edad promedio de 50.99 años. Esta colección se destaca como una de las primeras en la región del Centro-Oeste argentino y aporta una base sólida para el análisis forense, siendo útil para futuros estudios y capacitación en antropología forense. La conclusión del estudio resalta la importancia de esta colección como un recurso fundamental para fortalecer los servicios periciales en la región. Además de servir como herramienta en la identificación de cuerpos, también representa un valioso aporte para la formación académica de futuros profesionales en el ámbito forense. Esta iniciativa marca un hito en la antropología forense argentina, especialmente en áreas fuera de los grandes centros urbanos, proporcionando una base de referencia específica para la región.

Teniendo en cuenta lo desarrollado hasta aquí, la relevancia de esta propuesta se encuentra en su capacidad para llenar vacíos en la práctica forense actual. En Ecuador, así como en gran parte de

Latinoamérica, la integración de disciplinas como la arqueología en el ámbito forense ha sido limitada. Existen pocos precedentes, como algunos casos en México, donde la arqueología ha sido aplicada con éxito en investigaciones forenses. Sin embargo, en Ecuador, este enfoque interdisciplinario es prácticamente inexplorado, lo que representa una oportunidad significativa para el desarrollo y la innovación en las prácticas forenses.

La situación actual en Ecuador, en términos de investigación forense, refleja una brecha significativa en la especialización y en la aplicación de técnicas avanzadas en la búsqueda y análisis de restos óseos. A pesar de los avances tecnológicos y metodológicos en la ciencia forense a nivel global, la Policía Nacional de Ecuador y las entidades de justicia relacionadas han enfrentado limitaciones en la adaptación y adopción de estas innovaciones. Esta brecha se hace más evidente en el contexto de los hallazgos de restos óseos, donde la precisión en la localización, la meticulosidad en la recuperación y la profundidad del análisis son críticos para el éxito de las investigaciones.

La falta de profesionales capacitados en métodos arqueológicos dentro de las fuerzas de investigación forense en el país es un desafío notable. La propuesta de integrar la arqueología en la investigación forense busca, por tanto, no solo introducir nuevas técnicas, sino también promover la formación y el desarrollo profesional en esta área interdisciplinaria. Esta formación permitiría a los investigadores aprovechar las técnicas arqueológicas, adaptándolas a las necesidades específicas de la investigación forense y mejorando así la calidad general de la investigación.

Además, la propuesta se justifica por la necesidad de abordar casos no resueltos y complejos que han permanecido estancados, en parte, por la falta de metodologías adecuadas para el tratamiento de restos óseos. En muchos de estos casos, la evidencia clave reside en los detalles y en el contexto que los métodos arqueológicos están especialmente equipados para preservar y analizar. La adopción de estas técnicas podría, por lo tanto, ser un factor decisivo en la resolución de estos casos, proporcionando no solo justicia, sino también un cierre a las familias afectadas.

De esta manera, esta propuesta de investigación representa un esfuerzo significativo para avanzar en la ciencia forense en Ecuador a través de la integración de la arqueología. Al hacerlo, no solo se espera mejorar la eficacia y precisión de las investigaciones forenses, sino también enriquecer la práctica profesional y fomentar una colaboración interdisciplinaria que beneficie tanto a la investigación forense como a la arqueología. Este enfoque podría, con el tiempo, establecer a Ecuador como un líder en la región en la aplicación de técnicas arqueológicas en la investigación forense, marcando un hito importante en la evolución de estas disciplinas.

Este artículo tiene como propósito fundamental proponer la integración de técnicas arqueológicas en la investigación forense en Ecuador, con el objetivo de mejorar la precisión en la localización, recuperación y análisis de restos óseos en escenarios criminales y de desapariciones. Este enfoque busca cubrir un vacío metodológico existente en el país, donde los métodos tradicionales han mostrado limitaciones al enfrentar casos complejos y no resueltos. Se pretende diseñar un marco metodológico que combine las prácticas arqueológicas y forenses, adaptado a las particularidades del contexto ecuatoriano.

Los objetivos específicos de este estudio incluyen el diseño de un marco metodológico que integre técnicas arqueológicas en la búsqueda, recuperación y análisis de restos óseos, identificando las más adecuadas para el contexto ecuatoriano; seguidamente, la evaluación de la factibilidad de implementar estas metodologías, analizando los desafíos y beneficios para su aplicación dentro de la Policía Nacional de Ecuador; y por último, la elaboración de directrices para la capacitación del personal forense, promoviendo la formación de equipos interdisciplinarios que apliquen eficazmente estas metodologías en el trabajo de campo y laboratorio. La hipótesis central de esta investigación plantea que la incorporación de metodologías arqueológicas específicas mejorará significativamente la precisión, la eficiencia en la recuperación y la profundidad del análisis forense, contribuyendo de manera decisiva en la resolución de casos criminales y desapariciones no resueltas en el país.

Este estudio, de naturaleza exploratoria y descriptiva, se desarrollará en tres fases: una primera etapa de revisión de técnicas arqueológicas aplicables, una segunda fase de estudio de factibilidad, y una tercera enfocada en la capacitación y colaboración interdisciplinaria. La propuesta metodológica se enfoca en adaptar técnicas como el mapeo del sitio, la excavación estratificada y el análisis detallado de laboratorio, garantizando su aplicabilidad a las necesidades específicas de la investigación forense en Ecuador.

En cuanto a los resultados esperados, esta propuesta busca evidenciar un aumento en la eficacia de la investigación forense en Ecuador, medido por la tasa de casos resueltos y la calidad de la evidencia recuperada. También se anticipa que este enfoque interdisciplinario proporcionará una plataforma para futuras investigaciones y desarrollos metodológicos en la región. Al ser una de las primeras iniciativas de este tipo en Latinoamérica, con excepción de algunos precedentes en México, este proyecto tiene el potencial de establecer un modelo a seguir en la integración de arqueología en la investigación forense a nivel regional.

Objetivos

Objetivo General

Demostrar y argumentar la viabilidad y beneficios de la integración de metodologías arqueológicas en la investigación forense de la Policía Nacional de Ecuador, con el fin de optimizar la precisión, eficiencia y profundidad en la localización, recuperación y análisis de restos óseos en casos criminales y desapariciones no resueltas.

Objetivos Específicos

Diseñar un marco metodológico que integre prácticas arqueológicas y técnicas forenses, identificando las más adecuadas para la búsqueda, recuperación y análisis de restos óseos en el contexto ecuatoriano.

Evaluar la factibilidad de implementación de estas metodologías en la investigación forense, analizando los desafíos y beneficios potenciales para su aplicación en la Policía Nacional.

Elaborar directrices para la capacitación del personal forense, promoviendo la formación de

equipos interdisciplinarios que apliquen eficazmente estas metodologías en el trabajo de campo y laboratorio.

Materiales y Método

Diseño

El diseño metodológico seleccionado para esta investigación es un diseño descriptivo y exploratorio, basado en la revisión de literatura y análisis de estudios de casos relevantes. Este enfoque es adecuado para una propuesta que busca integrar nuevas metodologías en un campo específico y evaluar su impacto potencial.

Descriptivo porque permite detallar y describir de manera sistemática las técnicas arqueológicas y forenses que se integrarán, así como los procedimientos y protocolos desarrollados. Se enfoca en especificar las propiedades importantes del fenómeno y describir tendencias y patrones de comportamiento, como lo sugiere Sampieri et al. (12).

Exploratorio, dado que la integración de metodologías arqueológicas en la investigación forense es una práctica pionera en Ecuador, el diseño exploratorio es relevante para investigar áreas poco conocidas o nuevas, proporcionando información valiosa para la formulación de directrices y recomendaciones. Este enfoque permite explorar en profundidad el contexto y las posibles adaptaciones necesarias para la implementación efectiva.

El enfoque de este estudio es cualitativo, ya que se centra en la comprensión profunda de los procesos, técnicas y desafíos involucrados en la integración de las metodologías arqueológicas en la investigación forense. Se busca explorar las experiencias, percepciones y contextos de los profesionales del área, para comprender las oportunidades y barreras que podrían influir en la implementación efectiva de estas metodologías en el Ecuador.

Este enfoque se alinea con los objetivos de describir detalladamente las metodologías y examinar el contexto forense ecuatoriano desde una perspectiva que permita generar recomendaciones basadas en la información

obtenida a partir de estudios de caso y revisión de literatura.

Fuentes

Primarias: se basará en el análisis detallado de casos y experiencias documentadas en estudios previos y en la literatura especializada.

Secundarias: revisión exhaustiva de la literatura especializada, incluyendo artículos académicos, informes técnicos y estudios de caso relevantes a nivel internacional y regional. Según Sampieri et al. (12), la combinación de fuentes secundarias permite una triangulación de datos que fortalece la validez y confiabilidad de los hallazgos.

Lugar y tiempo de realización del estudio

En cuanto al lugar, el estudio se basa en una revisión documental que incluye diversas localidades de Ecuador y otras regiones relevantes donde se han aplicado técnicas arqueológicas en investigaciones forenses.

Respecto al tiempo, el proyecto de revisión y análisis documental se ha desarrollado a lo largo de un período planificado, asegurando la profundidad y exhaustividad en la recopilación y análisis de la información.

Población y Muestra

La población blanca de esta investigación está conformada por los profesionales y entidades involucradas en la investigación y análisis de restos óseos en Ecuador. Esta población incluye:

- Arqueólogos y antropólogos forenses.
- Personal de la Policía Nacional del Ecuador especializado en investigaciones criminales.
- Expertos en ciencias forenses y criminalísticas.
- Instituciones académicas y centros de investigación que colaboran en investigaciones forenses.
- Población accesible:
- La población accesible se limita a los profesionales y entidades disponibles y dispuestos a participar en la revisión

documental y análisis de estudios de caso en Ecuador. Esto incluye:

- Unidades específicas de la Policía Nacional del Ecuador con experiencia en investigaciones forenses.
- Departamentos de arqueología y antropología forense en universidades ecuatorianas.
- Centros de investigación forense en el país.
- Criterios de inclusión, exclusión y eliminación
- Criterios de inclusión:
 - Profesionales con al menos cinco años de experiencia en arqueología, antropología forense o investigación criminal.
- Instituciones académicas y centros de investigación con proyectos documentados en el campo forense.
- Unidades de la Policía Nacional del Ecuador con experiencia en casos de desapariciones y hallazgos de restos óseos.
- Criterios de exclusión:
 - Profesionales con menos de cinco años de experiencia en los campos mencionados.
 - Instituciones sin proyectos documentados o sin relevancia directa para la investigación.
 - Unidades policiales sin experiencia comprobada en investigaciones de restos óseos.
- Criterios de Eliminación:
 - Participantes que no puedan proporcionar documentación suficiente de sus experiencias y proyectos.
 - Instituciones que no están dispuestas a colaborar y compartir información relevante.
 - Casos en los que la información disponible sea insuficiente para un análisis detallado.

Tipo de muestra:

Muestra no probabilística por conveniencia: Se seleccionarán los casos y fuentes más relevantes y accesibles que cumplan con los criterios de inclusión. Este tipo de muestra es adecuado para la

naturaleza exploratoria y descriptiva de la investigación, donde se busca profundidad y calidad en la información más que representatividad estadística.

Tamaño de la muestra: La muestra incluye un conjunto de estudios de caso, documentos institucionales y artículos académicos que sean suficientes para cubrir las diversas dimensiones y variables definidas en la investigación. Se estima

que se analizarán entre 10 y 20 estudios de caso y documentos.

El enfoque no probabilístico por conveniencia permite centrarse en las fuentes más informativas y relevantes, optimizando el uso de recursos y tiempo disponible. Esta estrategia es coherente con los objetivos del estudio y la necesidad de profundizar en la integración de metodologías arqueológicas en la práctica forense en Ecuador.

Variables

Categoría	Dimensión	Variable	Indicador	Medida
Integración de Metodologías Arqueológicas	Técnicas Arqueológicas Implementadas	Número y tipo de técnicas arqueológicas documentadas	Número y tipo de técnicas arqueológicas empleadas (por ejemplo, mapeo del sitio, excavación estratificada, análisis de laboratorio)	Listado y descripción de las técnicas arqueológicas
		Adaptación al Contexto Forense Ecuatoriano	Nivel de adecuación y adaptación de las técnicas arqueológicas	Evaluación cualitativa basada en estudios de caso y revisión documentales sobre la adaptación de las técnicas.
Eficiencia en la Investigación Forense	Precisión en la Localización de Restos Óseos	Tasa de éxito en la localización de restos óseos	Porcentaje de casos en los que se lograron localizar restos óseos utilizando técnicas arqueológicas	Comparación de casos en los que se localizan restos óseos utilizando técnicas arqueológicas versus métodos tradicionales

	Profundidad en el Análisis Forense	Calidad y cantidad de información obtenida	Número de detalles y datos relevantes extraídos de los análisis forenses	Detalles y datos obtenidos de los análisis forenses con la integración de metodologías arqueológicas, comparados con los análisis tradicionales
Capacitación del Personal Forense	Formación en Técnicas Arqueológicas	Nivel de capacitación recibido por el personal forense	Número de horas de formación, talleres realizados y la evaluación de competencias adquiridas.	Documentación de los programas de formación, incluyendo horas de capacitación, contenidos de talleres y evaluación de competencias.
	Creación de Equipos Interdisciplinarios	Número y composición de equipos interdisciplinarios formados.	Número y composición de equipos interdisciplinarios formados.	Registro de equipos formados, detallando los roles y responsabilidades de cada miembro, así como la efectividad de la colaboración interdisciplinaria.

Tabla 1. Operacionalización de variables. Elaboración propia.

Instrumentos as técnicas de recolección de datos

Fase 1: Diseño del Marco Metodológico Integrado

Investigación de Técnicas Arqueológicas: Se llevará a cabo una revisión exhaustiva de las técnicas arqueológicas aplicables, consultando literatura especializada y expertos en el campo.

Integración con Prácticas Forenses: Evaluación de cómo estas técnicas pueden complementarse con las prácticas forenses existentes en Ecuador, identificando adaptaciones necesarias.

Elaboración del Marco: Desarrollo de un marco metodológico que detalle la integración de estas técnicas en la práctica forense, incluyendo procedimientos y protocolos.

Fase 2: Realización del Estudio de Factibilidad

Evaluación de Recursos: Análisis de la infraestructura, el equipamiento y el capital humano disponible en Ecuador para implementar las técnicas arqueológicas en la investigación forense.

Análisis de Desafíos y Beneficios: Identificación de los desafíos prácticos y los beneficios potenciales, enfocándose en la mejora de la precisión y eficiencia en la investigación forense.

Informe de Factibilidad: Compilación de un informe detallado que presente los hallazgos del estudio y ofrezca recomendaciones claras para la implementación.

Fase 3: Desarrollo de Programas de Capacitación y Colaboración

Creación de Programas de Capacitación: Diseño de programas específicos para capacitar al personal forense en las técnicas arqueológicas seleccionadas, incluyendo la elaboración de materiales educativos y la organización de talleres.

Formación de Equipos Interdisciplinarios: Establecimiento de directrices para la creación y operación eficaz de equipos interdisciplinarios, definiendo roles y procesos de colaboración.

Documentación y Diseminación: Producción de documentos que contengan las directrices para capacitación y colaboración, garantizando su accesibilidad para todas las partes interesadas.

Resultados

En lo que respecta al examen de la evidencia, la antropología forense se enfoca en casos en los cuales el análisis de tejidos blandos se ve restringido, ya sea debido a un avanzado estado de descomposición o a efectos tafonómicos, como ocurre en situaciones con restos saponificados, adipocira o esqueletizados, así como en aquellos que han sido sometidos a altas temperaturas. En consecuencia, la principal fuente de información en estos casos son los tejidos óseos. El análisis tiene dos objetivos principales: en primer lugar, contribuir a la identificación de los cadáveres y, en segundo lugar, aportar desde la perspectiva de la antropología a la determinación del mecanismo de la muerte. Esto, a su vez, proporciona una base para

que los médicos puedan esclarecer la causa de la muerte (5).

En algunos países, otras especialidades como antropólogos, médicos forenses o la policía científica son las encargadas de aplicar técnicas arqueológicas para la recuperación de, por ejemplo, un cadáver enterrado. La ausencia de arqueólogos forenses en estos lugares puede deberse a diversos factores, como un sistema educativo que enfatiza la formación en arqueología y antropología de manera diferente, el tipo de sistema judicial en funcionamiento, la falta de recursos financieros para emplear a arqueólogos forenses, o simplemente una baja tasa de criminalidad o un tipo de comportamiento criminal menos frecuente (6).

Ruiz Salgado y Rodríguez Lugo (13) llevaron a cabo en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en México. El estudio se centró en analizar el uso de varias técnicas de caracterización, entre las que se incluyen la espectroscopía Raman, la espectrometría de masas, la difracción de rayos X y la cromatografía de gases, entre otras. Estas herramientas, comúnmente utilizadas en la ciencia de los materiales y la química, han encontrado un lugar fundamental en la arqueología forense, permitiendo a los investigadores obtener información mucho más precisa sobre los restos materiales recuperados en escenas del crimen o sitios de enterramiento.

La espectroscopía Raman, por ejemplo, es una técnica de dispersión de luz que permite identificar los modos vibracionales de las moléculas presentes en una muestra, lo cual es fundamental para analizar restos orgánicos e inorgánicos en contextos forenses sin destruir las muestras. Esta técnica ha sido utilizada para la identificación de fluidos corporales, fibras y sustancias químicas presentes en las escenas del crimen, facilitando la obtención de pruebas críticas en investigaciones judiciales (13).

Por otro lado, la espectrometría de masas ofrece la capacidad de identificar con alta precisión la composición química de las muestras, lo que es particularmente útil en el análisis de restos óseos y en la identificación de sustancias presentes en los cuerpos o en el entorno donde se encuentran los restos. Esta técnica permite a los arqueólogos

forenses analizar tanto materiales orgánicos como inorgánicos, logrando así una mejor comprensión de los elementos asociados a un crimen o a un sitio arqueológico forense (13).

La difracción de rayos X, por su parte, se utiliza para analizar la estructura cristalina de los huesos y otros materiales. Esta técnica es particularmente relevante cuando se trabaja con restos que han sido sometidos a temperaturas extremas, como en casos de cremación o incendios. La posibilidad de entender cómo los cristales cambian bajo condiciones extremas permite a los forenses reconstruir las condiciones a las que estuvieron expuestos los restos y, en algunos casos, estimar la duración de los eventos de quema (13).

El uso de estas tecnologías en arqueología forense no solo mejora la precisión de los resultados obtenidos, sino que también optimiza el proceso de recuperación de evidencias. Por ejemplo, la espectroscopía Raman y la espectrometría de masas, al ser técnicas no destructivas, permiten que los restos puedan ser examinados en detalle sin comprometer futuras pruebas, lo cual es de suma importancia en contextos judiciales donde la integridad de la evidencia es crucial (13).

De igual modo, García et al. (14), en una investigación realizada en el río La Miel, ubicado en el departamento de Caldas, Colombia, diseñaron una metodología efectiva para la búsqueda de cuerpos arrojados en ríos, un desafío significativo en el contexto forense debido a las complejidades propias del entorno fluvial. Para llevar a cabo la investigación, los autores utilizaron una combinación de técnicas que involucraron disciplinas como la hidroinformática, la geografía física y la arqueología subacuática. Una de las técnicas más destacadas fue la modelación hidrodinámica, que permitió simular la dinámica del agua en el río y establecer áreas con mayor probabilidad de acumulación de cuerpos, conocidas como Unidades Geomorfológicas de Interés Forense (UGIF). Esta modelación fue complementada con el seguimiento de objetos flotantes para replicar el comportamiento de los cuerpos en el agua, lo que resultó clave para delimitar zonas de búsqueda.

Otro componente importante del estudio fue la arqueología subacuática, utilizada para realizar

prospecciones no intrusivas en las áreas identificadas como de mayor interés. Estas técnicas permitieron observar y documentar las características del lecho del río, donde se podrían localizar restos humanos o elementos asociados a las víctimas (14).

Los resultados del estudio fueron fundamentales para mejorar las estrategias de búsqueda en contextos fluviales, ofreciendo un enfoque interdisciplinario que puede ser aplicado en otros ríos de Colombia. La importancia de esta investigación radica en su capacidad para integrar conocimientos de diversas áreas y optimizar la búsqueda de personas desaparecidas, un tema crítico en el país debido al conflicto armado y la violencia sociopolítica (14).

Como señala Enríquez Farías, Macias Madero, y Peña Rodríguez (7), la aplicación de las técnicas derivadas de la antropología ha ofrecido una solución a una de las problemáticas sociales más importantes: la localización de personas desaparecidas mediante la identificación de restos humanos. De no haber sido analizados desde esta perspectiva, es probable que estos restos hubieran sido enterrados en fosas comunes. Sin embargo, la situación social y política en la región se volvía cada vez más compleja. Al mismo tiempo, los feminicidios que comenzaron a ocurrir en Ciudad Juárez a partir de 1993 marcaron un punto de inflexión significativo en el desarrollo de la antropología forense en la zona.

Por su parte, Macias Madero (15), sostiene que la característica esencial de un arqueólogo forense radica en su habilidad para examinar y documentar minuciosamente tanto los contextos como los elementos relacionados con ellos. A través de la aplicación de enfoques apropiados, este profesional puede determinar si un sitio ha experimentado alteraciones, además de ser capaz de establecer de manera secuencial cómo y cuándo ocurrieron dichas modificaciones. La arqueología brinda herramientas prácticas para identificar las huellas más sutiles que indican la alteración de un espacio o lugar. Además, la participación de los arqueólogos forenses en un proceso judicial debe ajustarse a ciertas pautas de trabajo que son establecidas por las autoridades encargadas de la investigación, como los Ministerios Públicos, y a menudo dependen de las circunstancias específicas

del caso en cuestión. La atención a un hallazgo comienza a partir del informe sobre el mismo, y en ocasiones, el equipo de antropología forense se presenta en la escena sin tener conocimiento previo de lo que enfrentará. Esto se debe a que los hallazgos pueden variar considerablemente, yendo desde objetos en la superficie hasta entierros, restos calcinados o incluso contenidos en diferentes tipos de recipientes como costales, estructuras o vehículos, además de que estos hallazgos pueden ser individuales o múltiples.

Ante todo, para lograr una intervención óptima en la investigación de un hecho de interés forense, un arqueólogo debe contar con una amplia gama de conocimientos y habilidades. González et al., (16), resaltan varios aspectos fundamentales:

Conocimientos en métodos de búsqueda en el subsuelo, que incluyen la capacidad de analizar suelos y sedimentos, así como la identificación de cambios diferenciales en la vegetación relacionados con la presencia de restos orgánicos enterrados.

Competencia en técnicas de estudio y registro arqueológico, lo que implica la habilidad para utilizar herramientas como teodolitos, estaciones totales, escáner 3D, brújulas y dispositivos GPS, entre otros.

Familiaridad con métodos de búsqueda geofísica, como el uso de georadar (GPR), estudios electromagnéticos y detectores de metales.

Capacidad para llevar a cabo análisis estratigráficos, que incluyen la edafología forense, para comprender la estratificación del suelo y sus implicaciones en la investigación.

Competencia en el uso de mapas y la interpretación de datos espaciales.

Conocimiento de técnicas de control y registro espacial, lo que implica el uso de geoposicionadores, retículas, niveles, brújulas y otras herramientas para la precisión en la ubicación de evidencia.

Habilidad en técnicas de excavación y cribado manual, que son esenciales para la recuperación cuidadosa de restos y pruebas.

Conocimiento de técnicas de excavación controlada y experiencia en el manejo de maquinaria pesada, como retroexcavadoras, cuando sea necesario en situaciones específicas.

Tener la capacidad de distinguir de manera básica entre restos humanos y no humanos.

Ser competente en la fijación de indicios y restos humanos utilizando herramientas como fotografías, dibujos, croquis, mapas y videos.

Ser capaz de recuperar objetos relacionados con la escena, registrarlos y preservarlos adecuadamente.

Tener la habilidad de tomar muestras, como muestras botánicas, entomológicas, de sedimentos, tejidos humanos y ADN, entre otras, cuando sea necesario.

Saber recuperar y embalar restos humanos utilizando técnicas de prevención sanitaria para evitar la contaminación o el deterioro de los restos e indicios.

Como en cualquier investigación, es necesario realizar trabajo de escritorio antes de llevar a cabo el trabajo de campo. Esto implica llevar a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva para recopilar la mayor cantidad de información disponible sobre el caso y la ubicación de los eventos o descubrimientos. El objetivo principal es desarrollar procedimientos y planificar la estrategia de investigación de manera efectiva. Por ejemplo, se puede llevar a cabo una revisión cartográfica detallada del lugar en cuestión. Esta revisión cartográfica proporcionará información crucial sobre las características geomorfológicas, ecológicas, climáticas y del paisaje, además de ayudar a definir posibles rutas de acceso al sitio, entre otros aspectos importantes. Una vez que se ha recopilado y procesado la información necesaria, se adquiere el conocimiento fundamental para enfrentar la realidad en el campo de trabajo y obtener una primera comprensión de las características del suceso. En la zona donde se llevará a cabo la intervención, se llevará a cabo una detallada recopilación de todos los rasgos visibles, y se ubicarán de manera precisa utilizando cartas topográficas o un sistema GPS. Esto tiene el propósito de desarrollar una estrategia de prospección o recorrido que se adapte a las

condiciones específicas del sitio, ya sea en un espacio al aire libre o en un entorno cerrado (16).

Una de las novedades en la aplicación de las prácticas forenses involucra el uso de técnicas de arqueología para recuperar de manera efectiva los restos óseos y los materiales relacionados. Esto se realiza utilizando la metodología apropiada con el objetivo de convertir estos elementos en evidencia útil para la investigación. El enfoque principal y fundamental reside en la adopción de un enfoque multidisciplinario, que incorpora desde el principio la aplicación de la antropología social y la informática en las investigaciones. En la práctica actual, el análisis de restos óseos, cuerpos en avanzado estado de descomposición u otros tipos de restos humanos no identificados, ya sea en el contexto de una investigación penal o humanitaria, implica (17):

Participar en la ubicación y recuperación de restos humanos, que pueden estar esqueletizados o parcialmente esqueletizados.

Estimar un perfil biológico del cadáver, que incluye determinar su sexo, edad, estatura, lateralidad, grupo poblacional, patologías y características odontológicas.

Colaborar en la identificación del cuerpo, trabajando en conjunto con patólogos, odontólogos y criminalistas.

Documentar pruebas de lesiones traumáticas para determinar el modo y la causa de la muerte, así como estimar el intervalo post mortem o el tiempo transcurrido desde la muerte.

En el desempeño de estas labores, la antropología forense tiene como finalidades principales ayudar en la recuperación de las víctimas y de la evidencia relacionada, tratar en la medida de lo posible de identificar el cuerpo para que los restos puedan ser devueltos a sus seres queridos o comunidad, y en caso necesario, recopilar pruebas que puedan ser utilizadas en el proceso judicial (17).

Según Sagripanti, et al. (18), el proceso metodológico utilizado en las investigaciones para localizar enterramientos clandestinos se divide en cuatro etapas distintas, y en cada una de ellas participan profesionales de diversas especialidades:

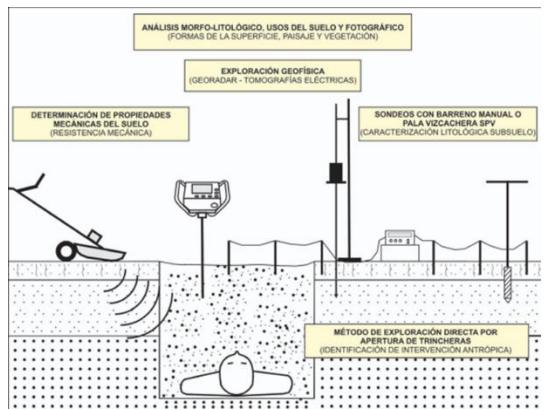
Primera etapa (inventario e investigación preliminar): La responsabilidad de recopilar información sobre el tipo y uso del suelo, mapas y fotografías aéreas de diferentes escalas, tanto actuales como de la época en que se denuncia la excavación y las previas a esta, recae en los geólogos. Este proceso involucra la colaboración de diversos profesionales, como antropólogos forenses, historiadores, geólogos, entre otros. En esta etapa, se recopilan y analizan testimonios de las circunstancias, tanto en forma escrita como oral, además de examinar evidencias fotográficas. Todo esto se lleva a cabo con el objetivo de desarrollar hipótesis sobre posibles ubicaciones que podrían ser enterramientos clandestinos.

Segunda etapa (exploración del subsuelo): Los geólogos, en esta fase, efectúan el trabajo de campo utilizando la información recopilada en la etapa previa. Esto implica llevar a cabo la inspección del área, la búsqueda de pruebas en la superficie y la ejecución de investigaciones subterráneas utilizando diversas técnicas tanto indirectas como directas.

Tercera etapa (exhumación): En esta fase, los arqueólogos y antropólogos forenses se encargan de recuperar los restos óseos y todas las evidencias que estén relacionadas con ellos, como proyectiles de armas de fuego, prendas de vestir y efectos personales.

Cuarta etapa (identificación): Posteriormente, se lleva a cabo la etapa de identificación en un laboratorio de Investigación y Genética, donde se analizan los restos óseos recuperados con el objetivo de tratar de determinar a quién pertenecen y de establecer la causa y la manera de la muerte.

Los métodos geológicos y geofísicos empleados en las dos primeras etapas se centran en el análisis detallado de la morfología y litología, así como en la evaluación del uso del suelo. En la etapa de exploración del subsuelo, se emplean principalmente técnicas geofísicas y geomecánicas no intrusivas, además de la apertura de trincheras o calicatas para llevar a cabo un análisis directo del perfil del subsuelo. Estos procedimientos se resumen en un esquema para una comprensión más clara que se muestra a continuación (18):



Esquema de síntesis que presenta las distintas metodologías utilizadas

Fuente: elaborado por Sagripanti, G., Villalba, D., Aguilera, D., & Giaccardi, A. (18).

Respecto a la exploración geofísica, en las áreas marcadas en el mapa, es necesario llevar a cabo un trabajo a una escala más detallada. En esta etapa, se aplicarán métodos geológicos-geofísicos específicos que permitirán detectar y delimitar anomalías en el subsuelo que podrían tener un origen relacionado con excavaciones antiguas para enterramientos clandestinos de individuos. Dentro de los métodos geofísicos que han demostrado ofrecer resultados satisfactorios y una relación costo-beneficio adecuada para la exploración detallada en este tipo de búsqueda, se destacan la tomografía eléctrica y el geo-radar (GPR) (18).

La tomografía eléctrica es un método geofísico que se fundamenta en la medición de la resistividad aparente de los materiales en el subsuelo. Se utiliza un dispositivo tetraelectródico específico, que consta de dos electrodos emisores y dos receptores, con una separación constante conocida como “a”. Al combinar de manera apropiada la resolución lateral y la profundidad de investigación, se posiciona como una de las herramientas más eficaces y no destructivas para el estudio y la caracterización de posibles discontinuidades en el subsuelo, especialmente en los primeros metros de profundidad (Figura 2) (18).

Figura 2



Disposición de los electrodos durante la realización de una tomografía eléctrica

Fuente: elaborado por Sagripanti, G., Villalba, D., Aguilera, D., & Giaccardi, A. (18).

Por otro lado, el geo-radar, en el pasado, se utilizaba para la búsqueda de objetos enterrados mediante la diferencia entre el tiempo de transmisión y recepción de señales. Este sistema presenta varias ventajas significativas, como la rapidez en la adquisición de datos. Además, es altamente versátil, ya que permite el mapeo del subsuelo no solo en áreas donde los sedimentos están expuestos, sino también en lugares con superficies como pisos (baldosas, hormigón, pavimento, etc.). Otra ventaja importante es su capacidad para explorar a diferentes profundidades, lo que se logra intercambiando antenas con distintas frecuencias (18).

Figura 3



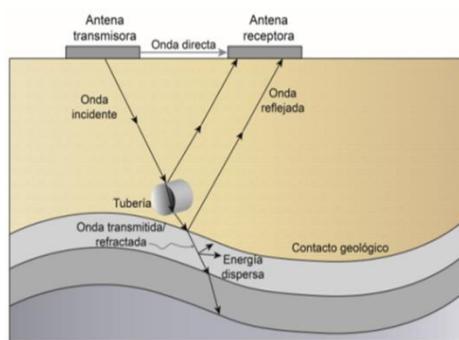
Geo-radar relevando una calicata de exploración tapada

Fuente: elaborado por Sagripanti, G., Villalba, D., Aguilera, D., & Giaccardi, A. (18).

De acuerdo con Avilés Ponce et al., (1), el geo-radar se basa en la propagación de un pulso

electromagnético extremadamente breve, con una duración que oscila entre 1 y 20 nanosegundos, y una frecuencia nominal que puede variar desde 10 MHz hasta 2,5 GHz, dependiendo de la antena utilizada. Este pulso de energía penetra en el subsuelo y, al encontrar una discontinuidad, parte de su energía se transmite a través de ella, mientras que otra parte se refleja y es detectada por la antena receptora del equipo, tal como se ilustra en la Figura 4.

Figura 4



Esquema del funcionamiento del georadar

Fuente: elaborado por Ponce, L. R. A., Muñoz, M. C., Pozo, M. D. R., & Aimacaña, C. M. (1).

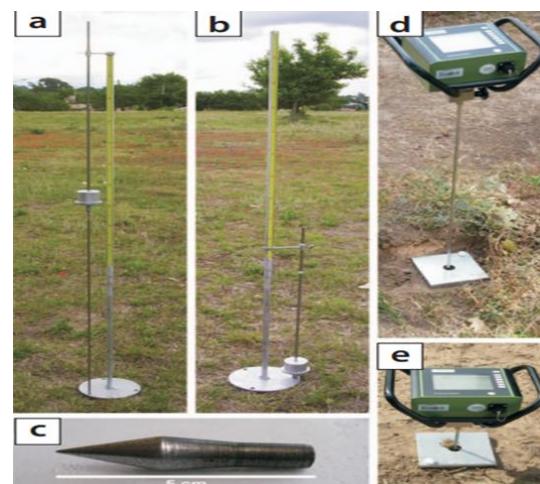
Antes de proceder con la excavación en el sitio potencial de enterramiento, es beneficioso realizar una calicata de exploración cercana a la zona que se cree que no ha sido afectada por actividades humanas, como la excavación de una fosa. Esta calicata tiene como objetivo llevar a cabo una descripción detallada de los sedimentos presentes en el perfil del suelo, determinar el espesor de los horizontes edáficos y obtener un perfil de referencia que no haya sido alterado. Además, se realiza un ensayo de penetración para evaluar la resistencia mecánica de los materiales y establecer correlaciones con los diferentes horizontes del suelo (1).

El ensayo de penetración es esencial para investigar el subsuelo en diversas aplicaciones, ya que brinda información valiosa sobre una propiedad clave del suelo: su resistencia mecánica. Lo destacable de esta técnica es que causa perturbaciones mínimas en las condiciones originales de los sedimentos. En caso de que se han identificado anomalías mediante otros métodos, se lleva a cabo un ensayo directo

para obtener una comprensión más precisa de las propiedades geomecánicas de los materiales presentes en el subsuelo. Esto ayuda a tomar una decisión informada sobre si se debe realizar una excavación más extensa, como la apertura de una trinchera, o si se debe descartar el sitio como lugar de interés forense (1).

El equipo conocido como penetrometer, ha sido específicamente desarrollado para evaluar la resistencia a la penetración hasta una profundidad de 0,80 metros. Su funcionamiento implica insertar una varilla metálica en el suelo, la cual cuenta con una punta cónica estandarizada. Luego, se aplica una presión vertical de forma manual sobre esta varilla (1) tal como se observa en la figura siguiente:

Figura 5



Equipo de penetración. Posición en la finalización del ensayo. Punta cónica normalizada. Equipo penetrometer. Posición del equipo al finalizar el ensayo

Fuente: elaborado por Ponce, L. R. A., Muñoz, M. C., Pozo, M. D. R., & Aimacaña, C. M. (1).

Ahora bien, de acuerdo con Polo-Cerdá et al. (19), en términos generales, la investigación arqueológica de campo consta de tres fases principales: la prospección, la excavación (del sitio arqueológico) y la datación (del hallazgo arqueológico). Las dos primeras fases se consideran como acciones activas para recopilar datos, mientras que la tercera, la datación, es el objetivo que resulta de las dos anteriores. Estas

etapas pueden llevarse a cabo en la evolución de un mismo proyecto científico, con la prospección como el paso inicial, o quizás, se puede proceder directamente a la excavación si los resultados iniciales son positivos. Lo que es innegable es la importancia de establecer una datación relativa como resultado del trabajo de prospección y/o excavación. Todas estas etapas incluyen aspectos metodológicos valiosos, que podemos resumir en el siguiente diagrama:

Figura 6



Personal y métodos en Arqueología tradicional

Fuente: elaborado por Polo-Cerdá M. García-Prósper E. Crespo Alonso S. Galtés I. Márquez-Grant N. García-Rubio A. Armentano N. Muñoz Hernández V. (2018).

Polo-Cerdá et al. (19), establecen ciertas pautas de actuación. Luego de recibir el reporte del hallazgo de restos óseos humanos, el siguiente paso es informar de inmediato a la Unidad de Antropología Forense que forma parte del Servicio de Patología del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses correspondiente. En situaciones en las que existen indicios de que un cadáver pueda encontrarse en la superficie o parcialmente oculto, se suele recomendar realizar recorridos a pie, lo que equivale a llevar a cabo una prospección similar a la que se realiza en la arqueología convencional. Para llevar a cabo esta intervención, se necesita contar con un número considerable de personas, generalmente miembros de la policía, y la cantidad requerida dependerá en gran medida de la topografía y el tamaño de la zona que se va a explorar. El objetivo principal consiste en identificar cualquier signo en la superficie o

cualquier alteración en el terreno que pueda indicar la presencia de una posible fosa o hallazgo en la superficie, en caso de encontrar uno, se procederá a su registro geográfico. Los métodos arqueológicos tradicionales, como el uso de georadar, detectores de metales y la interpretación de fotografías o mapas, son especialmente útiles en su aplicación en el ámbito forense. Además, la utilización de perros entrenados también puede contribuir a la detección de restos humanos enterrados u ocultos.

Una vez que se localicen los hallazgos, es posible que se encuentren en una de cuatro situaciones principales, y para cada una de ellas se tomarán medidas específicas (19):

1. Hallazgo en la superficie de un cadáver esqueletizado o de restos óseos dispersos: se divide el proceso en dos fases: una fase no invasiva y otra fase invasiva, dependiendo de si se ingresa o no al área que rodea los restos. Los restos óseos pueden presentar diversas situaciones, aunque las más comunes incluyen restos óseos con o sin prendas de vestir y restos óseos que han sido carbonizados o incinerados. Durante la fase no invasiva, se registran todos los hallazgos desde el área circundante a los restos y se lleva a cabo una observación minuciosa y metódica de la escena. Se procede a documentar la escena mediante croquis, fotografías o videos. En caso de utilizar un croquis, se debe indicar claramente la orientación geográfica y realizar las mediciones utilizando elementos fijos que no puedan moverse. Por otro lado,

en la fase invasiva, se ingresa al área donde se encuentran los restos para llevar a cabo una evaluación inicial sin manipularlos directamente. Esta evaluación se centra en determinar si los restos son de origen humano o animal y busca cualquier indicio que pueda proporcionar información sobre la identidad de la persona. Se debe hacer foco especialmente en examinar la ropa, describiendo sus características como tipo, tejido, talla, marca, diseños y detalles particulares (como cremalleras y bolsillos), etiquetas identificativas (especialmente relevantes en casos de personas institucionalizadas), artículos personales (como gafas o joyas) y documentos personales (como identificaciones, tarjetas de seguridad social, tarjetas de crédito, etc.). También, es esencial

prestar una atención especial a los objetos que puedan estar relacionados directamente con la posible causa de muerte, y que puedan encontrarse cerca de los restos. Esto incluye la búsqueda de armas de fuego y/o munición, armas blancas, medicamentos, sustancias tóxicas, así como la identificación de elementos que puedan contener fluidos biológicos, como pañuelos de papel. Además, debemos estar alerta a la presencia de manchas secas que puedan contener evidencia biológica, como sangre o esperma, y recogerlas para su posterior análisis. El siguiente paso consistiría en enfocarse en el cuerpo o los restos y llevar a cabo un estudio preliminar. A partir de este estudio preliminar, es posible obtener algunas respuestas provisionales que puedan brindar orientación sobre la posible identificación.

El equipo técnico pericial que estará involucrado en esta situación de descubrimientos en la superficie, generalmente consistirá en el médico forense de servicio o el antropólogo forense, junto con los miembros de la Policía Judicial o Científica correspondientes, bajo la dirección del Fiscal de Instrucción. En tales circunstancias, se recomienda la inclusión de un especialista en arqueología forense en el equipo pericial. Esto se debe a que dicho especialista puede aportar conocimientos y experiencia valiosos en la recuperación integral de los restos óseos y otros elementos y evidencias que puedan estar presentes en el área. En esta perspectiva, la utilización de determinadas metodologías arqueológicas en el ámbito de la investigación criminal contribuirá a optimizar el proceso de documentación y recuperación de restos óseos, aunque es importante destacar que esto requerirá una mayor cantidad de personal y tiempo. A continuación, se sugiere los siguientes pasos metodológicos en estas circunstancias:

Establecer un perímetro de seguridad y señalizar el área del hallazgo.

- Utilizar una retícula o cuadrícula tridimensional para ubicar con precisión los restos cadavéricos y los objetos asociados como se observa en la siguiente figura:



Retícula para la recuperación de restos humanos en superficie

Fuente: elaboración propia

- Realizar una limpieza superficial del sedimento sin mover los restos óseos para garantizar una documentación precisa.
- Documentar la escena como si se tratara de una excavación, trabajando desde la periferia hacia el centro sin pisar el interior de los cuadrados, a menos que sea necesario después de una evaluación negativa.
- Recolectar el sedimento superficial y el sedimento que rodea los restos en bolsas de plástico separadas, etiquetadas con referencia a la cuadrícula.
- Una vez retirado el sedimento que cubre los restos, realizar un croquis detallado para una documentación gráfica precisa y tomar fotografías desde arriba de cada cuadrado y de los objetos notables, como ropa o proyectiles.
- Medir y crear un croquis en papel milimetrado para escalar los restos y elementos circundantes. Se recomienda una escala de 1:10 para restos limitados y 1:20 para áreas extensas de dispersión de restos.
- Despues de completar la documentación superficial, proceder al levantamiento, embalaje y transporte de los restos y

Figura 7

evidencias recuperadas a la Unidad de Antropología Forense del IMLCF, acompañados de la correspondiente hoja de cadena de custodia.

Cadáveres enterrados (o semienterrados), que pueden ser recientes, estar en avanzado estado de descomposición o ya esqueletizado: En todas las situaciones en las que se deba recuperar restos humanos que estén enterrados de forma completa o parcial, será necesario contar con la participación de un experto en arqueología forense. El arqueólogo forense desempeñará un papel fundamental al trabajar de manera conjunta con el médico o antropólogo forense durante el proceso de exhumación y recolección de evidencia. Sin embargo, es importante destacar que la responsabilidad de llevar a cabo la diligencia de levantamiento del cadáver recae en el médico forense de guardia designado, de acuerdo con lo estipulado en la Ley de Enjuiciamiento Criminal. En algunas ocasiones, las prospecciones y los sondeos revelan el descubrimiento de una o más fosas clandestinas, y estas fosas pueden variar en su morfología. Sin embargo, también puede ser necesario llevar a cabo intervenciones en lugares cerrados, como los cementerios. En todos los casos, es esencial recopilar previamente toda la información disponible sobre la persona que se busca recuperar. Esto incluye datos identificativos como la edad, el sexo y la estatura, así como detalles sobre la ropa que llevaba la última vez que fue vista con vida, posibles condiciones médicas preexistentes, tratamientos odontológicos (intentando obtener una ficha dental lo antes posible), características distintivas como tatuajes o piercings, exámenes clínicos adicionales realizados (principalmente de imagen), el tipo de violencia experimentado, el tiempo transcurrido desde la desaparición, entre otros aspectos. Una vez que se haya ubicado el lugar de entierro, será fundamental observar cuidadosamente las características del terreno, como posibles irregularidades en la topografía y la presencia de vegetación, entre otros aspectos. Esto se hace con el propósito de elaborar un plan de intervención que tenga en cuenta las particularidades del entorno y que permita identificar las necesidades en términos de recursos materiales y humanos para llevar a cabo la operación de manera efectiva. Una vez que se ha identificado la zona de intervención, se llevará a

cabo la eliminación y limpieza manual de los residuos y la capa vegetal circundante. Esta capa suele tener un grosor que oscila entre aproximadamente 10 y 40 centímetros. Antes de realizar el tamizado, es fundamental tener precaución para detectar la posible presencia de restos biológicos en la superficie, como cabellos, prendas de vestir, colillas, entre otros. Estos elementos deberán ser cuidadosamente ubicados en el lugar y recolectados de manera adecuada como parte de la escena. La capa superior de tierra se retirará de manera uniforme y nivelada. Como parte de las actividades de excavación, se deben llevar a cabo las siguientes acciones esenciales:

- Tomar medidas precisas (alturas) de los restos esqueléticos y registrar la ubicación de proyectiles u otros elementos significativos utilizando banderas numeradas.
- Proceder al perfilado y limpieza de los restos esqueléticos y objetos con herramientas adecuadas, como pinceles, rasquetas de madera y palillos, para garantizar su preservación.
- La tierra retirada debe tamizarse minuciosamente para recuperar cualquier vestigio de indumentaria, proyectiles, u otros objetos relevantes.
- Completar una ficha detallada de exhumación que incluirá la recopilación de datos sobre los restos antropológicos desenterrados y las circunstancias de la excavación.

La documentación gráfica relacionada con este procedimiento debe incluir fotografías que contarán con la utilización de un testigo métrico. Además, se debe elaborar planos a escala 1:20 para obtener una vista general en el caso de una fosa común, y planos individualizados a escala 1:10 de cada esqueleto, identificando claramente su correspondiente Unidad Estratigráfica (UE). En estos dibujos se prestará especial atención a detallar la presencia de cualquier objeto o artefacto que se encuentre en el perímetro, como indumentaria, proyectiles, entre otros.

Cadáver/es esqueletizado/s sumergido/s total o parcialmente, como en pozos, fosas sépticas,

lagunas, etc.: La exhumación de cadáveres que se encuentran en un avanzado estado de descomposición o que ya están esqueletizados en entornos sumergidos, como fosas sépticas, pozos, balsas o lagunas, representa uno de los desafíos más complejos en términos de ejecución. Esto se debe principalmente a las demandas tanto de personal altamente capacitado como de maquinaria especializada que se requieren para llevar a cabo este tipo de operaciones de manera efectiva. En relación a esto, se identifican dos situaciones claramente diferentes que influirán en el enfoque a seguir en cada una: una se refiere a un entorno acuático abierto, como lagunas, lagos o mares, y la otra a un entorno acuático cerrado, como fosas, pozos, balsas o piscinas, por ejemplo. En ambos casos, se necesitarán dos equipos de trabajo: uno en el lugar mismo (que estará parcial o completamente sumergido) y otro equipo auxiliar en la zona circundante o exterior. Cuando se trata de exhumar restos humanos en lugares sumergidos y confinados, como fosas sépticas, pozos o balsas, es necesario realizar previamente un proceso de dragado con filtrado desde la superficie del agua, evitando llegar al fondo o la base donde se encuentran los cadáveres o restos humanos esqueléticos. Esto significa que toda el agua extraída debe pasar por un proceso de filtrado, y cualquier sedimento presente debe ser tamizado minuciosamente. El objetivo de esta operación es evaluar y recuperar cualquier evidencia de interés en el ámbito criminalístico. Por otro lado, la exhumación de restos humanos en entornos acuáticos abiertos, como lagunas, lagos o mares, requerirá la participación de personal debidamente capacitado y autorizado para llevar a cabo tareas subacuáticas. Por lo general, las operaciones en el lugar deben ser ejecutadas por equipos de fuerzas de seguridad estatales, equipos especializados de rescate civil (como bomberos u otros profesionales), o unidades militares especializadas. Mientras tanto, el equipo médico forense y los agentes de policía judicial o científica trabajarán en la zona circundante o en la superficie de la escena. Su labor consistirá en identificar y catalogar los restos recuperados, así como cualquier otro elemento de interés criminalístico, embalarlos adecuadamente y enviarlos al laboratorio de Antropología forense para su análisis.

Cadáver esqueletizado en un lugar confinado, como nichos, tumbas construidas bajo tierra, panteones, etc.: Las exhumaciones en lugares cerrados, como nichos, panteones u otras estructuras funerarias, en principio, presentan menos desafíos en comparación con los casos previos. Esto se debe a que se conoce la ubicación precisa de estos lugares y las posibles condiciones ambientales a las que ha estado expuesto el cadáver objeto de recuperación e investigación. Desde un enfoque metodológico, hay dos posibles enfoques a considerar:

- a) Se lleva a cabo la documentación en el lugar y una valoración preliminar del estado tanto del contenedor como de los restos óseos humanos. Posteriormente, se traslada todo el conjunto (contenedor y restos) al laboratorio de Antropología Forense.
- b) Se realiza la documentación en el lugar y se efectúa una valoración preliminar del estado del contenedor y los restos humanos. Luego, se procede a extraer el contenedor y se toman fotografías de este. En caso de que el cadáver esqueletizado se encuentre en su posición anatómica original en el lugar, se llevará a cabo su levantamiento en el mismo sitio.

Casos concretos donde se ha aplicado la Arqueología Forense

Primeramente, el caso de Juliana C en Ecuador; su desaparición se convirtió en el foco de un enfoque metodológico innovador en la búsqueda de restos óseos. Con fecha 18 de noviembre de 2019, el Tribunal de Garantías Penales con Sede en la Parroquia de Iñaquito del DMQ, referente al delito de secuestro extorsivo con resultado muerte de la ciudadana Juliana C, sentencio al ciudadano Jonathan C. a 25 años de prisión, de igual manera, está sentencia tiene otras medidas para cumplimiento por varias Instituciones del Estado; en lo que se refiere al trabajo que realiza la DINASED, en su parte pertinente dispuso: "Se dispone que se continúe con el proceso de búsqueda de los restos óseos de la que en vida fue la señorita Juliana C, por lo que se dispone oficial a la Fiscalía General del Estado para que coordinen con el Ministerio de Gobierno y la Policía Nacional del Ecuador con la finalidad de que se disponga a las Unidades correspondientes se continúe con la

búsqueda y localización de los restos de la señorita Juliana C” desaparecida desde el 2010.

Desde la expedición de la Sentencia en el caso de la ciudadana Juliana C, se han realizado varias búsquedas en el sector de Bellavista, las cuales se han complementado con todas aquellas realizadas, durante el periodo de investigación del caso por Fiscalía y Policía Nacional en; estas búsquedas se realizaron de acuerdo a los protocolos de investigación que poseen ambas entidades, en el periodo de tiempo desde el 2012 al 2018 lo que acarreo la remoción de gran cantidad de material pétreo, escombros, vegetación y basura, lo que represento que no se hayan levantado vestigios o indicios, de la ubicación de los restos mortales de la ciudadana antes mencionada. Con estos antecedentes se ha visto necesario, buscar nuevos métodos de búsqueda, tomando en consideración las características propias del lugar, los factores climáticos, la existencia de fauna silvestre e introducida en el lugar y el factor tiempo transcurrido desde el hecho a la presente fecha.

En este caso, se adoptaron por primera vez en Ecuador técnicas arqueológicas especializadas, un método que hasta entonces no se había utilizado en el ámbito forense del país, aunque actualmente las Instituciones se encuentran trabajando en las búsquedas en la fase de excavaciones estacionarias, ya se ha logrado encontrar varios restos óseos que posterior a las pericias pertinentes se podrá determinar si son humanos o no y cotejar con el ADN de la madre de la desaparecida. La metodología implementada en la búsqueda de Juliana C, involucró un análisis exhaustivo de la Quebrada Bellavista, una zona identificada como crítica en la investigación. Este análisis se basó en principios arqueológicos, como la estratigrafía, que permitieron una exploración detallada del terreno y la identificación de posibles sitios de entierro. La implementación de estas técnicas arqueológicas en la investigación requirió la colaboración entre expertos en arqueología y forenses, fusionando conocimientos y habilidades de ambas disciplinas.

Figura 8



Caso Juliana C

Fuente: elaborado por Sthefano Serrano (2013)

Otro de los casos, es el de Argentina: Pozo de Vargas y Arsenales; El 24 de abril de 2002, se dio inicio oficialmente a la intervención forense en un terreno de propiedad privada perteneciente a Antonio Vargas, ubicado aproximadamente a cinco kilómetros al oeste de la plaza principal de la capital de Tucumán. El propósito de esta investigación era verificar la existencia de un pozo que, según los testimonios recabados, habría sido utilizado como lugar de entierro clandestino. Cuando comenzó la pericia, no se encontraba ninguna evidencia constructiva visible en la superficie del terreno. En este contexto, tanto los testimonios recopilados como la identificación de una pequeña depresión en el suelo resultaron fundamentales. El primer análisis de los perfiles y los sedimentos arqueológicos permitió continuar con la investigación subsuperficial, ya que había indicios evidentes de alteración en las capas naturales del suelo. Esto era especialmente notorio más allá de los primeros 30 centímetros, debido a la acción constante de los arados en la zona. Dos semanas después de haber iniciado el trabajo de campo, el 8 de mayo de 2002, se logró identificar a una profundidad de dos metros un muro construido con ladrillos que delineaba una estructura de forma circular, con un diámetro aproximado de tres metros. Se logró encontrar el pozo al que se hacían referencia en las denuncias. Investigaciones posteriores confirmaron que se trataba de una instalación de apoyo relacionada con el ferrocarril. Esta construcción fue destruida en su parte

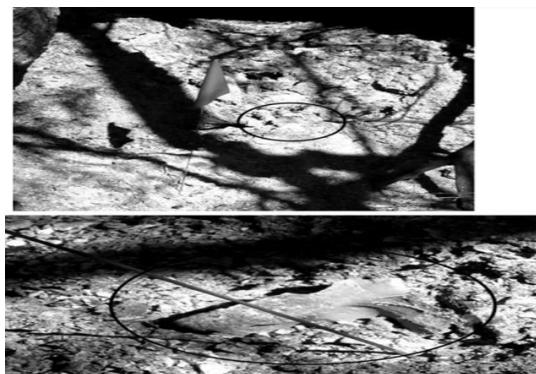
superior, tanto en la superficie como en la zona subsuperficial hasta una profundidad de dos metros, una vez que dejó de ser utilizada como lugar de entierro clandestino. El análisis de los sedimentos arqueológicos, los bloques de piedra y las rocas de gran tamaño, que pesaban entre 30 y 70 kilogramos, y que fueron utilizados para cubrir por completo la estructura y ocultar los cuerpos, permitió plantear hipótesis sobre los procesos de formación, apoyadas por el estudio detallado de ciertos artefactos. Hasta la mitad del año 2021, el equipo pericial a cargo, conocido como el Colectivo de Arqueología, Memoria e Identidad de Tucumán (CAMIT), logró recuperar pruebas óseas que permitieron la identificación individual de 114 personas (21 mujeres y 93 hombres) a través de análisis genéticos. Este proceso se llevó a cabo en colaboración con diferentes laboratorios, incluyendo The Bode Technology Group en Virginia, Estados Unidos, y el Laboratorio de Inmunogenética y Diagnóstico Molecular, así como el Laboratorio de Genética Forense del EAAF en Córdoba, Argentina, como parte del Programa Iniciativa Latinoamericana para la Identificación de Personas Desaparecidas (10).

Por su parte en México, el caso de los cazadores guanajuatenses; El 4 de diciembre de 2010, un grupo de diez cazadores originarios de León, Guanajuato, se dirigieron hacia la Sierra de Morones, en la serranía zacatecana, específicamente al rancho San Lorenzo, ubicado en el municipio de Momax. Su propósito era disfrutar de su pasatiempo anual: la caza. Durante su viaje por la carretera que conecta la cabecera municipal de Tabasco, Zacatecas, con la cabecera municipal de El Plateado de Joaquín Amaro, fueron detenidos por la policía municipal de El Plateado. La razón de la detención fue la supuesta necesidad de verificar la legalidad de la posesión de armas y los permisos de caza de los cazadores. Esa noche, los cazadores pasaron detenidos en la cárcel de dicha comunidad. Luego, fueron trasladados a Zacatecas, donde, en las afueras de la ciudad, los subieron a otro vehículo. A continuación, los llevaron por caminos de tierra hasta un lugar donde lamentablemente fueron asesinados, tal como se relata en un informe de Amador en 2011. Uno de los sobrevivientes, Antonio Olivares, conocido como "El Tongas", compartió esta experiencia en su declaración, que quedó registrada ante el agente

del Ministerio Público encargado de investigar homicidios dolosos, secuestros y asociación delictuosa el 4 de febrero de 2011. En abril de 2011, la Procuraduría General de Justicia del Estado de Zacatecas (PGJEZ) hizo pública una grabación en video. En la primera parte de la grabación, se pueden ver a los cazadores exhibiendo algunas de las presas que habían capturado. En la segunda parte del video, se muestran imágenes de un grupo delictivo conocido como "Los Zetas". A este grupo se le atribuyó la responsabilidad de la desaparición de los cazadores. A finales de julio de 2011, la Procuraduría General de Justicia del Estado de Zacatecas (PGJEZ) dio inicio a investigaciones en un lugar conocido como Las Negritas, ubicado en el municipio de Calera, Zacatecas (como se muestra en la figura 2). Este lugar se encuentra cerca de la carretera libre que conecta la localidad de Enrique Estrada con Calera. Fue señalado por "El Tongas" como el sitio donde sus compañeros cazadores habían sido sometidos a tortura y ejecutados. La procuraduría formó un equipo de antropólogos, incluyendo arqueólogos y antropólogos físicos de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Estos expertos se encargaron de inspeccionar la zona y recuperar los restos humanos, ya que la institución carecía de especialistas calificados en este campo. En una primera exploración de la zona, se llevó a cabo una búsqueda inicial para encontrar pruebas físicas que confirmaran la ubicación donde los cuerpos de los cazadores de Guanajuato habían sido depositados en Las Negritas. En este proceso, se utilizaron detectores de metal, que revelaron una notable acumulación de casquillos de alto poder, como los utilizados en armas tipo AR-15 y AK-47, junto con proyectiles. Además de estos hallazgos, se logró localizar tres fragmentos de huesos humanos: una parte proximal del fémur que se encontró en el interior del basurero y fragmentos de la diáfisis del húmero y el radio en terrenos de cultivo cercanos al basurero. Durante la prospección, se descubrió ropa en varios lugares. Se encontraron prendas entre los arbustos que estaban cerca de los "cuartos". También se observaron acumulaciones de ropa en el interior de esas construcciones. Entre los restos óseos completos o casi completos que se recuperaron en el interior del barranco se encontraban los siguientes: un fragmento del hueso ilíaco izquierdo, que se localizó en un nicho en el perfil de la cárcava, un sacro, dos secciones de

vértebras lumbares que conservaban tejido blando, correspondientes a dos individuos diferentes, fragmentos de la diáfisis del húmero y el radio, y un omóplato que fue extraído del desazolve y rescatado durante el proceso de cribado. Además de estos hallazgos, se encontraron varios fragmentos de cráneo, vértebras, falanges y otros huesos, que estaban concentrados cerca de la rampa en la parte norte del barranco (20).

Figura 9



Concentración de restos óseos en el interior de uno de los cuartos

Fuente: elaborado por Francisco Montoya citado en Medrano Enríquez, A. M., & Montoya Mar, F. (2016).

Al integrar metodologías arqueológicas en la investigación forense en Ecuador, se espera desencadenar una serie de cambios significativos y beneficiosos en el campo de la ciencia forense, además de la justicia penal. Uno de los resultados más destacados será la mejora notable en la precisión y calidad en la búsqueda y recuperación de restos óseos. Con la adopción de estos métodos arqueológicos meticulosos, no solo se localizarán restos con mayor exactitud, sino que también se preservarán mejor las evidencias vitales, a menudo perdidas con técnicas menos detalladas.

Esta precisión mejorada en la recuperación de evidencia física tendrá un impacto directo en la resolución de casos, particularmente aquellos que han permanecido irresolutos por falta de pruebas concluyentes. Al poder extraer y analizar más información de los restos óseos, se amplían

significativamente las posibilidades de esclarecer casos pendientes de desapariciones y homicidios.

Además, la implementación de esta propuesta fortalecerá la capacidad institucional en las entidades forenses de Ecuador. La capacitación en técnicas arqueológicas no solo enriquecerá el conjunto de habilidades de los profesionales forenses, sino que también mejorará su competencia para abordar investigaciones complejas.

Otro resultado esperado es el establecimiento de Ecuador como un referente en la región en la aplicación de prácticas arqueológicas en la investigación forense. Esto no solo mejorará la resolución de casos dentro del país, sino que también podría servir como un modelo inspirador para otros países latinoamericanos que buscan avanzar en sus propias prácticas forenses.

Finalmente, la mejora en la eficiencia y efectividad de las investigaciones forenses tendrá un impacto positivo en el sistema de justicia, proporcionando un cierre más eficaz y justo para casos en curso. Este progreso, a su vez, traerá consuelo a la sociedad, especialmente a las familias de las víctimas, ofreciendo respuestas y posiblemente un cierre a sus prolongadas búsquedas. Además, se espera que la implementación exitosa de esta propuesta fomente la innovación y el desarrollo de nuevas técnicas en el campo forense, marcando el comienzo de una era de avances continuos y mejoras significativas en la investigación criminal en Ecuador.

Discusión

En este artículo se propone integrar la arqueología en la investigación forense ecuatoriana; se plantea un paso necesario hacia la evolución de las prácticas forenses en este país. La incorporación de técnicas arqueológicas específicas en la búsqueda y análisis de restos óseos, representa una innovación metodológica significativa, con el potencial de transformar profundamente la forma en que se abordan los casos criminales y de desapariciones en el país.

La integración de la arqueología en la investigación forense ecuatoriana es un paso necesario para la evolución de las prácticas forenses en el país, especialmente en el contexto de los retos que

enfrenta Ecuador en cuanto a la resolución de crímenes y casos de desapariciones. Como bien se ha planteado, la incorporación de técnicas arqueológicas no solo propone una innovación metodológica significativa, sino que también tiene el potencial de transformar profundamente la forma en que se aborda la investigación forense. Este cambio no solo está enfocado en el uso de herramientas más precisas y eficientes, sino que también implica un replanteamiento cultural en la manera en que se concibe y practica la búsqueda de la verdad y la justicia.

La arqueología, como disciplina que estudia la historia humana a través de los restos materiales, ha demostrado en distintos contextos que puede ofrecer mucho más que la simple identificación de vestigios. En el ámbito forense, la precisión que aportan las técnicas de excavación estratificada, análisis tafonómico y mapeo del sitio, entre otras, es clave para reconstruir no solo los eventos relacionados con un crimen, sino también el contexto en el cual estos ocurrieron. Según Congram y Vidoli (3), la arqueología forense ha sido fundamental en países como Argentina y Guatemala para el esclarecimiento de crímenes de lesa humanidad, y su impacto en el contexto ecuatoriano podría ser igualmente transformador, dada la magnitud de las desapariciones no resueltas.

Uno de los puntos centrales en la propuesta de incorporar la arqueología a las investigaciones forenses en Ecuador es la posibilidad de mejorar significativamente la precisión y profundidad en la recuperación de restos óseos. Actualmente, las técnicas convencionales utilizadas por las fuerzas de investigación forense han mostrado limitaciones claras, especialmente en entornos geográficos complejos, como zonas selváticas o montañosas, donde la recuperación de restos puede ser extremadamente difícil. La arqueología ofrece un enfoque mucho más detallado y sistemático para superar estos obstáculos, proporcionando una metodología que garantiza no solo la correcta ubicación de los restos, sino también la preservación del contexto en el que fueron encontrados. Esto es crucial, ya que el entorno en el cual se descubren los restos es a menudo tan importante como los propios huesos para entender el caso en su totalidad.

La importancia de la interdisciplinariedad en esta propuesta no puede ser subestimada. Como lo señala Ataliva et al. (10) en su estudio sobre el Cono Sur, la colaboración entre arqueólogos, antropólogos forenses y otros profesionales de las ciencias sociales y médicas es fundamental para el éxito de las investigaciones forenses. En Ecuador, donde la falta de profesionales capacitados en estas áreas es un desafío notable, la formación de equipos interdisciplinarios no solo llenaría este vacío, sino que también fomentaría un enfoque más holístico en las investigaciones criminales. En este sentido, la capacitación de los profesionales de la Policía Nacional y otros cuerpos forenses en técnicas arqueológicas no es solo una mejora técnica, sino un paso hacia la creación de una cultura de investigación más robusta y efectiva.

Un aspecto crucial que debe discutirse con mayor profundidad es el impacto social que esta propuesta tendría en Ecuador. A lo largo de la historia, la búsqueda de personas desaparecidas ha sido uno de los retos más dolorosos para las familias y comunidades afectadas por la violencia. La antropología forense ha jugado un papel clave en la identificación de restos humanos y en la restitución de la identidad de las víctimas, pero muchas veces las técnicas convencionales de investigación no han sido suficientes para proporcionar respuestas concluyentes. La arqueología, con su enfoque detallado y minucioso, tiene el potencial de ofrecer esas respuestas. Un ejemplo ilustrativo es el caso de Juliana C., en Ecuador, donde la aplicación de métodos arqueológicos especializados en la búsqueda de sus restos permitió avances importantes en la investigación, algo que no había sido posible con las metodologías tradicionales.

La relevancia de estas metodologías también se evidencia en estudios de otros contextos internacionales. Quiñones Reyes y Barreto Romero (5) destacan cómo la aplicación de la antropología y la arqueología forense en la antigua Yugoslavia fue clave para probar crímenes de guerra y genocidio. Estas disciplinas permitieron no solo la recuperación de cuerpos, sino también la recolección de pruebas contextuales que fueron esenciales en los procesos judiciales. Esta capacidad de las técnicas arqueológicas para contextualizar los hallazgos y reconstruir las dinámicas del crimen es precisamente lo que se necesita en Ecuador, donde muchos de los casos no

resueltos dependen de una mejor comprensión del contexto en el que ocurrieron las desapariciones o asesinatos.

Otro ejemplo que refuerza la efectividad de la arqueología forense es el caso del Pozo de Vargas en Argentina. Esta investigación, llevada a cabo en una fosa clandestina utilizada durante la dictadura militar, fue posible gracias a la aplicación de técnicas de excavación estratificada y análisis tafonómico que permitieron la recuperación e identificación de más de 114 víctimas. Lo notable de este caso es cómo la arqueología no solo facilitó la recuperación de los cuerpos, sino que también permitió reconstruir las circunstancias exactas de los entierros, lo cual fue crucial para el juicio y la condena de los responsables. En Ecuador, donde aún persisten los ecos de conflictos pasados y una deuda histórica con las víctimas de desapariciones, la aplicación de estas técnicas podría marcar una diferencia similar.

La arqueología forense también tiene un rol importante en la conservación de la evidencia física. Una de las grandes limitaciones de las técnicas convencionales de investigación es que, en muchos casos, la recolección de evidencia puede ser incompleta o imprecisa, lo que dificulta su uso en procesos judiciales. La arqueología, al tratar cada sitio de crimen como un sitio arqueológico, asegura una mayor precisión en la recolección y preservación de la evidencia. Técnicas como el mapeo tridimensional y la excavación en capas permiten documentar cada hallazgo en su contexto original, algo que es fundamental para entender la cronología y las circunstancias de los eventos. Este nivel de detalle es especialmente importante en investigaciones complejas, donde pequeñas variaciones en el contexto pueden ofrecer pistas clave para la resolución del caso.

La adopción de estas técnicas también tendría un impacto en la forma en que se manejan los recursos en las investigaciones. Aunque la implementación de nuevas metodologías puede parecer costosa en un primer momento, el beneficio a largo plazo en términos de eficiencia y precisión es considerable. Como lo señala Ruiz-Salgado y Rodríguez Lugo (13), el uso de tecnologías avanzadas como la espectroscopía Raman y la espectrometría de masas en la investigación forense no solo mejora la precisión de los resultados, sino que también

optimiza los recursos al reducir la necesidad de intervenciones repetidas. En el contexto ecuatoriano, donde los recursos para la investigación criminal son limitados, la capacidad de obtener resultados más precisos desde el inicio de la investigación sería una ventaja significativa.

Además, es fundamental destacar el valor cultural y ético de esta propuesta. En muchos casos de desapariciones, la búsqueda de los restos no solo es un proceso técnico, sino también un acto de justicia y dignidad hacia las víctimas y sus familias. La arqueología, al proporcionar un enfoque más respetuoso y minucioso en la recuperación de restos, garantiza que las víctimas sean tratadas con la dignidad que merecen y que se ofrezca a sus familias la posibilidad de cerrar un capítulo doloroso de su historia. Este aspecto no puede ser subestimado, ya que la búsqueda de justicia en estos casos no se limita a la resolución técnica de un crimen, sino que también implica una reparación moral y emocional para las comunidades afectadas.

Por todo ello, se considera que la implementación de estas técnicas posicionaría a Ecuador como un referente en la región en cuanto a la aplicación de la arqueología forense. En un contexto latinoamericano marcado por desapariciones forzadas y violencia sociopolítica, la capacidad de Ecuador para liderar en este campo no solo fortalecería su sistema de justicia, sino que también serviría como modelo para otros países que enfrentan problemas similares. La colaboración con equipos internacionales y la adopción de las mejores prácticas globales sería clave para el éxito de esta iniciativa, proporcionando a Ecuador una plataforma para destacarse como un innovador en la investigación forense.

En respuesta a los objetivos de la investigación, las conclusiones se detallan a continuación.

Objetivo específico 1: Diseñar un marco metodológico que integre prácticas arqueológicas y técnicas forenses, identificando las más adecuadas para la búsqueda, recuperación y análisis de restos óseos en el contexto ecuatoriano.

El diseño de un marco metodológico integral para la integración de prácticas arqueológicas y técnicas forenses ha sido un paso clave en la mejora de las investigaciones forenses en Ecuador, en ese sentido

se identificaron métodos como la excavación estratificada, el análisis tafonómico y la toma de muestras para análisis de ADN como fundamentales en el contexto ecuatoriano. Estas técnicas permiten una recuperación precisa y sistemática de restos óseos, lo que es esencial dado el terreno complejo y las circunstancias de los casos forenses en Ecuador, por tanto, la integración de estos enfoques no solo optimiza los procesos de búsqueda, sino que también mejora la precisión en el análisis y en la interpretación de los restos recuperados.

Objetivo específico 2: Evaluar la factibilidad de implementación de estas metodologías en la investigación forense, analizando los desafíos y beneficios potenciales para su aplicación en la Policía Nacional.

La evaluación de la factibilidad de implementación de estas metodologías en las investigaciones forenses ha mostrado tanto desafíos como beneficios claros. En términos de beneficios, la implementación de prácticas arqueológicas en las investigaciones forenses puede mejorar la precisión en la recolección de pruebas logrando una mejor resolución de casos complejos, especialmente aquellos relacionados con desapariciones forzadas. Sin embargo, también se han identificado desafíos como la necesidad de capacitación especializada, la falta de recursos técnicos adecuados y la resistencia al cambio dentro de las estructuras existentes. A pesar de estos obstáculos, los beneficios potenciales de la integración de estas metodologías son significativos, ya que pueden transformar la calidad de las investigaciones realizadas por la Policía Nacional y contribuir a una mayor transparencia y justicia.

Objetivo específico 3: Elaborar directrices para la capacitación del personal forense, promoviendo la formación de equipos interdisciplinarios que apliquen eficazmente estas metodologías en el trabajo de campo y laboratorio.

Las directrices elaboradas para la capacitación del personal forense subrayan la importancia de formar equipos interdisciplinarios para aplicar de manera eficaz las metodologías combinadas de arqueología y forense en el trabajo de campo y laboratorio. Se propuso un programa de formación que incluya talleres prácticos y teóricos sobre técnicas de

excavación arqueológica, análisis de restos óseos, y uso de tecnologías avanzadas como el georadar y el mapeo digital. La capacitación no solo debe centrarse en los aspectos técnicos, sino también en la ética y el respeto hacia las víctimas y sus familias. En tal sentido, la formación de equipos interdisciplinarios compuestos por arqueólogos, antropólogos forenses, médicos forenses y otros profesionales facilitaría una respuesta más coherente y efectiva ante los desafíos que presentan las investigaciones forenses complejas.

En conclusión, la integración de la arqueología en la investigación forense ecuatoriana es un paso crucial para mejorar la precisión, eficiencia y profundidad en la recuperación y análisis de restos óseos. Esta propuesta no solo representa una mejora técnica, sino que también plantea un cambio cultural en la forma en que se entienden y practican las investigaciones criminales en Ecuador. A través de la formación de equipos interdisciplinarios, el uso de tecnologías avanzadas y el enfoque ético integral que proporciona la arqueología, Ecuador tiene la oportunidad de posicionarse como un líder regional en la búsqueda de la verdad y la justicia.

Referencias

1. Ponce LRA, Muñoz MC, Pozo MDR, Aimacaña CM. Geofísica aplicada a la búsqueda de restos óseos en el Ecuador. Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación. 2020;4(34):42-49.
<https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol4iss34.2020pp42-49>.
2. Guichón RA, Muñoz AS, Borrero LA. Datos para una tafonomía de restos óseos humanos en Bahía San Sebastián, Tierra del Fuego. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología. 2000;25:297-311. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/20306>
3. Congram D, Vidoli G. Arqueología forense: contexto, métodos e interpretación. En: Patología y Antropología forense de la muerte: la investigación científico-judicial de la muerte y la tortura, desde las fosas clandestinas, hasta la audiencia pública. 2016. p. 85-104.

4. Talavera González JAT, de la Cruz STD, Sanabria MPV. La Arqueología en contextos forenses. *Arqueología*. 2017;(52):154-175. Disponible en: <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/arqueologia/article/view/11398>
5. Quiñones Reyes E, Barreto Romero MI. Aportes de la antropología forense a la investigación de contravenciones al derecho internacional humanitario, el caso de Bosnia y Herzegovina. *Antipoda. Rev Antropol Arqueol.* 2023;(50):47-71. Disponible en: <https://doi.org/10.7440/antipoda50.2023.03>
6. Marquez-Grant N, Acinas MDMR, Sánchez JAS. El papel de la arqueología en la investigación criminal. *Rev Esc Med Legal.* 2011;(16):14-22. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4370213>
7. Enríquez Farías R, Macias Madero A, Peña Rodríguez A. La incorporación de la arqueología a la antropología forense: un breve recuento histórico. *Rev Chicomoztoc.* 2019;1(1):1-36. Disponible en: <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/bitstream/20.500.11845/1155/1/La%20incorporacion%20de%20la%20arqueolog%c3%ada.pdf>
8. Miguez LJ, Lamenza G, Plischuk M. Arqueología forense. Primeras experiencias en un cementerio contemporáneo (La Plata, Argentina). *Intersecciones Antropol.* 2022;23:23-34. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-373X2022000200023&script=sci_arttext
9. Selva MS, Turner S. El rol de la antropología y la arqueología en las investigaciones forenses. *PUBLICAR-En Antropol Cienc Soc.* 2020;(29):45-55. Disponible en: <https://publicar.cgantropologia.org.ar/index.php/re vista/article/view/38>
10. Ataliva V, Bahamondes NF, Suárez CM, Rosignoli B. Arqueología forense y prácticas genocidas del Cono Sur Americano: reflexionando desde los confines. *Rev Arqueol Am.* 2023;(41):403-441. Disponible en: <https://www.revistasipgh.org/index.php/rearam/article/view/1754>
11. Giannotti S, Mansegosa D, Marchiori J, Aisa CF. Desarrollo de estándares metodológicos regionales para la investigación antropológica forense: primera colección osteológica documentada contemporánea del Centro-Oeste del país (Mendoza, Argentina). *Intersecciones Antropol.* 2022;1:81-94. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1795/179575351008.pdf>
12. Sampieri RH, Collado CF, Lucio MPB. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Educación; 2014.
13. Ruiz Salgado S, Rodriguez Lugo V. *Arqueología Forense, Quimiometría y el Método Científico.* Tóp Invest Cienc Tierra Mater. 2023;10(10):53-66. Disponible en: <https://doi.org/10.29057/aactm.v10i10.1131>
14. García AG, Pérez LA, Vargas JE, del Cairo Hurtado C, Osorio DET, Ballesteros SAC, et al. Metodología interdisciplinaria para la búsqueda forense de cuerpos de personas desaparecidas dispuestas en contextos fluviales en Colombia. *Latam Rev Latinoam Cienc Soc Humanid.* 2022;3(2):47. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9585450>
15. Enríquez Farías R, Macias Madero A, Peña Rodríguez A. La incorporación de la arqueología a la antropología forense: un breve recuento histórico. *Rev Chicomoztoc.* 2019;1(1):1-36. Disponible en: <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/bitstream/20.500.11845/1155/1/La%20incorporacion%20de%20la%20arqueolog%c3%ada.pdf>
16. González JAT, de la Cruz STD, Sanabria MPV. La arqueología en contextos forenses. *Arqueología*. 2017;(52):154-175. Disponible en: <https://www.revistas.inah.gob.mx/index.php/arqueologia/article/view/11398>
17. Selva MS, Turner S. El rol de la antropología y la arqueología en las investigaciones forenses. *PUBLICAR-En Antropol Cienc Soc.* 2020;(29):45-55. Disponible en: <https://publicar.cgantropologia.org.ar/index.php/re vista/article/view/38>

18. Sagripanti G, Villalba D, Aguilera D, Giaccardi A. Geología Forense: Métodos aplicados en la búsqueda de desaparecidos en la región central de Argentina. Rev Asoc Geol Argent. 2013;70(1):150-160. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0004-48222013000100012&script=sci_arttext&tlang=en
19. Polo-Cerdá M, García-Prósper E, Crespo Alonso S, Galtés I, Márquez-Grant N, García-Rubio A, et al. Protocolo de búsqueda, levantamiento y exhumación de restos humanos. Rev Int Antropol Odontol Forense. 2018;1(1):7-23.
20. Medrano Enríquez AM, Montoya Mar F. Arqueología y antropología forense: el caso de los cazadores guanajuatenses. Cuicuilco. 2016;23(67):241-262. Disponible en: <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/handle/20.500.11845/1484>