


Artículo

Evolución de la Metodología de Levantamiento Métrico. Tres Estudios de Caso 1995, 2006, 2022

Evolution of the Metric Survey Methodology. Three Case Studies 1995, 2006, 2022

María Isabel Mayorga Hernández

Arquitecta, Máster en Restauración Arquitectónica, Doctoranda en Historia y Artes Profesora Asociada
Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, mimayorgah@unal.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-4343-3143> 

DOI: <https://doi.org/10.56205/mim.3-1.3>

Recibido
06/06/23
Aprobado
16/07/23
Publicado
10/08/23

Mimesis.jsad
ISSN 2805-6337



EDITORIAL
Environment & Technology
Foundation

Abstract

The evolution of the processes of graphic documentation of heritage also represents an advance in the study of the past. Through new techniques, technologies and equipment, it is possible to achieve more accurate and complete results. This evolution is presented through three cases, carried out in different decades, making a comparison between their objectives, methodologies, instruments and results.

First, the Cloister and Church of San Francisco in Villa de Leyva (1995), was developed using manual methods, implementing leveling of spaces and lateral measurements by summations and diagonals, triangulating each zone for its graphic restitution. A two-dimensional planimetry was obtained for archaeological and historical analysis, identification of lesions and materials in qualification plans, diagnosis and the restoration proposal implemented.

Secondly, the survey of the Lanceros in the Vargas Swamp (2006), using photographic techniques, topographic measurements, drawing with levels and frames on the sculptures, resulting in two-dimensional plans, with basic views of the group and the 15 sculptures. This allows for the identification of injuries, diagnosis and intervention.

Finally, in the restitution of the Teyuna Archaeological Park (2022), as part of the study of water and territory, photogrammetry was carried out with the use of drones and digitalisation with techniques and methods that achieve a reconstruction with three-dimensional models for analysis.

From these cases, it will be identified how each one meant the most appropriate way to recognise the past in its time, incorporating planimetry and graphic models that recognise, study and represent the scientific analysis of heritage.



Resumen

La evolución de los procesos de documentación gráfica del patrimonio representa también un avance en el estudio del pasado. A través de nuevas técnicas, tecnologías y equipos, es posible lograr resultados más precisos y completos. Esta evolución se presenta a través de tres casos, realizados en décadas distintas, haciendo un comparativo entre sus objetivos, metodologías, instrumentos y resultados.

Primero, Claustro e Iglesia de San Francisco en Villa de Leyva (1995), se desarrolló mediante métodos manuales, implementando nivelación de espacios y mediciones laterales por sumatorias y diagonales, triangulando cada zona para su restitución gráfica. Se obtuvo una planimetría bidimensional para realizar análisis arqueológicos, históricos, identificación de lesiones y materiales en planos de calificación, diagnóstico y la propuesta de restauración implementada.

Segundo, levantamiento de Lanceros en el Pantano de Vargas (2006), se utilizaron técnicas fotográficas, medición topográfica, dibujo con niveles y cuadernas sobre las esculturas, dando como resultado, planos bidimensionales, con vistas básicas del conjunto y de las 15 esculturas. Lo anterior permite la identificación de lesiones, diagnóstico e intervención.

Por último, en la restitución del Parque Arqueológico Teyuna (2022), como parte del estudio del agua y el territorio, se realizó fotogrametría con el uso de drones y la digitalización con técnicas y métodos que logran una reconstrucción con modelos tridimensionales para su análisis.

A partir de estos casos, se identificará cómo cada uno significó la forma más adecuada de reconocer el pasado en su tiempo, incorporando planimetría y modelos gráficos que reconocen, estudian y representan el análisis científico del patrimonio.

Palabras clave: patrimonio; levantamiento; restauración, investigación, evolución.

Introducción

La restitución gráfica del patrimonio ha evolucionado en su metodología e instrumentación, integrándose a la era digital gracias al uso de herramientas tecnológicas. Pasamos de una planimetría bidimensional (de levantamiento, calificación y de proyecto) soportada en la medición y dibujo manual, a mallas tridimensionales georreferenciadas y prototipos editables, que reproducen la realidad y permiten gestionar la información, cada vez más completa y aproximada a la realidad. La contribución de equipos interdisciplinarios y el uso de técnicas e instrumentación más precisas, prácticas y rápidas, se constituye en un avance y aporte al estudio, conservación y restauración¹ del patrimonio.

Se presentarán tres estudios de caso en los que se evidencia cómo las estrategias metodológicas e instrumentación determinan sus resultados, constatando el avance en la precisión y rapidez en levantamientos cada vez más complejos. Estos casos fueron analizados desde su contexto, características, objeto de estudio en la documentación gráfica y proceso de levantamiento, identificando las herramientas e instrumentos, equipo de trabajo y duración, con sus resultados y alcance, lo cual aporta de forma crítica a la investigación del levantamiento gráfico arquitectónico y su incidencia en procesos de conservación y valoración del patrimonio.

El primer caso realizado en 1995 corresponde a la Iglesia y Claustro de San Francisco en Villa de Leyva- Boyacá, el segundo caso en el 2006, El monumento

1. La restauración arquitectónica, basada en criterios y acuerdos internacionales, en el caso de Colombia la ley General de Cultura, basada en la carta de Venecia, las diferentes teorías de la intervención desde el conservacionismo hasta el restauro estilístico evolucionaron hacia un restauro crítico. (Mayorga, 2001)

2. Se trata de un recipiente (manguera), que contiene un líquido (agua es el más común y recomendado), los líquidos tienden a quedar horizontales en reposo, así al alejar los dos extremos de la manguera (contenedor de líquido), se conserva la horizontal, de esta forma se puede trasladar el mismo nivel de un lugar a otro, es importante que la manguera no tenga burbujas, ni fracturas que impidan la contención o movimiento del líquido, y que estén los dos extremos abiertos, al momento de marcar el nivel, para permitir el movimiento del líquido hasta su estabilización horizontal en reposo.

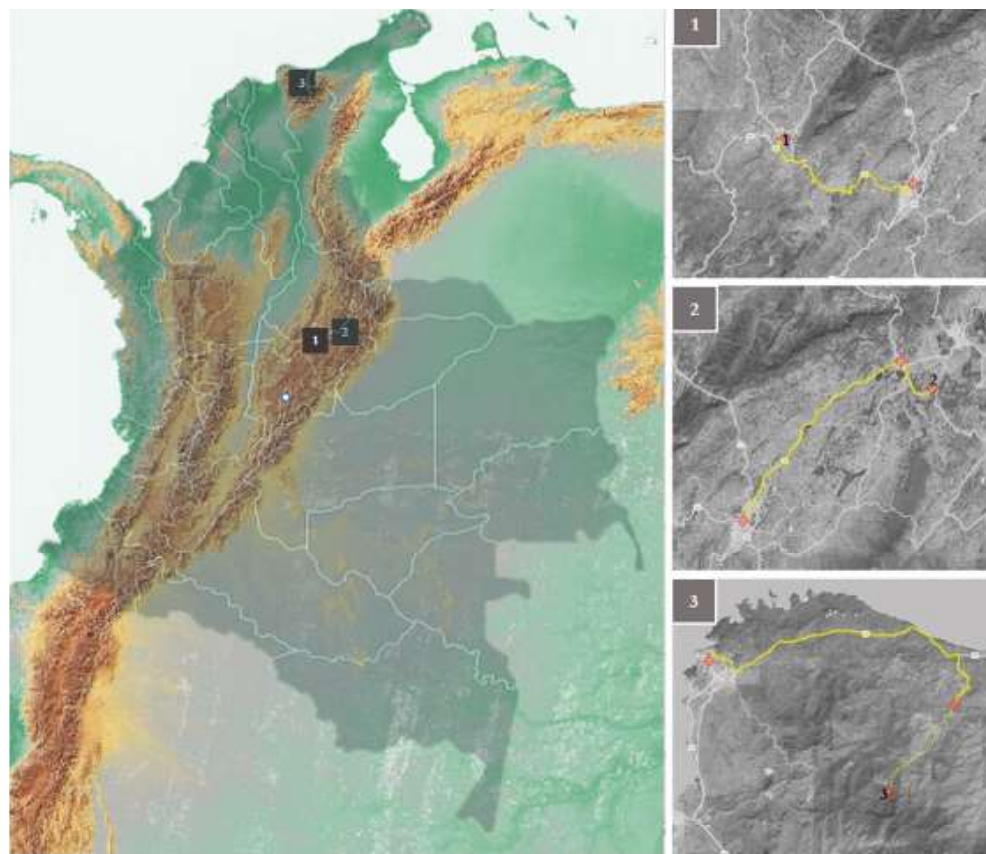


Figura 1. Mapa de Ubicación de los tres estudios de caso: 1. Villa de Leyva, 38 km de Tunja. 2. Pantano de Vargas 12 km de Paipa y 42 km a Tunja. 3. Teyuna a 90 Km Santa Marta – Teyuna, de Santa Marta a Minca (MachetePelao) 63 km más 2 días a pie de Minca a Teyuna (27km). Elaboración propia, sobre visor cartográfico UAM e imágenes de Google Earth.

Figure 1. Location map of the three case studies: 1. Villa de Leyva, 38 km from Tunja. 2. Pantano de Vargas 12 km from Paipa and 42 km to Tunja. Teyuna 90 km from Santa Marta - Teyuna, from Santa Marta to Minca (MachetePelao) 63 km plus 2 days on foot from Minca to Teyuna (27 km). Made by the author, based on UAM map viewer and Google Earth images.

a Los Lanceros en el Pantano de Vargas - Boyacá y el tercer y último caso analizado, desarrollado en el 2022, corresponde al Parque Arqueológico Teyuna-Ciudad Perdida en la Sierra Nevada de Santa Marta (Figura 1).

Metodología

Se describirán y analizarán cada uno de los casos, identificando aspectos históricos del patrimonio, características en cuanto a la metodología, herramientas y equipos, como parte de la tecnología utilizada en cada momento, estableciendo tanto la planeación, toma de datos y resultados. Se establecerá un paralelo comparativo como resultado del estudio.

1. Primer caso Claustro e Iglesia de San Francisco en Villa de Leyva, medición, restitución y dibujo manual.

En 1995 se realiza el levantamiento del Claustro e Iglesia de San Francisco en Villa de Leyva implementando nivelación con manguera², uso de la plomada, medición con cinta métrica, dibujo manual, entre otros. Estos procesos, comunes en ese entonces, a pesar de ser largos y esforzados; también son prácticos cuando no se tienen otros recursos, por lo cual siguen siendo vigentes, (ya con el uso de niveles, verticales y distanciómetros láser). Estos procesos fueron un gran aporte en la restitución precisa de la planimetría del patrimonio, sus resultados se convierten en planos manuales detallados, donde se plasma el conjunto y los detalles del monumento. Aunque ya para ese entonces existían software de dibujo asistido por computador, en este caso los planos se elaboraron manualmente en papel pergamino a tinta, utilizando rapidografos de diferentes grosores enriqueciendo la expresión gráfica del levantamiento. Como acotación, el rapidógrafo más delgado, de 0.01 mm, fue usado en texturas de materiales como la cubierta en teja de barro y materiales de alzados, como se muestra en la figura 3.

El caso de estudio se ubica en Villa de Leyva, fundada en 1572, de origen hispánico, con trazado en cuadrícula o damero. Se establecieron allí comunidades religiosas como los Agustinos, los Carmelitas, los Dominicos y los Franciscanos. Se destaca además de su paisaje y conjunto, la arquitectura religiosa con iglesias como la del Carmen, sus plazas empedradas, la arquitectura doméstica y otros como la Real Fábrica de Licores. Villa de Leyva fue declarada Monumento Nacional (mediante decreto No. 3641 de 1954).

El Claustro e iglesia de San Francisco, fue fundado en 1612, sobre dos casas, una donada por el capitán Juan Pérez de Salazar y otra por Juan Bautista Marmolejo, quien manda fabricar una capilla y ermita, la cual sería de tapias, cubierta de tejas, sin embargo solo hasta 1785 se construyen la actual Iglesia y Claustro. En 1829 a 1837, fue hospital a cargo de los hermanos de San Juan de Dios (22), posteriormente es abandonado, en 1875 José María Gutiérrez de Alba (español), fundó en el convento un Instituto Agrícola que por el poco apoyo fracasa, en 1880 las Terciarias Dominicanas restauran el claustro, lo acomodan como hospital, y lo sostienen con intervalos hasta 1944, (16). Luego de otro periodo de abandono en 1954 y tras la declaratoria de Villa de Leyva como Monumento Nacional (22), el conjunto es objeto de intervención para el uso de hospital; transformando su espadaña y el balcón, al parecer obra del maestro Acuña (22 y fuentes orales), entre 1969 y 1980 La Empresa Nacional de Turismo lo remodela para el uso de

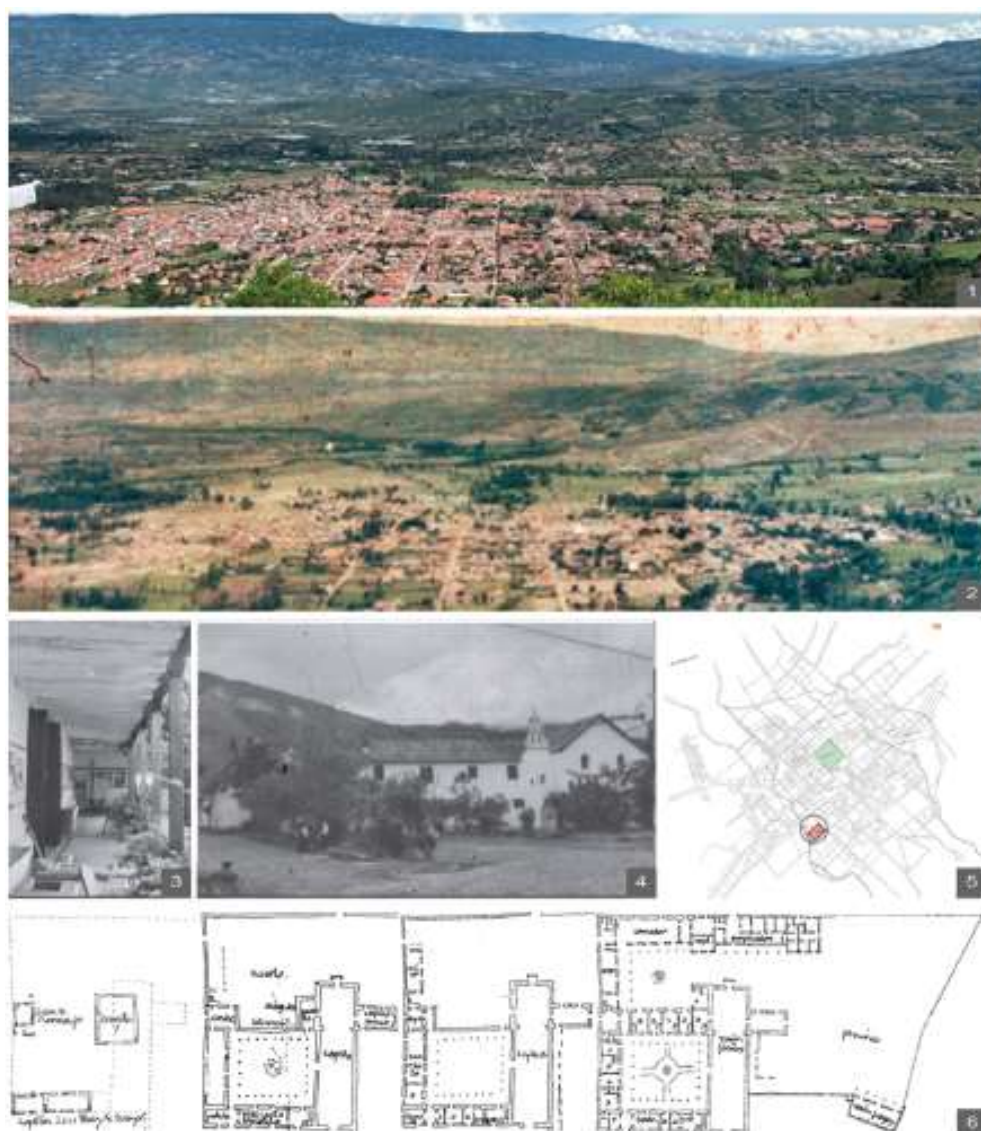
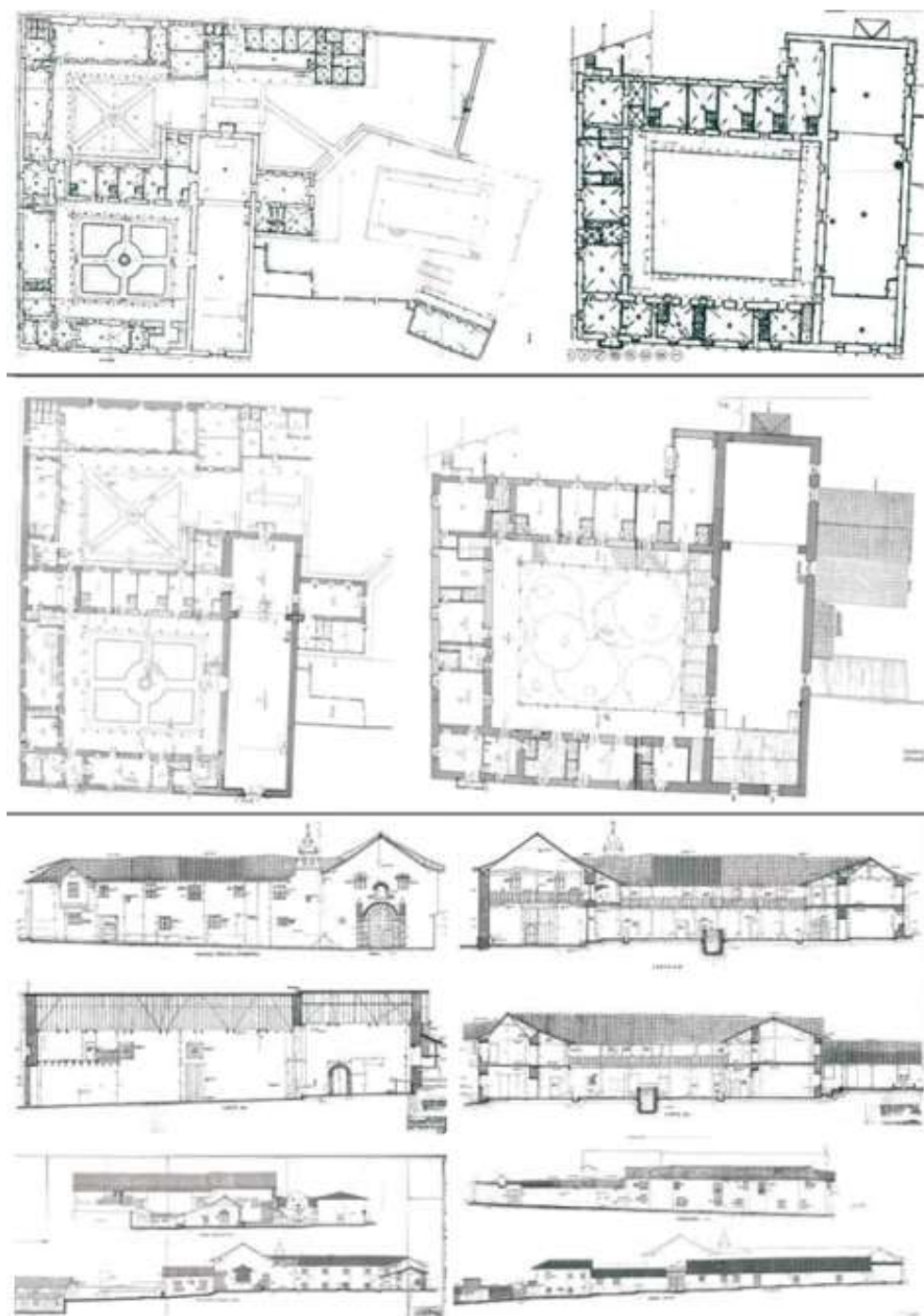


Figura 2. Imagen de Villa de Leyva 2022 (1). Fotografía panorámica de Villa de Leyva, fotografía interior y exterior del claustro e iglesia, tomada con cámara réflex 1996. Mayorga M.I (2, 3, 4). Localización del Claustro en el trazado (5). Planos de evolución histórica del Claustro e Iglesia desde 1612 (ermita y casas de donación) hasta 1969 a 1980 que fue habilitado como Hotel (6) (Martínez et al., 1996).

Figure 2. Image of Villa de Leyva 2022 (1). Panoramic photograph of Villa de Leyva, interior and exterior photograph of the cloister and church, taken with SLR camera 1996. Mayorga M.I (2, 3, 4). Location of the Cloister in the layout (5). Plans of the historical evolution of the Cloister and Church from 1612 (hermitage and donation houses) until 1969 to 1980, when it was used as a Hotel (6) (Martínez et al., 1996).

Figura 3. Planos del Claustro e Iglesia de San Francisco en Villa de Leyva, 1995. Levantamiento métrico en planta (1). Planos de Calificación en planta (2). Planos de alzados y cortes de levantamiento y calificación (3). Planos de calificación, estructura de entrepiso, y localización. Dibujo de M.I. Mayorga, dirección del proyecto M. E. Martínez
 Figure 3. Plans of the Cloister and Church of San Francisco in Villa de Leyva, 1995. Plan metric survey (1). Qualification plans in plan (2). Plans of elevations and cuts of survey and qualification (3). Qualification plans, mezzanine structure, and location. Drawing by M.I. Mayorga, project management by M. E. Martínez.



Hostelería Turística; 1980-1982 Sede de la Alcaldía, 1983-1986 durante 1983 a 1986, tuvo distintos usos entre ellos biblioteca municipal, cooperativa, colegio nocturno, depósito del Municipio y comisaría. En 1986 el municipio entrega en comodato al Colegio Verde, hoy Instituto Humboldt. (Martínez et al., 1996). En el proceso de restauración el instituto es trasladado al claustro de San Agustín que había sido restaurado como centro cultural, sin embargo, el Instituto Humboldt permanece allí hasta hoy, el claustro hace parte de dependencias municipales en la actualidad., todos estos datos fueron corroborados y en algunos casos identificados con el estudio arqueológico, histórico y con el levantamiento métrico detallado, como se muestra en la figura 2.

El proyecto de restauración contempló el levantamiento métrico y calificación, además del estudio histórico, arqueológico, pintura mural y patológico, que

permitieron entregar la propuesta de Restauración en 1995. El proyecto estuvo a cargo de la Fundación para la Restauración del Patrimonio Cultural Colombiano del Banco de la República, bajo la dirección de la restauradora María Eugenia Martínez, coordinado y aprobado por Colcultura e INVIAS³, quienes para la época se encargaban de la gestión, e implementación de los proyectos de restauración en Colombia.

El resultado abarcó los estudios histórico, arqueológico, patológico y paisajístico, así como los criterios de intervención, el registro fotográfico (realizado con cámara réflex⁴) y las carteras de campo, además de los planos finales del levantamiento, calificación y proyecto de restauración.

Las carteras de campo corresponden al documento donde se presenta la información original tomada en sitio, por espacios, alzados y detalles. Los planos finales de levantamiento indican las medidas y geometría, acotadas por sumatoria y diagonales, así como la localización con áreas. Los planos de calificación indican las excavaciones realizadas y contienen materiales y lesiones, buscando aproximarse a la realidad de manera gráfica con texturas y detalles, a diferencia de otros que se trabajan con convenciones como símbolos, colores o elementos representativos. Estos planos se acompañan de textos que clarifican los criterios de originalidad y explicación del daño (Figura 3).

2. Monumento a los lanceros en el Pantano de Vargas

Al cumplirse 150 años de la batalla del pantano de Vargas (1819), en 1969, el maestro Rodrigo Arenas Betancourt, finalizó la creación del conjunto escultórico de 35 metros de altura, en este monumento participó también el ingeniero Guillermo González Zuleta. La obra fue declarada patrimonio en 1975 y reconocida como la escultura de mayores proporciones en Colombia.

El conjunto se extiende en una plaza cívica y se compone de una base en concreto sobre la cual se iza una cercha metálica que asemeja una punta de lanza y soporta las quince esculturas integradas por caballo, jinete y su lanza. La obra transmite en los gestos de los lanceros la hazaña de cruzar los Andes desde los llanos orientales para luchar por la independencia en el Pantano de Vargas. Este nivel de detalle constituyó un gran reto para el equipo de trabajo del levantamiento.

En 2006, se contrataron los estudios, levantamiento y propuesta de intervención, a cargo de la Universidad Externado de Colombia, y como parte de este, se desarrolló el levantamiento métrico y calificación de cada una de las esculturas y vistas generales del conjunto. El levantamiento significó una experiencia única, no solo por la importancia y proporciones de la escultura a escala monumental (dos veces el tamaño real), sino también por la conformación de un equipo interdisciplinar integrado además del restaurador a cargo, por artistas, topógrafos, y dos estudiantes auxiliares, uno diseñador industrial y un ingeniero con experiencia en topografía. La conformación y compromiso de este equipo fue esencial para cumplir con los objetivos propuestos, superando el reto de proporción y complejidad de la escultura (Figura 4).

Para el desarrollo del levantamiento y calificación, el equipo se desplazó a Paipa durante veinte días, se alquiló una cabaña que funcionó como lugar de descanso y oficina. Para el trabajo de campo se instalaron andamios de 6 y 8 secciones, cada una, que permitió llegar a los distintos puntos de las esculturas y al nivel de la plataforma que soporta la estructura principal, desde este punto, se instalaron cuerdas y elementos de seguridad que permitieron, con el uso del arnés, desplazarse con seguridad. Para la definición de la nomenclatura se identificaron

3. Instituto Nacional de vías.

4. Para 1995, no se tenían cámaras digitales comercializadas, el uso de cámaras réflex permitían tomar fotografías, mediante visores, pero solo hasta revelar la película, se podía comprobar el resultado.

Figura 4. Pantano de Vargas y Monumento a Lancersos, localización (1), elaboración propia y fotografías del conjunto escultórico. Casa Vargas (2), Plaza principal (3), vistas del conjunto (4, 5, 6). Fotografías Mayorga M.I. 2006.
 Figure 4. Vargas Reservoir and Monument to Lancersos, location (1), own elaboration and photographs of the sculptural group. Vargas House (2), Main Square (3), views of the complex (4, 5, 6). Photographs Mayorga M.I. 2006.



las esculturas de la 01 a la 15 y se definieron letras para los componentes de cada escultura, C = Caballo, J = Jinete, L = Lanza.

La nivelación de las esculturas se realizó marcando niveles cada 50 cm, de forma que obtuvieramos niveles y cuadernas (horizontales y verticales) de las diferentes esculturas. Se utilizaron equipos de nivelación láser que agilizaron el trabajo de campo, sin embargo como la visualización del nivel se dificulta, en condiciones de luz-día, fue necesario trabajar en jornadas en las que el sol no afectará, esta nivelación se complementó con el uso de nivel de manguera que se desplazó a las zonas externas, la marcación de las líneas de niveles en la escultura se realizó



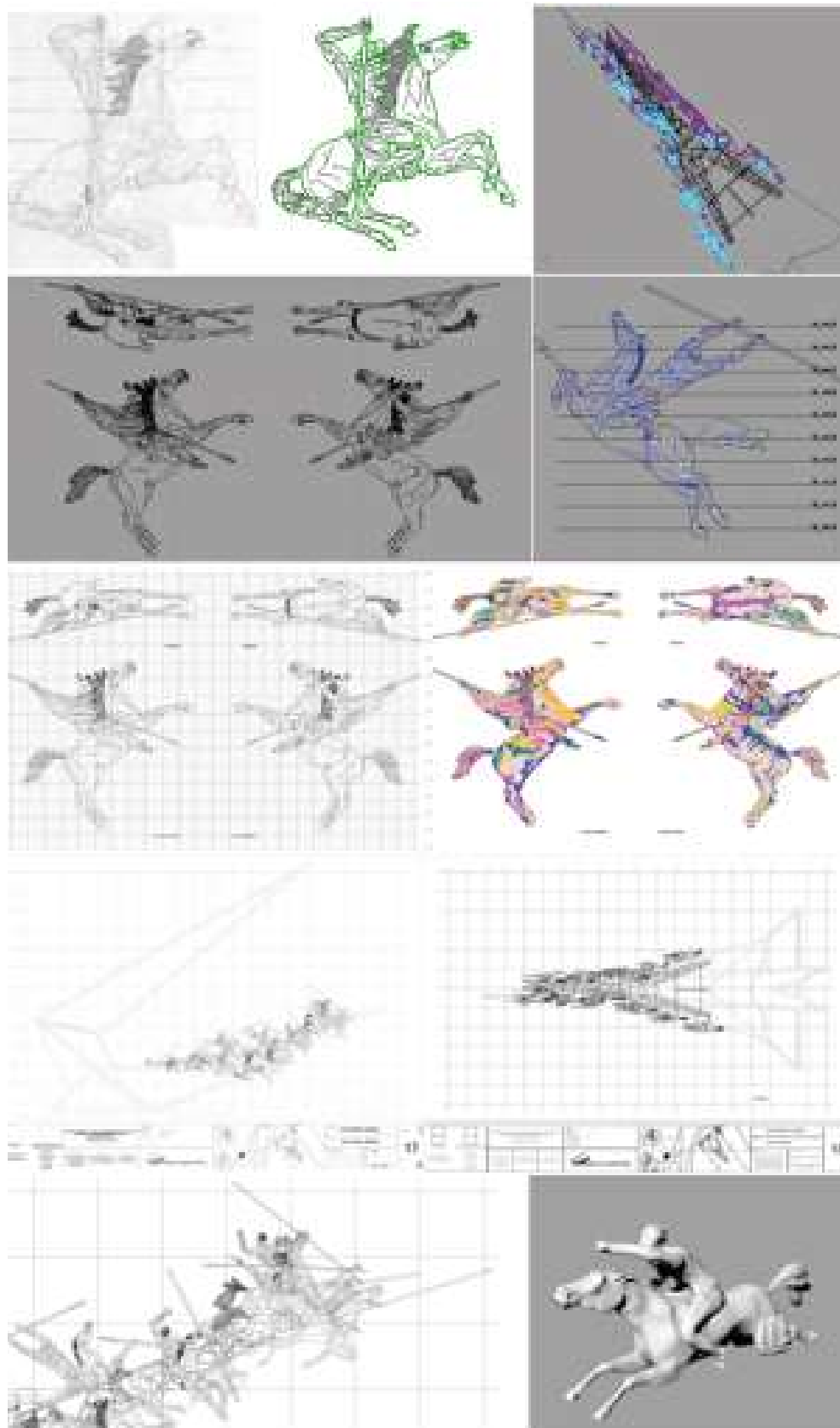
Figura 5. Monumento a los lanceros, (1) trazado de niveles horizontales y verticales con nivel láser, (2) Registro fotográfico de flancos (3 y 4) toma fotográfica superior, (5 y 6) dibujo de los flancos internos, (5 y 6) Levantamiento topográfico. Fotografías Mayorga 2006.
 Figure 5. Monument to the lanceros, (1) horizontal and vertical levels drawn with laser level, (2) photographic record of flanks, (3 and 4) upper photographic shot, (5 and 6) drawing

con tiza, la cual no genera ningún efecto nocivo sobre la escultura, permitiendo una visibilidad adecuada de los puntos, facilitando el trabajo del dibujo artístico, la fotografía y la medición topográfica, al final del proceso, las líneas marcadas con la tiza fueron borradas.

Con las líneas y niveles en las esculturas, se trabajó en tres áreas: el registro


Figura 6. Monumento a los lanceros, resultados, (1) Digitalización de los dibujos y fotografías, (3) corroboración con puntos topográficos, (3) levantamiento métrico de una de las esculturas trazado de niveles horizontales y verticales con nivel láser, (2) Registro fotográfico de flancos (3 y 4) toma fotográfica superior, (5 y 6) dibujo de los flancos internos, (5 y 6) Levantamiento topográfico. Mayorga 2006.

Figure 6. Monument to the lanceros, results, (1) Digitalization of drawings and photographs, (3) corroboration with topographic points, (3) metric survey of one of the sculptures tracing horizontal and vertical levels with laser level, (2) Photographic record of flanks, (3 and 4) upper photographic shot, (5 and 6) drawing of the internal flanks, (5 and 6) topographic survey. Mayorga 2006.



fotográfico, el dibujo artístico de los flancos internos especialmente y externos por cada una de las esculturas y la toma de datos de puntos topográficos, que llegaron a ser más de tres mil.

El registro fotográfico se efectuó con el uso de cámara digital, esto permitió no solo obtener una fotografía más precisa, que se podía corregir o acentuar e



identificar en tiempo real en el sitio, sino también tener mayor número de tomas, se establecieron diferentes procesos que permitieron obtener: 1. Tomas generales del monumento desde lugares altos en los alrededores del Pantano de Vargas que nos permitieron tener una visión de conjunto del monumento. 2. Toma de flancos y detalles laterales y frontales del conjunto y cada escultura, y 3. Tomas de la vista superior, que se realizaron desde la punta de lanza en la parte superior del conjunto. Para las tomas de los flancos, se armaron andamios de hasta 8 secciones llegando a una altura aproximada de 13 metros, desde esta altura, ubicándonos lo más alejados de las esculturas (sobre el borde de la plazoleta) y, con la ayuda de dos oficiales, se desplazaron los andamios y se tomaron fotografías frontales de los flancos externos, las tomas se realizaron a diferentes niveles de las esculturas, proceso que generó un alto riesgo debido a que los andamios se encontraban sueltos, de tal forma que el proceso se detenía cuando las condiciones de viento generaban inestabilidad en el andamio, otro factor a considerar fue el desplazamiento y bloqueo de los andamios que requería un cuidado especial, ya que el piso de la plazoleta se encontraba en reparación y algunas losetas estaban deterioradas. (años más tarde aparecerán los drones que evitan este tipo de riesgo, sin embargo, en ese momento no existían comercialmente). Para las tomas superiores fue necesario el apoyo de la defensa civil, que mediante cuerdas y líneas de vida nos permitió llegar a lo más alto de la punta de lanza para tomar las fotografías generales y en detalle, finalmente desde la plazoleta se tomaron las fotografías de los flancos inferiores de cada escultura, a nivel del suelo.

El dibujo artístico de cada una de las esculturas fue asumido por los artistas Jimmy Ramírez y Dilma Valderrama, utilizando como referencia y escala las líneas horizontales y verticales trazadas, haciendo especial énfasis en la parte interna de las esculturas, las cuales, en la mayoría de los casos, no eran visibles en el registro fotográfico.

El levantamiento topográfico se realizó con equipos de topografía comunes para ese momento como el teodolito, para ese entonces, se intentó registrar datos con un GPS, pero los rangos de precisión y detección de satélites en el lugar era impreciso y de rangos de 1 a 0.50 mt., razón por la cual a pesar de conseguir el equipo disponible para la época (sensores de tamaños mucho mayores que los que hoy se conocen) se decidió descartar esta información y continuar con procesos de levantamiento topográfico con teodolito, los datos fueron registrados en las carteras de campo identificando los puntos de los J (jinete) C (Caballo) y L (lanza), esta codificación fue fundamental para reconocer la nube de puntos construida con más de tres mil datos.

Con los resultados de cada proceso (fotografías, dibujos, topografía), se realizó la digitalización y ajuste de cada uno de los puntos topográficos y líneas de dibujo, el proceso se realizó identificando códigos de línea diferenciados para contornos de figuras, gestos, y texturas, esta caracterización permitió una mejor comprensión de los dibujos, así mismo, se rotularon y diagramaron sobre retículas que permitieron proporcionar el dibujo a escala con precisión, de esta forma, se obtiene el levantamiento en planimetría bidimensional digital, los resultados de acuerdo con los objetivos y compromisos se entregaron en planos de levantamiento métrico así: 1. Vistas generales del conjunto de la escultura, aunque se solicitaron solo los dos flancos, fueron entregados también la vista superior e inferior, 2. Planos de cada una de las esculturas, vista superior, inferior, flanco izquierdo y derecho, los dibujos contienen tanto las escalas como una cuadrícula que permite dimensionar las esculturas.

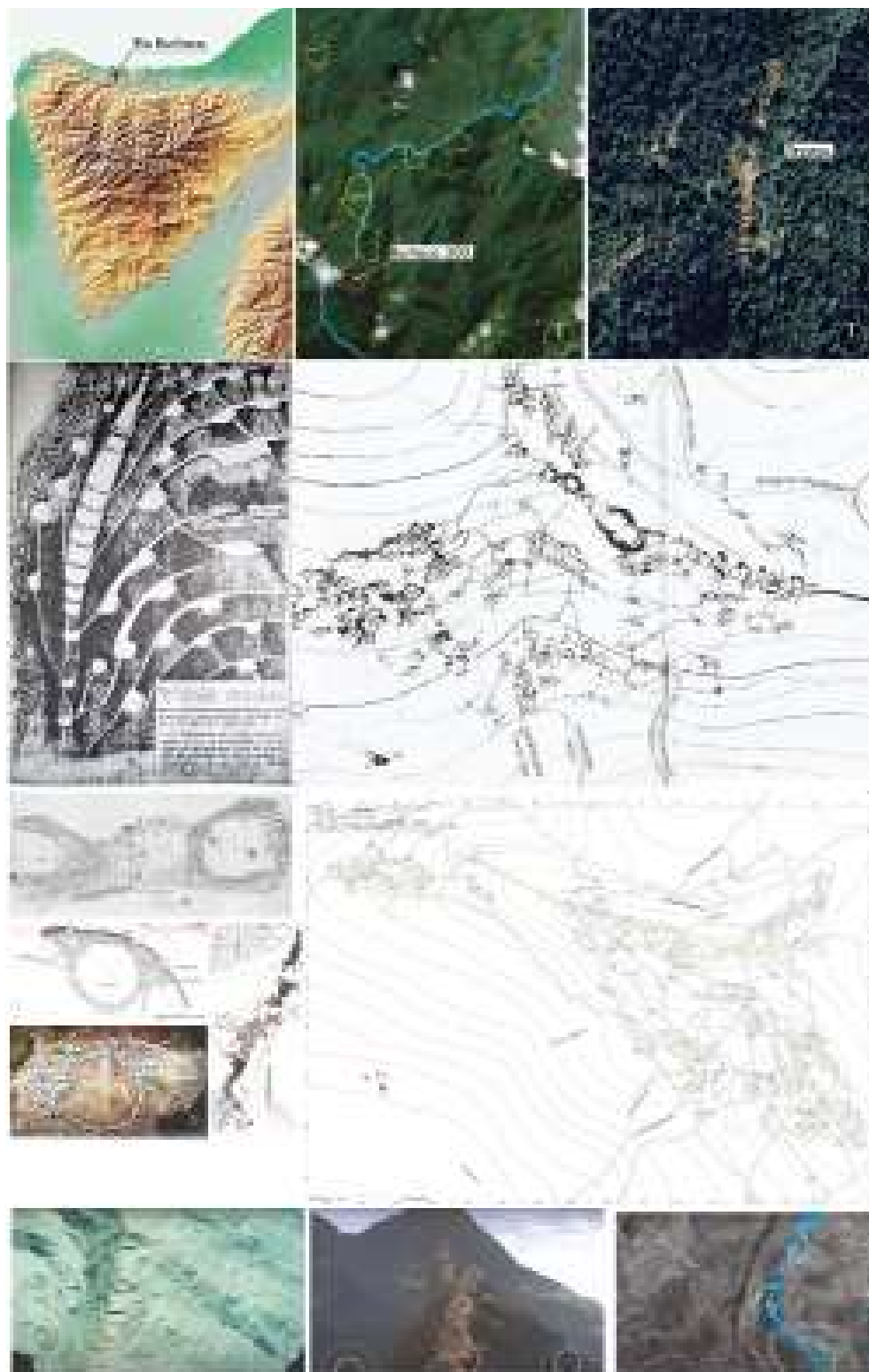


Figura 7. Teyuna, localización del lugar (1). Bocetos hipotéticos de cómo se entendía el sitio Valderrama 1976. (2) Levantamiento urbano Rodríguez Serje 1979, (3) levantamiento métrico zona central Mahecha 1977 (4) Levantamiento de una terraza Bateman, Peñaloza 2012 a 2019 (4) plano digital del Parque arqueológico a partir de Rodríguez, Serje por Giraldo. (5) Imágenes del modelo LIDAR, Lee Albert, NatGeo (6, 7 y 8).

Figure 7. Teyuna, location of the site (1). Hypothetical sketches of how the site was understood Valderrama 1976. (2) Urban survey Rodríguez Serje 1979, (3) metric survey central zone Mahecha 1977 (4) Survey of a terrace Bateman, Peñaloza 2012 to 2019 (4) digital plan of the archaeological Park from Rodríguez, Serje by Giraldo. (5) LIDAR model images, Lee Albert, NatGeo (6, 7 and 8).

Otro resultado corresponde a los planos de calificación, sobre los cuales se registraron las lesiones de acuerdo con las determinantes del grupo de intervención, mediante la zonificación con texturas y colores que corresponden a los tipos de lesiones especificadas. Como parte del proceso, se decidió realizar un modelo tridimensional de una de las esculturas, lo que se convirtió en un reto al interior del equipo, ya que no estaba contemplado en el objeto del proyecto (Figura 6).

3. Parque Arqueológico Teyuna - Ciudad Perdida

El tercer y último caso de estudio analizado se realizó como parte de la investigación

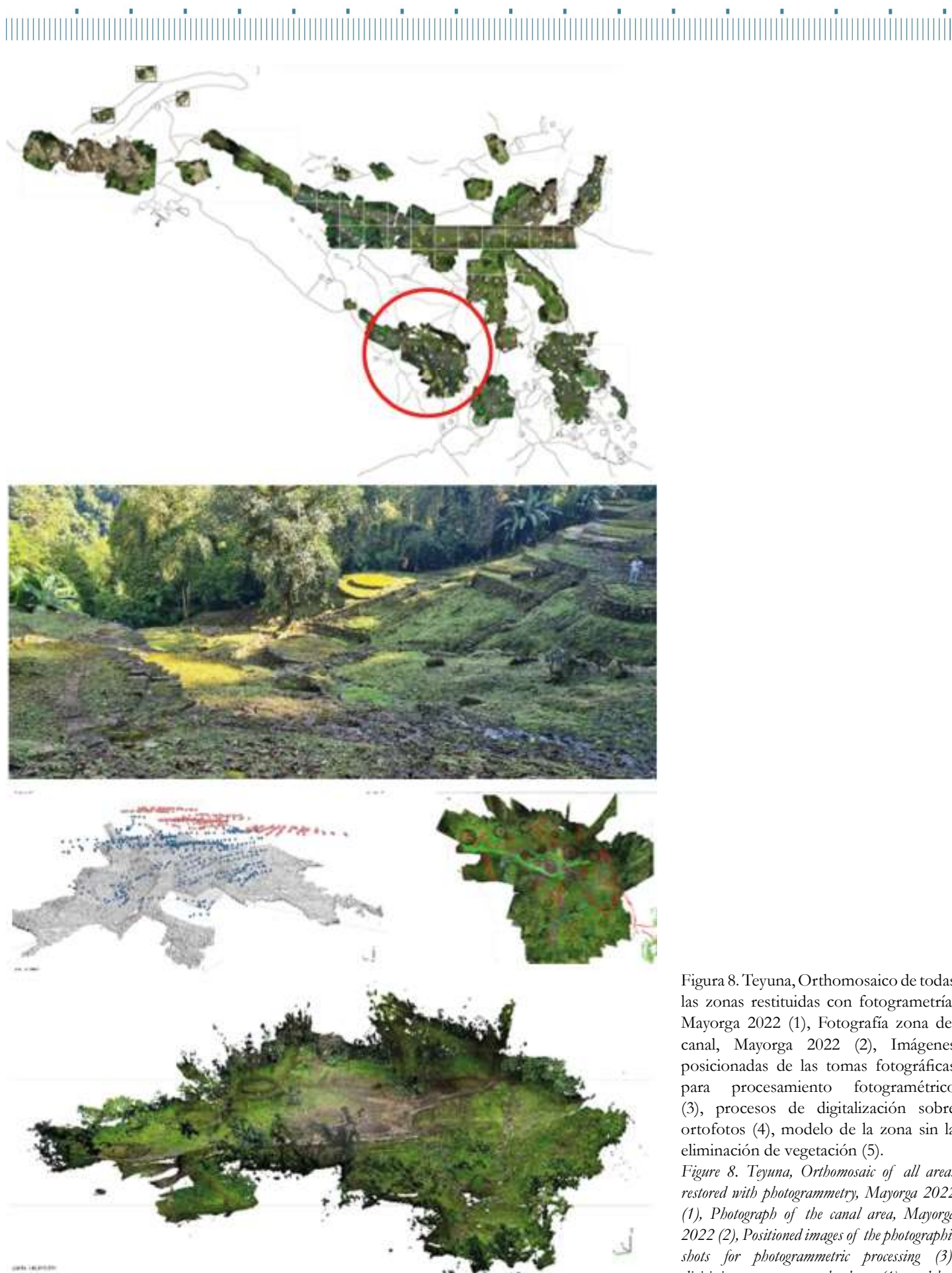


Figura 8. Teyuna, Orthomosaico de todas las zonas restituidas con fotogrametría, Mayorga 2022 (1), Fotografía zona del canal, Mayorga 2022 (2), Imágenes posicionadas de las tomas fotográficas para procesamiento fotogramétrico (3), procesos de digitalización sobre ortofotos (4), modelo de la zona sin la eliminación de vegetación (5).

Figure 8. Teyuna, Orthomosaic of all areas restored with photogrammetry, Mayorga 2022 (1), Photograph of the canal area, Mayorga 2022 (2), Positioned images of the photographic shots for photogrammetric processing (3), digitizing processes on orthophotos (4), model of the area without the elimination of vegetation (5).

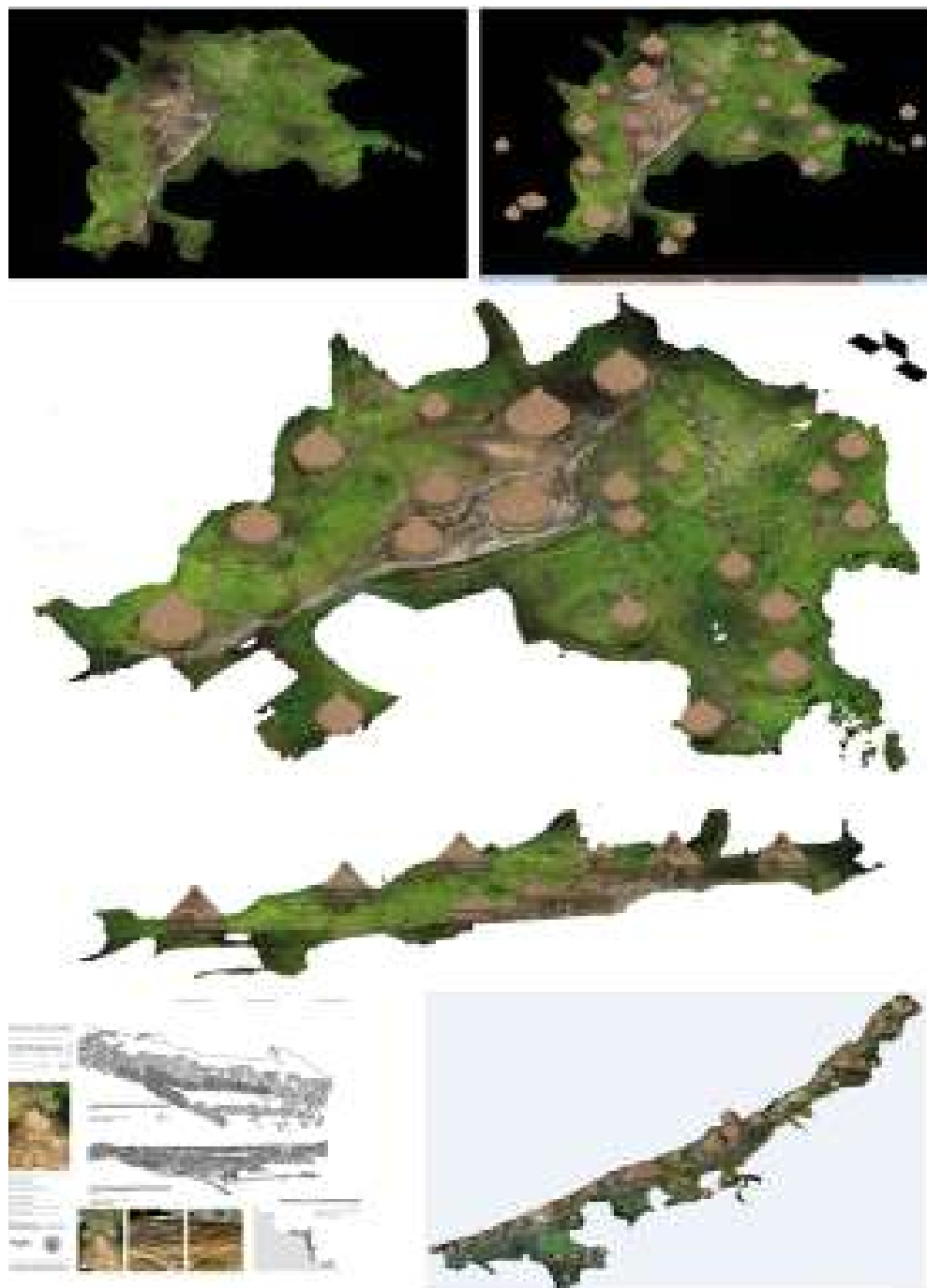


Figura 9. Teyuna, resultados, modelos tridimensionales, reconstrucciones y planos de una zona de estudio. reconstrucción eje central.

Figura 9. Teyuna, results, three-dimensional models, reconstructions and plans of a study area. reconstruction of the central axis.

doctoral “El agua como constructor de territorio y arquitectura” que se encuentra en desarrollo, Teyuna es el nombre dado por las culturas indígenas al asentamiento prehispánico que se desarrolló de 560 d.C a 1385 d.C, aproximadamente, se constituye en un lugar de conocimiento sobre la forma en que la cultura Tairona se asentó en el territorio, el sitio permaneció abandonado después de la conquista hasta la década de 1970, cuando fue encontrado bajo metros de tierra y vegetación que creció durante cinco siglos sobre las estructuras de piedra, este lugar, uno de los más estudiados de los cerca de trescientos sitios identificados de la cultura que se identificó como Tairona en la Sierra Nevada de Santa Marta, desarrolló un urbanismo adaptado al territorio, construyendo por medio de plataformas, contenciones, escaleras, caminos y anillos de viviendas un sistema que gestiona el agua, lo que les permitió tener un aprovechamiento del agua y el desarrollo de la agricultura, este conjunto que se delimita en 22 hectáreas aproximadamente para

Levantamiento Métrico	Caso 1. San Francisco	Caso 2 Lanceros	caso 3 Teyuna
Año:	1995	2006	2022
Área:	5.800 m ²	1.680 m ² aprox. (35 x 48)	20.000 m ² aprox. (20 hect.)
T. de ejecución:	6 meses (32m ² día)	1 mes (56m ² día)	6 meses (111m ² día)
Trab. de campo	3 meses	20 días	7 días
Rendimiento	32 día	56 m ² día	111 m ² día
Equipo Humano:	1 arquitecto encargado del levantamiento T. Completo. (levantamiento y dibujo) 2 ayudantes T. Parcial. 1 auxiliar dibujo proyecto	1 Arquitecto Restaurador. (dirección), 2 artistas TP 2 topógrafos, TP 2 auxiliares (Trabajo de campo y digitalización)	1 Arquitecto Restaurador (dirección). 2 Arquitectos (1. Dron, fotogrametría - 2. montaje, digitalización y modelado). 4 auxiliares digitalización. TP
Herramientas y equipos	Cinta métrica, Jalón, manguera y plomada. Tablas. Cámara réflex.	Nivelación láser, equipo de topografía, Cámara digital. dibujo digital asistido por computador.	Dron, nivel y distanciómetro láser, cinta métrica. Modelado digital.
Metodología	Restitución manual con nivelación y toma de datos directa, uso de medidas laterales por sumatoria y diagonales triangulando los espacios.	Elaboración de niveles horizontales y cuadernas verticales con nivel laser, toma fotográfica, topografía y dibujo artístico de las esculturas	planeación del trabajo con carteras de campo por zonas, registro fotográfico con dron y cámara digital, restitución con software para fotogrametría, obtención de mallas tridimensionales posicionadas en modelo LIDAR
Toma de datos	Manual	Manual, topográfica y fotografía digital	Digital, registro y georreferencia de datos.
Resultados	Planos a tinta sobre pergamino, en pliegos escala 1:50	Planos impresos de conjunto y por cada una de las esculturas 2d.	Modelos de mallas, 3d, tridimensionales, que permiten impresiones y proyección del sitio.

Tabla 1. Comparativo entre los tres estudios de caso.

Table 1. Comparison between the three case studies.

el estudio, hace parte de un sistema intercomunicado de lugares de los que todavía queda mucho por investigar.

Como primera etapa se recopiló y analizó la planimetría existente del sitio, que va desde los levantamientos realizados de la parte central del sitio (elaborados paralelamente a la limpieza y restauración del eje central después de ser saqueada por gUAQUEROS), realizados manualmente por Mahecha en 1977, hasta el modelo tridimensional de terreno obtenido mediante sistemas LIDAR en 2019 por Nat Geo, pasando por levantamientos topográficos urbanos como los de Rodríguez, Serje; Pérez, Mejía; Peñalosa, entre otros, los cuales se analizaron, identificando su alcance y precisión además de otros parámetros de investigación (Mayorga, 2022), sin embargo, la información no permitía realizar un análisis real de la gestión del agua. Era necesario entonces, como siguiente etapa, definir una metodología que permitiera llevar a cabo un levantamiento científico del lugar para poder corroborar las hipótesis de la investigación (Figura 7).

El proceso de documentación gráfica significó uno de los mayores retos profesionales en la documentación de un lugar, debido a las proporciones, dificultad en el trabajo de campo y la utilización de equipos en medio del clima cálido húmedo de la Sierra, el proceso se realizó con la previa gestión de permisos ante las entidades y comunidades indígenas que se encargan de la protección del sitio y con la preparación de planimetría general que sirvió de cartera de campo para la gestión de la toma de datos mediante fotografías con drones, cámaras digitales, medición directa entre otras.

El trabajo de campo se desarrolló en siete días, sin embargo, fue necesario disponer de varios días más para el ascenso y descenso a pie al sitio, en jornadas




Figura 10. Equipos de Trabajo (1) San Francisco 1995, (2) Lanceros 2006, (3) Teyuna, 2022.

Figure 10. Work Teams (1) San Francisco 1995, (2) Lanceros 2006, (3) Teyuna, 2022.

de camino en medio de la vegetación con clima cálido y húmedo. La obtención de información se realizó mediante fotogrametría con el uso de drones y cámaras digitales y se corroboraron medidas generales en varios puntos como comprobación y verificación, el trabajo de campo se desarrolló en jornadas que exigieron el trabajo continuo desde primeras horas del día para aprovechar el tiempo seco y registrar datos, ya que en las tardes las fuertes y prolongadas lluvias no permitían la toma de datos para el levantamiento, con la información recopilada en más de cinco mil fotografías tomadas con drones y cámaras digitales, la verificación de medidas manuales con distanciómetro y nivel laser en sitio, se llegó a la última etapa.

La tercera etapa del levantamiento correspondió al procesamiento de la información como primer resultado se obtuvieron las ortofotos, ortomosaicos, y los modelos DEM (Modelos digitales de elevación) mediante procesamiento con software especializado en fotogrametría. Los resultados, fueron posicionados en el modelo LIDAR, posteriormente se digitaliza la información, el resultado es el levantamiento más completo y preciso que hasta el momento existe del sitio, en el proceso de digitalización se logró generar mediante el uso de diferentes software una malla tridimensional por partes de las zonas estudiadas, esta información que contiene datos en cada archivo de varias gigas, requiere equipos de gran capacidad de memoria, en algún caso fue necesario separar en varias mallas para poder generar y utilizar los modelos tridimensionales, esta información fue un gran logro y con ella se realizó la reconstrucción del lugar y se está llevando a cabo el análisis en torno al manejo del agua.

El levantamiento tridimensional del sitio logró los objetivos propuestos, no solo por la metodología y equipos, si no por la selección de tecnologías adecuadas y prácticas para las condiciones del lugar, un ejemplo es el uso de un dron de pequeño formato que permitió la toma fotográfica por debajo del dosel de



vegetación evitando las lianas que se encuentra extendida y colgada de los árboles, (con drones más grandes se dificulta este proceso), así mismo, el proceso de digitalización, modelado y generación de imágenes finales reconstructivas, requirió de una gestión ordenada de la información y la consolidación de una metodología que lograra en alrededor de seis meses obtener los resultados propuestos.

Los resultados de este levantamiento se constituyen no solo en una visión real del parque arqueológico que contribuye a la investigación real del sitio, evitando especulaciones, este levantamiento se comparó con los existentes y a pesar de que algunos registraron algunas partes con detalle, en la mayoría de los casos no corresponden a la realidad topográfica del lugar y presentan áreas parciales, el caso del modelo LIDAR fue fundamental para el posicionamiento de las mallas, el detalle al que se llegó supera la información encontrada, los resultados permitieron además una reconstrucción de las viviendas que dan una visión del sitio como reconstrucción entre otros procesos, a pesar de lograr modelar gran parte de las zonas urbanizadas, algunas que ya están tomadas por la vegetación quedaron ocultas, así mismo los caminos, que aunque se señalaron y posicionaron, eran difíciles de restituir por la densidad de vegetación e incluso troncos que evitaban el recorrido, las labores de limpieza y mantenimiento constante del parque arqueológico son avasalladas por el crecimiento de vegetación y acumulaciones en los drenajes y caminos que se arrastran con la lluvia, tema que representa un gran reto para la conservación de este parque arqueológico como patrimonio de conocimiento.

Este levantamiento representó el reto de documentar un lugar ubicado a dos días de camino, en medio de la Sierra Nevada, con más de veinte hectáreas restituidas en modelos tridimensionales que representa un logro importante en el ejercicio profesional, realizado con recursos propios, lo que supone recursos limitados.

Conclusiones

Cada uno de los proyectos asumidos en la documentación gráfica del patrimonio a lo largo de veintiocho años, fue generando nuevo conocimiento y nuevas estrategias en cuanto a la metodología, las herramientas, proyección de los resultados, entre otros que fue evolucionando, permitiendo procesos (en la planeación, implementación y resultados) cada vez más rápidos, precisos y detallados, esto se puede ver en la tabla 01 que muestra los resultados de los tres casos de estudio.

Aunque los casos de estudio tienen cada uno una complejidad particular; una obra arquitectónica, una escultura y un parque arqueológico, cada uno de ellos aportó un concepto metodológico que permitió implementar un trabajo de campo y llegar a los resultados propuestos. Representan en cada tiempo la búsqueda de nuevo conocimiento, cada proceso representó un reto en sí mismo, que permite hoy día identificar estrategias en la documentación gráfica del patrimonio.

Cada levantamiento se desarrolló con presupuestos limitados en donde era necesario una estrategia clara, con el aprovechamiento del tiempo de trabajo de campo efectivo, lo que se logró viviendo en el lugar durante el trabajo de campo. La planeación preliminar también fue fundamental de tal forma que se tuvieran las herramientas necesarias para la toma de datos, que hicieron de cada proceso un tiempo efectivo y que se llegara a los resultados propuestos. Sin embargo, el mayor logro es que la documentación contribuye eficientemente a los procesos de conservación y valoración del patrimonio.

Agradecimientos

San Francisco: Dirección: Arq. María Eugenia Martínez; Arq. María Isabel Mayorga

(Levantamiento Arquitectónico); Arqueóloga Mónica Terrien, Antropóloga María Isabel Patiño; Restaurador Rodolfo Vallín Magaña; Patología Juan Carlos Rivera. Lanceros: Dirección: Arq. María Isabel Mayorga, Artista Dilma Valderrama, Artista Jimmy Ramírez, Topografía. Adriana Muñoz, Diseñador Industrial Néstor Sierra, Ingeniero Ricardo Amado, Logística y apoyo: Ana Isabel Hernández, Ana Manuela Villamil.

Teyuna: Dirección: y autoría Arq. María Isabel Mayorga, Apoyo de profesionales como Santiago Giraldo, Andreia Peñaloza, Carolina Bateman, Luisa Fernanda Herrera, Juan Felipe Pérez, Ana María Groot, José Luis Mahecha, Alejandro Amaya, Walter Hinojosa, Edwin Rey, Septimio Martínez, de los arquitectos auxiliares Sebastián Wilches, Nicolas Martínez y la digitalización Melisa Parra Takeuchi, Alejandro Mayorga, Nicolas Galvis, Geraldine Rodríguez. Harvey Sebastián Peña.

References

Martínez, M. E., Sora, L. M., Mayorga, M. I. (1996). *Estudio Histórico del Claustro e Iglesia de San Francisco en Villa de Leyva*.

Mayorga, M. I. (2001). *Actual perspectiva de la restauración arquitectónica*. Artefacto, 9, 102-107.

Mayorga, M. I. (2022). *Teyuna: La ciudad perdida Tairona. Dibujos y levantamiento como aporte gráfico a su estudio*. In *Más allá de las líneas. La Gráfica y sus Usos XIX Congreso internacional de Expresión gráfica Arquitectónica*, 404.

Evolution of the Metric Survey Methodology. Three Case Studies 1995, 2006, 2022

Introduction

The graphic restitution of heritage has evolved in its methodology and instrumentation, integrating itself to the digital era thanks to the use of technological tools. We have gone from a two-dimensional planimetry (survey, qualification and project) supported by manual measurement and drawing, to three-dimensional georeferenced grids and editable prototypes, which reproduce reality and allow the management of information, increasingly more complete and closer to reality. The contribution of interdisciplinary teams and the use of more precise, practical and rapid techniques and instrumentation constitute an advance and a contribution to the study, conservation and restoration¹ of heritage.

Three case studies will be presented in which it will be shown how methodological strategies and instrumentation determine their results, confirming the progress in accuracy and speed in increasingly complex surveys. These cases were analyzed from their context, characteristics, object of study in the graphic documentation and survey process, identifying the tools and instruments, work team and duration, with their results and scope, which contributes critically to the research of the architectural graphic survey and its impact on processes of conservation and valuation of heritage.

The first case carried out in 1995 corresponds to the Church and Cloister of San Francisco in Villa de Leyva - Boyacá, the second case in 2006, the monument to Los Lanceros in Pantano de Vargas - Boyacá and the third and last case analyzed, developed in 2022, corresponds to the Teyuna-Ciudad Perdida (Lost City) Archaeological Park in the Sierra Nevada de Santa Marta (Figure 1).

Methodology

Each of the cases will be described and analyzed, identifying historical aspects of the heritage, characteristics in terms of methodology, tools and equipment, as part of the technology used at each moment, establishing both the planning, data collection and results. A comparative parallel will be established as a result of the study.

1. First case Church and Cloister of San Francisco in Villa de Leyva, measurement, restitution and manual drawing.

In 1995 the survey of the Cloister and Church of San Francisco in Villa de Leyva was carried out, implementing leveling with hose², use of plumb line, measuring with tape measure, manual drawing, among others. These processes, common at that time, in spite of being long and laborious, are also practical when there are no other resources, which is why they are still in force (with the use of levels, verticals and laser distance meters). These processes were a great contribution in the precise restitution of the planimetry of the heritage, their results are converted into detailed manual

plans, where the whole and the details of the monument are shown. Although computer-assisted drawing software already existed at that time, in this case the plans were drawn manually on parchment paper in ink, using rapidographs of different thicknesses, enriching the graphic expression of the survey. As a note, the thinnest rapidograph, 0.01 mm, was used in textures of materials such as the clay tile roof and elevation materials, as shown in Figure 3.

The case study is located in Villa de Leyva, founded in 1572, of Hispanic origin, with a grid or checkerboard layout. Religious communities such as the Augustinians, Carmelites, Dominicans and Franciscans settled there. In addition to its landscape and ensemble, the religious architecture stands out with churches such as the church of El Carmen, its cobblestone squares, domestic architecture and others such as the Royal Liquor Factory. Villa de Leyva was declared a National Monument (by decree No. 3641 of 1954).

The Cloister and church of San Francisco, was founded in 1612, on two houses, one donated by Captain Juan Perez de Salazar and another by Juan Bautista Marmolejo, who ordered to build a chapel and hermitage, which would be of walls, covered with tiles, however only until 1785 the current church and cloister were built. In 1829 to 1837, it was a hospital in charge of the brothers of San Juan de Dios (22), later it is abandoned, in 1875 José María Gutiérrez de Alba (Spanish), founded in the convent an Agricultural Institute that for the little support fails, in 1880 the Dominican Tertiaries restore the cloister, they accommodate it as a hospital, and they maintain it with intervals until 1944, (16). After another period of abandonment in 1954 and after the declaration of Villa de Leyva as National Monument (22), the complex is the object of intervention for the use of hospital; transforming its belfry and the balcony, apparently work of the master Acuña (22 and oral sources), between 1969 and 1980 The National Company of Tourism remodels it for the use of Tourist Hostelry; 1980-1982 Headquarters of the Mayor's Office, 1983-1986 during 1983 to 1986, it had different uses among them municipal library, cooperative, night school, deposit of the Municipality and police station. In 1986 the municipality loaned the building to Colegio Verde, today known as the Humboldt Institute (Martínez et al., 1996). In the process of restoration, the institute was moved to the cloister of San Agustín, which had been restored as a cultural center; however, the Humboldt Institute remains there to this day; the cloister is now part of the municipal facilities, all this data was corroborated and in some cases identified with the archaeological and historical study and with the detailed metric survey, as shown in Figure 2.

The restoration project contemplated the metric survey and qualification, in addition to the historical, archaeological, mural painting and pathological study, which allowed delivering the restoration proposal in 1995. The project was in charge of the Foundation for the Restoration of the Colombian Cultural Heritage of the Banco de la República, under the direction of the restorer María Eugenia Martínez, coordinated and approved by Colcultura and INVIAS³, who at that time were

in charge of the management and implementation of the restoration projects in Colombia.

The result included the historical, archaeological, pathological and landscape studies, as well as the intervention criteria, the photographic record (taken with a reflex camera⁴) and the field portfolios, in addition to the final plans of the survey, qualification and restoration project.

The field portfolios correspond to the document where the original information taken on site is presented, by spaces, elevations and details. The final survey plans indicate the measurements and geometry, dimensioned by summation and diagonals, as well as the location with areas. The qualification plans indicate the excavations carried out and contain materials and injuries, seeking to approach reality graphically with textures and details, unlike others that work with conventions such as symbols, colors or representative elements. These plans are accompanied by texts that clarify the criteria of originality and explanation of the damage (Figure 3).

2. *Monument to the Lancers in the Pantano de Vargas*

On the 150th anniversary of the Battle of the Vargas Swamp (1819), in 1969, the master sculptor Rodrigo Arenas Betancourt completed the creation of the 35-meter high sculpture, in which the engineer Guillermo González Zuleta also participated. The work was declared patrimony in 1975 and recognized as the sculpture of greater proportions in Colombia.

The ensemble is located in a civic plaza and consists of a concrete base on which a metal truss is hoisted that resembles a spearhead and supports the fifteen sculptures composed of a horse, a rider and his spear. The work conveys in the gestures of the lancers the feat of crossing the Andes from the eastern plains to fight for independence at Pantano de Vargas. This level of detail constituted a great challenge for the work team of the survey.

In 2006, the studies, survey and intervention proposal were contracted by the Universidad Externado de Colombia, and as part of this, the metric survey and qualification of each of the sculptures and general views of the group were developed. The survey was a unique experience, not only because of the importance and proportions of the sculpture on a monumental scale (twice the actual size), but also because of the formation of an interdisciplinary team composed, in addition to the restorer in charge, by artists, surveyors, and two auxiliary students, an industrial designer and an engineer with experience in topography. The conformation and commitment of this team was essential to meet the proposed objectives, overcoming the challenge of proportion and complexity of the sculpture (Figure 4).

For the development of the survey and qualification, the team traveled to Paipa for twenty days, rented a cabin that served as a resting place and office. For the field work, scaffolding of 6 and 8 sections each was installed, which allowed us to reach the different points of the sculptures and the level of the platform that supports the main structure, from this

point, ropes and safety elements were installed that allowed, with the use of a harness, to move safely. For the definition of the nomenclature, the sculptures were identified from 01 to 15 and letters were defined for the components of each sculpture, C = Horse, J = Rider, L = Lance.

The leveling of the sculptures was done by marking levels every 50 cm, in order to obtain levels and frames (horizontal and vertical) of the different sculptures. Laser leveling equipment was used to speed up the field work, however, as the visualization of the level is difficult in daylight conditions, it was necessary to work on days when the sun would not affect the leveling, this leveling was complemented with the use of a hose level that was moved to the external areas, the marking of the level lines on the sculpture was done with chalk, which does not generate any harmful effect on the sculpture, allowing adequate visibility of the points, facilitating the work of artistic drawing, photography and topographic measurement, at the end of the process, the lines marked with chalk were erased.

With the lines and levels on the sculptures, we worked in three areas: the photographic record, the artistic drawing of the internal and external flanks especially for each of the sculptures and the data collection of topographic points, which amounted to more than three thousand.

The photographic record was made with the use of a digital camera, this allowed not only to obtain a more precise photograph, which could be corrected or accentuated and identified in real time at the site, but also to have a greater number of shots, different processes were established that allowed us to obtain: 1. General shots of the monument from high places in the surroundings of the Vargas Swamp that allowed us to have an overall view of the monument. Shots of the flanks and lateral and frontal details of the monument and each sculpture, and 3. Shots of the top view, which were taken from the spearhead at the top of the monument. For the shots of the flanks, scaffolding of up to 8 sections was assembled, reaching a height of approximately 13 meters, from this height, placing us as far away from the sculptures as possible (on the edge of the square) and, with the help of two officers, the scaffolding was moved and frontal photographs were taken of the external flanks, the shots were taken at different levels of the sculptures, Another factor to consider was the displacement and blocking of the scaffolding, which required special care, since the floor of the plaza was being repaired and some of the tiles were deteriorated. (Years later, drones would appear to avoid this type of risk, however, at that time they did not exist commercially). And for the upper shots it was necessary the support of the civil defense, that by means of ropes and life lines allowed us to reach the highest point of the spearhead to take the general and detailed photographs, finally from the square we took the photographs of the lower flanks of each sculpture, at ground level.

The artistic drawing of each of the sculptures was undertaken by the artists Jimmy Ramirez and Dilma Valderrama, using as

reference and scale the horizontal and vertical lines drawn, with special emphasis on the inner part of the sculptures, which, in most cases, were not visible in the photographic record.

The topographic survey was performed with common topographic equipment for that time as the theodolite, at that time, it was tried to record data with a GPS, but the ranges of accuracy and detection of satellites in place was imprecise and ranges from 1 to 0.50 mt, reason for which in spite of getting the equipment available for the time (sensors of much larger sizes than those known today) it was decided to discard this information and continue with topographic survey processes with theodolite, the data were recorded in the field portfolios identifying the points of the J (rider) C (Horse) and L (lance), this codification was fundamental to recognize the cloud of points built with more than three thousand data.

With the results of each process (photographs, drawings, topography), the digitalization and adjustment of each of the topographic points and drawing lines was carried out, the process was done by identifying differentiated line codes for contours of figures, gestures, and textures, this characterization allowed a better understanding of the drawings, Likewise, they were labeled and diagrammed on grids that allowed to provide the drawing to scale with precision, in this way, the survey is obtained in two-dimensional digital planimetry, the results according to the objectives and commitments were delivered in metric survey plans as follows: 1. General views of the sculpture as a whole, although only the two flanks were requested, the top and bottom views were also delivered, 2. Plans of each of the sculptures, top, bottom, left and right flank views, the drawings contain both the scales and a grid that allows dimensioning the sculptures.

Another result was the qualification plans, on which the lesions were recorded according to the determinants of the intervention group, by means of zoning with textures and colors corresponding to the types of lesions specified. As part of the process, it was decided to make a three-dimensional model of one of the sculptures, which became a challenge within the team, since it was not contemplated in the object of the project (Figure 6).

3. *Teyuna Archeological Park - Ciudad Perdida (Lost City)*

The third and last case study analyzed was conducted as part of the doctoral research "Water as a builder of territory and architecture" which is under development, Teyuna is the name given by indigenous cultures to the pre-Hispanic settlement that developed from 560 AD to 1385 AD, approximately (Giraldo Peláez, 2022).C, approximately (Giraldo Peláez, 2022), it constitutes a place of knowledge on how the Tairona culture settled in the territory, the site remained abandoned after the conquest until the 1970s, when it was found under meters of earth and vegetation that grew for five centuries over the stone structures, this place, one of the most studied of the nearly three hundred identified sites of the culture that was identified as Tairona in the Sierra Nevada de Santa Marta,

developed an urbanism adapted to the territory, building by means of platforms, contentions, stairs, roads and rings of houses a system that manages the water, which allowed them to have a water use and the development of agriculture, this set that is delimited in 22 hectares approximately for the study, is part of an intercommunicated system of places of which there is still much to investigate.

As a first stage, the existing planimetry of the site was compiled and analyzed, ranging from the surveys made of the central part parallel to the cleaning and restoration of the central axis after being looted by *guaqueros*, carried out manually by Mahecha in 1977, to the three-dimensional terrain model obtained through LIDAR systems in 2019 by Nat Geo, passing through urban topographic surveys such as those of Serje, Pérez Mejía, Peñaloza, among others, which were analyzed, identifying their scope and accuracy in addition to other research parameters (Mayorga, 2022), however, the information did not allow for a real analysis of water management. It was necessary then, as a next step, to define a methodology that would allow a scientific survey of the site to be carried out in order to corroborate the research hypotheses (Figure 7).

The graphic documentation process meant one of the greatest professional challenges in the documentation of a site, due to the proportions, difficulty in field work and the use of equipment in the middle of the hot humid climate of the Sierra, the process was carried out with the previous management of permits before the entities and indigenous communities that are responsible for the protection of the site and with the preparation of general planimetry that served as a field portfolio for the management of data collection through photographs with drones, digital cameras, direct measurement among others.

The field work was developed in seven days, however, it was necessary to have several more days for the ascent and descent on foot to the site, in days on the road in the middle of the vegetation with warm and humid weather. The information was obtained by photogrammetry with the use of drones and digital cameras and general measurements were corroborated in several points as verification and verification, the field work was developed in days that required continuous work from early hours of the day to take advantage of dry weather and record data, The field work was carried out in days that required continuous work from the early hours of the day to take advantage of dry weather and record data, since in the afternoons the heavy and prolonged rains did not allow data collection for the survey, with the information collected in more than five thousand photographs taken with drones and digital cameras, the verification of manual measurements with distance meter and laser level on site, we reached the last stage.

The third stage of the survey corresponded to the processing of the information, as a first result the orthophotos, orthomosaics, and DEM models (Digital Elevation Models) were obtained through processing with specialized photogrammetry software. The results were positioned in the LIDAR model, then the information was digitized, the

result is the most complete and accurate survey that exists so far of the site, in the digitization process was generated by using different software a three-dimensional mesh by parts of the areas studied, This information, which contains data in each file of several gigabytes, requires equipment with large memory capacity, in some cases it was necessary to separate into several meshes to generate and use three-dimensional models, this information was a great achievement and with it the reconstruction of the site was carried out and the analysis of water management is being carried out.

The three-dimensional survey of the site achieved the proposed objectives, not only because of the methodology and equipment, but also because of the selection of appropriate and practical technologies for the site conditions, an example is the use of a small format drone that allowed the photographic capture below the vegetation canopy avoiding the lianas that are extended and hanging from the trees, (with larger drones this process is difficult), likewise, the process of digitalization, modeling and generation of final reconstructive images, required an orderly management of the information and the consolidation of a methodology that achieved in about six months to obtain the proposed results.

The results of this survey constitute not only a real vision of the archaeological park that contributes to the real investigation of the site, avoiding speculations, this survey was compared with the existing ones and although some recorded some parts in detail, in most cases do not correspond to the topographic reality of the site and present partial areas, the case of the LIDAR model was essential for the positioning of the meshes, the detail that was reached exceeds the information found, the results also allowed a reconstruction of the houses that give a vision of the site as a reconstruction among other processes, Despite modeling most of the urbanized areas, some that are already taken by vegetation were hidden, likewise the roads, although they were marked and positioned, were difficult to restore by the density of vegetation and even trunks that prevented the route, the work of cleaning and constant maintenance of the archaeological park are overwhelmed by the growth of vegetation and accumulations in the drains and roads that are dragged with the rain, an issue that represents a major challenge for the conservation of this archaeological park as a heritage of knowledge.

This survey represented the challenge of documenting a place located two days away, in the middle of the snowy mountain range, with more than twenty hectares restituted in three-dimensional models, which represents an important achievement in the professional exercise, carried out with own resources, which means limited resources.

Conclusions

Each of the projects undertaken in the graphic documentation of heritage over twenty-eight years, generated new knowledge and new strategies in terms of methodology, tools, projection of results, among others, which evolved, allowing processes

(in planning, implementation and results) increasingly faster, more precise and detailed, as shown in Table 01, which shows the results of the three case studies.

Although the case studies each have a particular complexity; an architectural work, a sculpture and an archaeological park, each of them contributed from the methodological concept that allowed the implementation of a field work and to reach the proposed results. Seen today they represent in each time the search for new knowledge, each process represented a challenge in itself, which allows today to identify strategies in the graphic documentation of heritage.

Each survey was developed with limited budgets where a clear strategy was necessary, with the use of effective fieldwork time, which was achieved by living on site during the fieldwork. Preliminary planning was also fundamental in order to have the necessary tools for data collection, which made each process time-effective and led to the proposed results. However, the greatest achievement is that the documentation contributes efficiently to the processes of heritage conservation and valuation.

Acknowledgements

San Francisco: Management: Arc. María Eugenia Martínez; Arc. María Isabel Mayorga Architectonic survey; Archeologist Mónica Terrien Anthropologist María Isabel Patiño; Restorer Rodolfo Vallín Magaña; Pathology Juan Carlos Rivera.

Lanceros: Management: Arc. María Isabel Mayorga, Artist Dilma Valderrama, Artist Jimmy Ramírez, Topography. Adriana Muñoz, Industrial designer Néstor Sierra, Ingeniero Ricardo Amado, Logística y apoyo: Ana Isabel Hernández, Ana Manuela Villamil.

Teyuna: Management: and authorship Arc. María Isabel Mayorga, Support from professionals such as Santiago Giraldo, Andrea Peñaloza, Carolina Bateman, Luisa Fernanda Herrera, Juan Felipe Pérez, Ana María Groot, José Luis Mahecha, Alejandro Amaya, Walter Hinojosa, Edwin Rey, Septimio Martínez, of auxiliary architects Sebastián Wilches, Nicolas Martínez and digitalization Melisa Parra Takeuchi, Alejandro Mayorga, Nicolas Galvis, Geraldine Rodríguez. Harvey Sebastián Peña.

[1] Architectural restoration, based on international criteria and agreements, in the case of Colombia the General Law of Culture, based on the Venice Charter, the different theories of intervention from conservationism to stylistic restoration evolved towards a critical restoration (Mayorga, 2001).

[2] It is a container (hose), which contains a liquid (water is the most common and recommended), liquids tend to remain horizontal at rest, so by moving away the two ends of the hose (liquid container), the horizontal is preserved, in this way you can move the same level from one place to another, it is important that the hose has no bubbles or fractures that prevent the containment or movement of the liquid, and that the two ends are open at the time of marking the level, to allow the movement of the liquid to its horizontal stabilization at rest.

[3] Instituto Nacional de Vías (National Road Institute).

[4] By 1995, there were no commercially available digital cameras, the use of reflex cameras allowed taking pictures through viewfinders, but only until the film was developed, the result could be checked.