

LA NEOCUEVA

Creación del modelo digital para su réplica

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL



Introducción

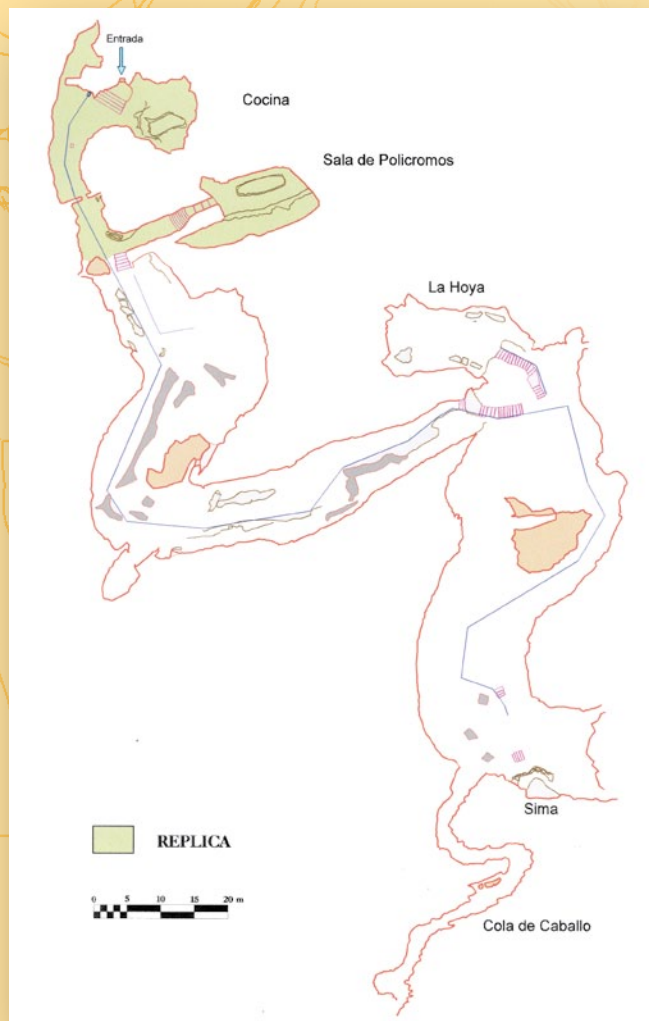
El Consorcio de Altamira encargó en febrero de 1998 al Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), Organismo Autónomo del Ministerio de Fomento adscrito a la Subsecretaría a través de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, los trabajos topográficos y fotogramétricos para la realización de la Neocueva.

La Neocueva corresponde a la reproducción de la zona sombreada en verde, estando formada por la réplica del vestíbulo, cocina y sala de polícromos de la cueva de Altamira a la que se le han eliminado todos los elementos artificiales que las actuaciones humanas han incorporado a partir de su descubrimiento, y los procesos geológicos acontecidos, dejándola como estaba hace 14.500 años.

Los trabajos fueron realizados por el Servicio Regional en Cantabria y los Servicios Centrales del Instituto Geográfico Nacional, contando con el apoyo de los Servicios Regionales de La Rioja y Castilla y León. En mayo de 2000, se efectuó un nuevo contrato administrativo para la definición geométrica del resto de la cueva.

Diversos factores condicionaban el trabajo a realizar: alta precisión requerida, geometría totalmente irregular, alto grado de humedad, baja temperatura, imposibilidad de contacto con grabados y pinturas, iluminación insuficiente... Todo ello ha

hecho que la instrumentación topográfica y fotogramétrica utilizada, así como las metodologías, fuesen particularmente específicas.



Trabajo Topográfico

El trabajo topográfico requirió una precisión muy elevada. Los métodos utilizados han sido: poligonación, radiación, intersección inversa y nivelación geométrica.

La geometría de la cueva se definió (excepto en el techo de la sala de polícromos), a través de un poliedro de caras triangulares, resultante de la unión de sus vértices tomados con una equidistancia aproximada de 5 cm. Se tomaron también líneas de referencia o de ruptura de los elementos estructurales más destacados que servirían para el mejor modelado durante el tratamiento de los datos.



Nivelación de alta precisión



Poligonación con centrado forzoso

La instrumentación utilizada fue la siguiente:

- Teodolito motorizado con distanciometro láser de luz visible (conjunto controlado con programas de cálculo desarrollados específicamente para este trabajo).
- Nivel de alta precisión y materiales complementarios: trípodes, sistema de centrado forzoso, prismas, clavos, linternas, etiquetas reflectantes.



Teodolito motorizado con distanciómetro láser

Tratamiento de Datos

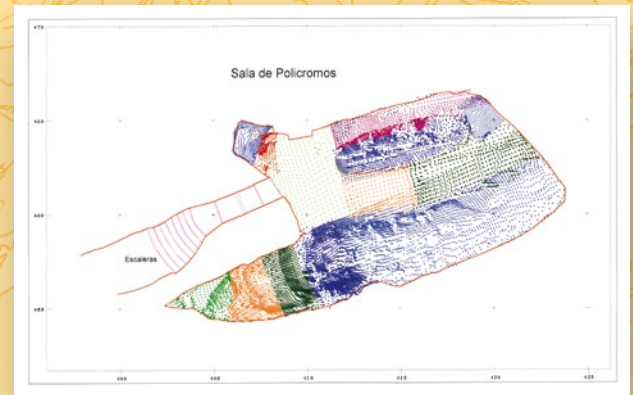


El volumen de puntos para éste tipo de levantamiento topográfico adquirió unas proporciones gigantescas, midiéndose directamente unos 400.000 puntos, que fueron visualizados, analizados y filtrados mediante un programa de CAD para que no quedara ninguna zona por cubrir y evitar duplicados.



Barrido automático

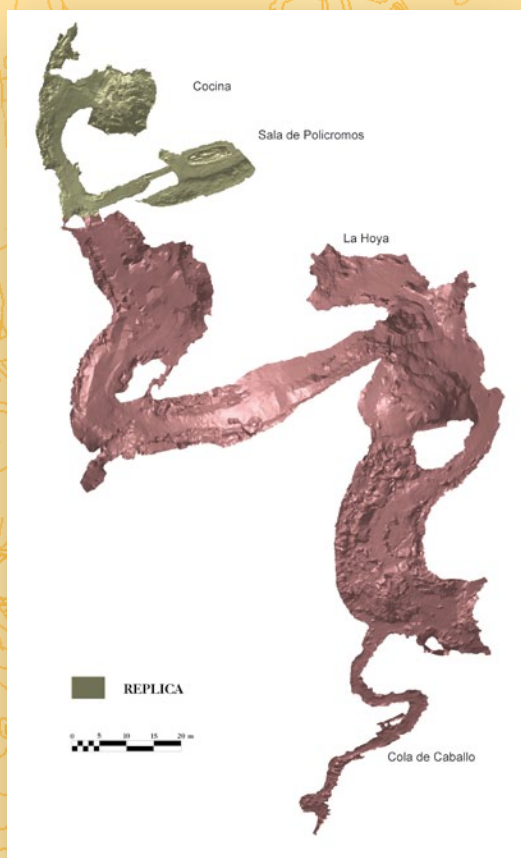
Con las líneas de ruptura tomadas se creó un fichero gráfico, en el que quedó reflejada la separación de suelo, pared y techo, así como los estratos, grietas y otros detalles significativos.



Visualización en PC portátil

Estas líneas se utilizaron posteriormente para obtener el modelo digital.

A partir de los puntos tomados en la cueva, previamente filtrados y depurados, se obtuvieron tres ficheros correspondientes al techo, paredes y suelo.

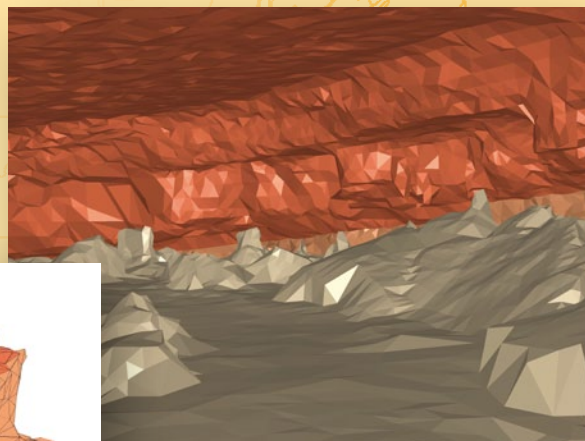


Mediante el empleo de programas de generación de modelos digitales, se realizó una malla triangular de los ficheros de techo y suelo. Dado que los programas de modelización digital usados en topografía se basan en la proximidad de puntos en planta, no pueden existir puntos con iguales coordenadas planimétricas y distinta cota, por tanto para el tratamiento de las paredes es necesario abatirlas, efectuar el modelo digital y volverlas a su posición original.

En los trabajos realizados a partir de mayo de 2000 se incorporaron programas de modelado tridimensional que hacen innecesario el abatimiento de planos

Por último se procedió a eliminar todos los elementos artificiales, tales como muros y barandillas, para que el modelo de cueva respondiera a la original.

Representación del suelo de la cueva



Montaje del modelo digital



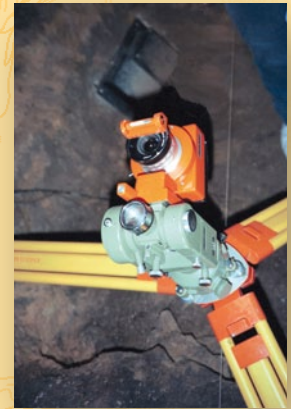
Trabajo Fotogramétrico



Medición de puntos de apoyo en la sala de polícromos.

El trabajo fotogramétrico se realizó con la siguiente instrumentación: cámara ZEIS UMK, bicámara WILD P32, restituidor digital, películas, sistema de estacionamientos y flashes.

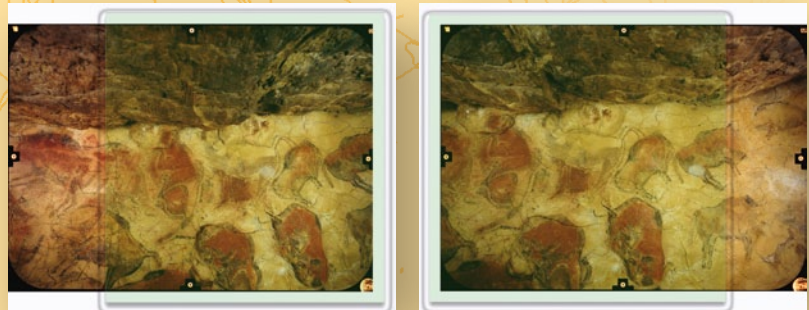
A través de la fotogrametría se han tratado algunos dibujos sobre paneles cuasi verticales, y todo el techo de la sala de polícromos.



Las dificultades previsibles para lograr el recubrimiento estereoscópico del techo de la sala de Polícromos (obstáculos existentes, irregularidad del suelo, material de investigación, así como la pequeña y variable distancia de techo-suelo que oscilaba entre 2 metros y 0,70 metros) hizo necesario realizar un proyecto riguroso en función de la focal de la cámara, dimensiones de la película, alturas de techo.

Se realizaron un total de 52 fotogramas distribuidos en 4 pasadas. Las tomas fotográficas fueron muy complicadas dado que una gran parte de la sala de polícromos tiene una altura del orden de un metro, teniendo que trabajar totalmente tumbados con la cámara apoyada directamente sobre el suelo.

Posteriormente se realizó el apoyo fotogramétrico de estas fotografías, que consistió en dar coordenadas en el sistema general de la cueva a unos 70 puntos identificables, entre otros intersecciones de grietas, extremos de marcas, etc., con los que en gabinete se realizó la aerotriangulación y compensación de todo el bloque de fotogramas.



Recubrimiento estereoscópico en par fotogramétrico

Resultados Fotogramétricos

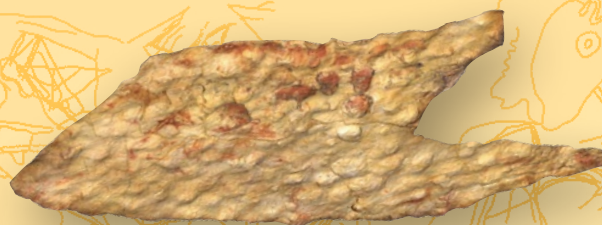
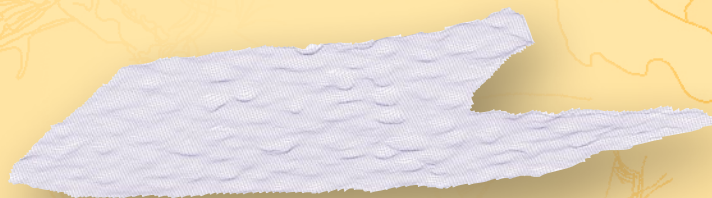
Con los fotogramas y el apoyo se efectuó la aerotriangulación y restitución, realizándose el modelo digital del techo de polícromos con un paso de malla de 5 mm (40.000 puntos por metro cuadrado), dado que este era el paso elegido para la fresadora que se emplearía para la construcción de la Neocueva.

Restitución de dibujos



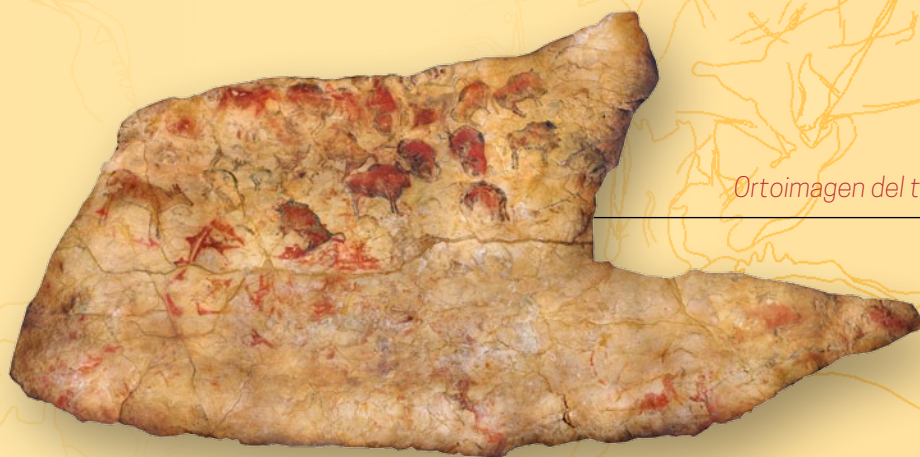
El volumen total de puntos medios en el restituidor fue 5.800.000.

Ortofoto



Perspectiva del modelo digital del techo de polícromos. A la derecha con la textura de la ortofoto

Este modelo digital sirvió además para efectuar una ortoimagen, (imagen corregida por todas las deformaciones geométricas) con tamaño de pixel 1 mm (1.000.000 de puntos por metro cuadrado), a la que se le realizó un tratamiento de homogeneización obteniendo una imagen de 800 MB con 140 millones de píxeles aproximadamente.



Ortoimagen del techo de la sala de polícromos

Diseño e impresión:

Instituto Geográfico Nacional
C/ General Ibáñez de Ibero, 3. 28003 Madrid

www.ign.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es>

NIPO: 162-19-008-2 (papel)

NIPO: 162-19-026-5 (línea)

Depósito legal: M-10170-2019



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL

