

MEMORIA DE LAS LABORES  
DE LEVANTAMIENTO  
TOPOGRÁFICO Y  
FOTOGRAMETRÍA EN LA  
CAMPAÑA 2019 DE  
CAPOSOPRANO  
(GELA, SICILIA)

Manuel Ruiz Barroso  
manuel.ruiz@uca.es

## 1. Levantamiento topográfico mediante Estación Total

Entre los días lunes 5 y viernes 30 de agosto de 2019, periodo que abarcaría las cuatro semanas intermedias de la campaña de excavación del citado año en el Parco Archeologico di Gela, se llevó a cabo la tarea de realizar un levantamiento topográfico en tres dimensiones de las principales estructuras localizadas en dicho yacimiento, a la par que se tomaban cotas de las distintas unidades estratigráficas que fuesen surgiendo durante las labores de excavación allí realizadas.

El equipo encargado de dicha tarea se compuso de dos personas enviadas desde la Universidad de Cádiz. La primera de ellas sería Manuel Ruiz Barroso, quien ejercería de operador de la estación total y de la planificación de las labores allí desempeñadas, y José Barreiro Morales, dando apoyo a la tarea de la toma de puntos y el registro de los mismos.

Para el correcto desempeño del levantamiento en tres dimensiones, se dotó al equipo de una estación total de la casa comercial Leica, perteneciente a la Unidad de Geodetección y Georreferenciación del Patrimonio Histórico de la Universidad de Cádiz. Concretamente, el modelo del que se trata es la Leica Flexline TS06 Plus. Debido a las características técnicas de la misma, y a raíz del estudio previo que se había realizado del yacimiento arqueológico, se consideró óptimo el empleo de este instrumento para la tarea planteada.

Los distintos elementos empleados serían los siguientes:



### Leica TS06 Plus

Una completa estación total, la cual es capaz de llevar a cabo mediciones a una distancia máxima de 3.500 metros. Su Precisión es de 1.5 mm + 2 ppm en mediciones realizadas con prisma.



### Mini prisma

Este tipo de prisma, óptimo para las mediciones en distancias más cortas, y con una mayor precisión derivada de la sencilla operatividad del mismo, sería empleado para la toma de aquellos puntos que se encontrasen a una distancia inferior a los 100 metros partiendo de la estación total



### **Prisma circular**

Utilizado durante el proyecto para el levantamiento de aquellos puntos a una distancia mayor de 100 metros y aquellos que se encontrasen a una gran profundidad.

Otra de las características a destacar de la utilización de la estación total, sería la capacidad que nos da esta de exportar todos los datos tomados en campo en distintos tipos de ficheros, pudiendo analizarlos posteriormente en una gran cantidad de programas informáticos, como pueden ser AutoCAD, Blender, CloudCompare o QGIS, algunos de los cuales hemos utilizado, tal y como veremos más adelante.

### **1.1. Planificación del trabajo**

Una de las principales cosas que teníamos que tener en cuenta a la hora de llevar a cabo la planificación de las labores de actuación en el Parco Archeologico di Caposoprano, era el hecho de que, en esta campaña, y debido a las cuestiones derivadas de la logística que comprendía el desplazamiento del instrumental desde Cádiz (España), hasta Gela (Sicilia, Italia), no podíamos llegar a contar con un GPS de precisión centimétrica.

Hay estaciones totales que ya incluyen en sí mismas este tipo de instrumento. Sin embargo, en el caso de la Leica TS06 Plus, el GNSS no se encuentra integrado. Para poder georreferenciar todos los puntos tomados, en el caso de nuestra estación total, se requeriría del uso de uno externo, mediante el cual, tomando las coordenadas geográficas de al menos tres puntos del proyecto, podemos llevar a cabo un correcto geoposicionamiento del proyecto al completo.

Es debido a esto que el presente trabajo constaría de dos fases claramente diferenciadas. La primera de ellas, que comprendería la campaña del 2019, consistiría en la toma de puntos ubicado en un plano creado por nosotros mismos de coordenadas locales. La segunda de ella, planteada para ser ejecutada en la siguiente campaña, consistiría en la georreferenciación por GPS centimétrico de tres o más puntos tomados durante la campaña 2019, para así poder transformar el proyecto del sistema de coordenadas locales a otro sistema de coordenadas geográficas, el cual incrementaría sustancialmente la cantidad de información que podemos obtener del mismo.

Es por ello que, la correcta planificación de un sistema de coordenadas locales resultaba de vital importancia a la hora de poder encarar la campaña 2019.

Lo primero de todo sería conocer el sistema con el que trabajamos, que no es otro que el Sistema de Coordenadas Cartesiano Espaciales, el cual cuenta con tres ejes para situarnos dentro de un espacio tridimensional, siendo estos X, Y y Z. Estos últimos ejes, podrán verse posteriormente traducidos, respectivamente, como longitud, latitud y altitud.



Fig. 1 Punto Cero de la campaña 2018 marcado en color rosa (Producción propia).

Antes de comenzar a trabajar en el propio yacimiento, teníamos planteado un primer acercamiento a la creación de nuestro sistema de coordenadas local. Ya que un principio se trabajaría en el mismo cuadrante que en el que se estuvo trabajando en la campaña anterior del año 2018, la manera de proceder sería bastante simple. Podríamos utilizar el mismo punto Cero que se estuvo empleando en dicha campaña (Figura 1) y, a partir de este, trazar nuestro sistema de coordenadas, trabajando tan solo con un punto de estacionamiento a la hora de tomar las cotas de las distintas unidades estratigráficas que fuesen apareciendo conforme avanzase la excavación Figura 2.



Fig. 2 Planteamiento inicial del trabajo en el yacimiento con tan solo un punto de estacionamiento (ET1) para la toma de cotas (Producción propia).

Las labores de excavación habían comenzado una semana antes a nuestra llegada, y durante dicho período, se decidió abandonar el cuadrante de la campaña de 2018 para desplazarse a dos nuevos cuadrantes, los cuales serían denominados norte y sur.



Fig. 3 Replanteo del método de trabajo para la toma de cotas de unidades estratigráficas (Producción propia).

Esto modificaría nuestro plan inicial de actuación, ya que necesitaríamos de distintos puntos de estacionamiento para llevar a cabo la toma de cotas de las unidades estratigráficas que apareciesen, necesitando de al menos dos nuevas para dicha labor, y relegando la función de ET1<sup>1</sup>, casi de manera principal, a la creación de nuestro sistema de coordenadas locales. En la imagen superior podemos ver la disposición de los dos nuevos puntos de estacionamiento que requeriríamos para trabajar en los cuadrantes sur y norte, ET2 y ET3 respectivamente.

Ahora bien, queríamos continuar utilizando el mismo punto cero para nuestro sistema local de coordenadas que en la campaña de 2018. Este hecho atendería principalmente a dos razones:

- Cotejamiento de información: si continuábamos utilizando el mismo punto cero, esto nos permitiría tener las cotas en el eje Z tomadas durante la campaña del año anterior en el mismo sistema que en las sucesivas campañas, por lo que, en un futuro, no habría en un principio problema alguno en cotejar los datos de todas las campañas. Esto nos permitiría ahorrar tiempo en la transformación de cotas y, por ende, tratar de esquivar el posible fallo que puede derivarse a raíz de dicho proceso.

- Ubicación: la localización del este punto cero se encuentra en un área relativamente despejada. Si en la segunda fase de nuestro trabajo requerimos de tomar en un futuro una serie de puntos GPS con exactitud centimétrica mediante corrección RTK (Real Time Kinematic), para así poder convertir nuestros datos de un sistema de

<sup>1</sup> De ahora en adelante cada punto de estacionamiento será mencionado como ET seguido del número identificativo del mismo.

coordenadas locales a geográficas, necesitamos ubicar a dichos puntos en áreas que tengan una buena cobertura satelital. Un GPS centimétrico es incapaz de darnos puntos precisos si encuentra obstáculos por encima suyo, como puede ser la cobertura arbórea presente en el cuadrante sur (la cual lo descarta automáticamente como un lugar plausible para la localización de nuestro punto Cero).

Estas dos razones, no harían otra cosa que reforzar la idea de continuar utilizando el mismo punto Cero que en la campaña 2018.

A pesar de ello, el tener que pasar a trabajar a dos cuadrantes distintos, acabaría irremediablemente mermando la operatividad y rendimiento del equipo, tanto material como humano, a la hora de tomar cotas en dos cuadrantes distintos, ya que se tendría que estar cambiando el punto de estacionamiento de ET2<sup>2</sup> a ET3 de manera casi constante.

La estación total utilizada durante la campaña posee distintos mecanismos para llevar a cabo el planteamiento de nuestro Sistema de Coordenadas Espaciales. El más idóneo para los recursos con los que contábamos sería Orientación Inversa Local.



Fig. 4 Disposición de los ejes de coordenadas X e Y en el Parco Archeologico di Caposoprano (Producción propia).

Para llevar a cabo un primer estacionamiento mediante el sistema de Orientación Inversa Local, tendríamos que decidir en primer lugar, cual sería nuestro punto 0, y, en segundo, un punto que llamaríamos Norte. La unión de ese punto 0 con el Norte forma el eje Y de nuestro sistema de

<sup>2</sup> En un futuro no bastaría con ET2 para la toma de cotas en el cuadrante sur debido a las condiciones de visibilidad (principalmente debido a la cobertura arbórea del lugar), llegándose a requerir de un total de cinco puntos de estacionamiento distintos, los cuales se irían creando conforme se iban generando trincheras en la excavación.

coordenadas, y, por consiguiente, el corte perpendicular del eje Y pasando por el punto cero pasa a ser el eje X.

En la Figura 4 podemos observar cual sería la disposición de los ejes X e Y de nuestro sistema local de coordenadas sobre el Parco Archeologico di Caposoprano. Uno de nuestros objetivos iniciales sería que tanto el sector norte como el sur, quedasen divididos por el eje X, quedando el sur por debajo de este, y, hacia el norte, el sector norte y el cuadrante excavado en la campaña del año 2018.

## 1.2. Puntos de estacionamiento



Fig. 5 Distribución de los distintos puntos de estacionamiento utilizados (Producción propia).

Para llevar a cabo las labores de levantamiento topográfico en el yacimiento, se requirió finalmente de un total de once puntos de estacionamiento distintos. En la imagen superior, podemos ver la disposición de dichos estacionamientos a lo largo y ancho del Parco Archeologico di Caposoprano. El trabajo se centraría, grosso modo, en seis sectores distintos. Para cada uno de esos sectores se utilizaron una serie de puntos de estacionamiento, por lo que, a continuación, mostramos una tabla con la correspondencia entre sectores y puntos de estacionamiento.

Sector	Puntos de estacionamiento
Cuadrante 2018	ET1
Cuadrante norte	ET3
Cuadrante sur	ET2, ET4, ET6 Y ET7
Estructuras sur-este	ET4 y ET9
Muralla sur	ET8, ET9 y ET10
Muralla norte	ET5 y ET11

### 1.3. Toma de cotas de unidades de estratigráficas



Fig. 6 Toma de cotas desde ET2.

Tal y como comentábamos anteriormente, la labor de la toma de cotas de las unidades estratigráficas se llevaría a cabo en dos cuadrantes distintos, norte y sur. Esto requirió de un cambio constante de la estación total para poder tomar cotas en un cuadrante y otro, por lo que no nos pudimos limitar a trabajar desde un único punto de estacionamiento, tal y como teníamos previsto en un principio.

Tal y como vemos en la figura 6, cada uno de los puntos de estacionamiento estaría marcado con una ferralla. Cada vez que se cambiaba de sector para llevar a cabo la toma de cotas, tendríamos que, en primer lugar, posicionar la estación total sobre dicho punto de estacionamiento, y llevar a cabo su correcto nivelado.

Ya que la estación total que utilizamos no contaba de GNSS para saber la posición geográfica del aparato, y el cual no habría de utilidad en casos como el de la figura, ya que la cobertura vegetal era demasiado densa como para obtener una buena conexión por satélite,

tendríamos que volver a estacionar el aparato mediante coordenadas ya conocidas.

Las coordenadas ya conocidas que utilizaríamos para calibrarla, serían siempre las mismas. Estas tenían que ser puntos fijos, cuya posición no se hubiese visto alterada en ningún momento, por lo que las ferrallas que delimitaban los cuadrantes resultaron ser óptimas para desempeñar dicha tarea.

Finalmente, y una vez calibrada, procedíamos a tomar las cotas de las distintas unidades estratigráficas que nos fuesen dadas.



Fig. 7 Disposición cotas de la UE8 (Producción propia).

Tal y como vemos en la figura superior, las distintas cotas tomadas, puede ser posteriormente clasificadas y visualizadas, como un Sistema de Información Geográfico. En este caso, estaríamos viendo los distintos puntos pertenecientes a la UE8, localizados en el cuadrante sur, corte 1.

Fueron tomados un total 659 puntos, los cuales se adjuntan como material anexo, divididos en una serie de documentos de tipo CSV separados por comas, y divididos por cada una de las unidades estratigráficas.

#### 1.4. Levantamiento topográfico de estructuras



Fig. 8 Estructuras sureste (Producción propia).

Además de la toma de cotas de las unidades estratigráficas, también se llevó a cabo levantamiento topográfico de estructuras que ya se encontraban excavadas. El conjunto en el cual nos centramos se encontraría en el extremo sureste del yacimiento, siendo adyacente al cuadrante sur.

La toma de cotas de este conjunto resultaría ser de gran interés, ya que, durante las labores de excavación en el cuadrante sur, acabaría encontrándose la continuación de uno de los muros de este, el cual se encontraría en un mejor estado de conservación conforme nos disponemos hacia el extremo noroeste del mismo. Gracias al levantamiento en tres dimensiones del mismo, pudimos ver como este iba, en el eje de la z, desde la cota -1.5195m, hasta los -3.4995m. Esto nos daría una potencia de 1.98 m en la zona mejor conservada del muro.



Fig. 9 Puntos tomados del conjunto de estructuras, tanto muros como pavimentos (Producción propia).

No nos limitaríamos a tomar cotas tan solo de los muros. Tal y como podemos ver en la figura número 9, lo haríamos tanto de este tipo de elementos (puntos de color naranja), como del pavimento que se encuentra actualmente conservado (verde).

Además, tomaríamos un total de otros seis puntos extras a lo largo de todo el muro que fue excavado en esta campaña, y cuya terminación en el extremo sureste ya se encontraba excavada, con el objetivo de que nos sirviesen de apoyo para la elaboración de un levantamiento fotogramétrico de precisión. Esos seis puntos serían los únicos que, a lo largo de la campaña, fueron tomados no mediante la ayuda del prisma circular o del mini prisma, sino mediante medición laser a una serie de dianas repartidas en la estructura.

Dicho proceso de levantamiento fotogramétrico de precisión será detallado más adelante en el presente informe.

### 1.5. Levantamiento topográfico de la Mura Timolontee

Por último, nos centraríamos en una de las principales estructuras excavadas en el Parco Archeologico di Caposoprano, la Mura Timolontee.

Antes de iniciar la campaña, se pensó que sería de gran interés tener realizado un levantamiento topográfico de dicha estructura, ya que sería un punto fundamental para poder estudiar el urbanismo del yacimiento arqueológico.

Para poder realizar la tarea con la mayor precisión posible, y en la menor cantidad de tiempo, el criterio que se seguiría sería el de tomar un punto por cada una de la junta de sillares de la muralla por su parte inferior.



Fig. 10. Puntos tomados de la Mura Timolontee (Producción propia).

Debido también al tiempo del que disponíamos, nos tuvimos que centrar tan solo en dos de los principales segmentos de la muralla, los cuales, a su vez, serían de los de mayor longitud conservada. Nos encontraríamos entonces con el segmento sur, con una orientación sureste noroeste, y el segmento norte, que se orienta de noreste a sureste.

Del segmento sur tan solo se tomarían puntos de la parte de intramuros, y en el norte, tomaríamos tanto de intramuros como extramuros.

Como consecuencia de la gran longitud que poseen ambos segmentos de la muralla, y la difícil visualización directa del prisma utilizado para su levantamiento topográfico desde un único punto de estacionamiento, nos veríamos obligados a crear una serie de puntos de control para poder llevar a cabo diversos cambios de estacionamiento de la estación total. A continuación, mostramos la distribución de los dichos puntos de control a lo largo de los dos segmentos de muralla, y los puntos obtenidos con mayor detalle.



Fig. 11 Puntos de control utilizados en el segmento sur (Producción propia).



Fig. 12 Levantamiento topográfico del segmento sur, intramuros (Producción propia).



Fig. 13 Puntos de control utilizados en el segmento norte (Producción propia).



Fig. 14 Levantamiento topográfico del segmento norte, intramuros y extramuros (Producción propia).



Fig. 15 Trabajo Estación Total en segmento norte de la muralla.

Uno de los datos que nos arroja un primer acercamiento al análisis de los datos extraídos, sería la diferencia de cota entre ambos segmentos de muralla.

La cota más baja del segmento sur de la muralla se encontraría en los -4.7476 m. Por otro lado, la cota más alta del segmento norte, se encuentra a 1.0293 m. La diferencia entre ambas cotas nos daría un desnivel de 5.7769 m. Sería interesante tratar de estudiar cómo habría sido salvado dicho nivel cercano a los seis metros, lo cual podría verse reflejado en la disposición del entramado urbano de la ciudad.

## 1.6. Tratamiento de los datos generados

Una vez ya tomados los datos de campos, estos requerirían de un tratamiento posterior para poder obtener una serie de productos con los cuales poder trabajar. Tal y como ya se ha comentado, la estación total con la cual hemos desempeñado nuestra tarea, nos permite la exportación de toda la información generada en distintos tipos de ficheros. Sin embargo, dichos datos no se encuentran clasificados, por lo que el fichero exportado nos da todos los puntos tomados juntos.

El tipo de fichero que elegiríamos a la hora de llevar a cabo la exportación de los puntos sería un simple CSV separado por comas. Es un simple fichero, pero en su simplicidad reside una de sus mayores virtudes, ya que lo hace manejable para una gran cantidad de programas informáticos.

Una vez teníamos nuestro fichero generado, lo primero que haríamos sería clasificar todos los puntos por categorías, para ir subdividiéndolo en distintos ficheros CSV más manejables, pero, sobre todo, más organizados.

Para ello, recurriríamos al empleo de un Sistema Gestor de Base de Datos o SGBD. Es enorme la cantidad de SGBD que podemos encontrar en el mercado, pero nos decantaríamos por uno de los más extendidos, MySQL, un SGBD de código libre y licencia pública.

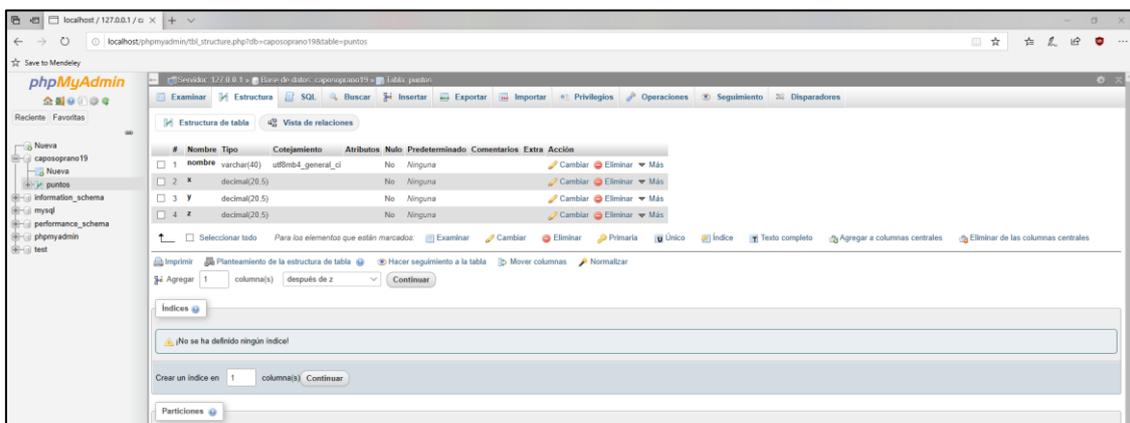


Fig. 16 Sistema Gestor de Base MySQL con la Base de Datos "caposoprano19" creada (Producción propia).

Dentro de MySQL crearíamos una base de datos muy sencilla denominada “caposoprano19”, y la cual contaría con una sola tabla llamada “puntos” (Figura 15). Dicha tabla estaría compuesta por cuatro campos distintos, siendo estos “nombre”, “x”, “y” y “z”, los únicos datos que podemos extraer de cada uno de los puntos tomados con la estación total.

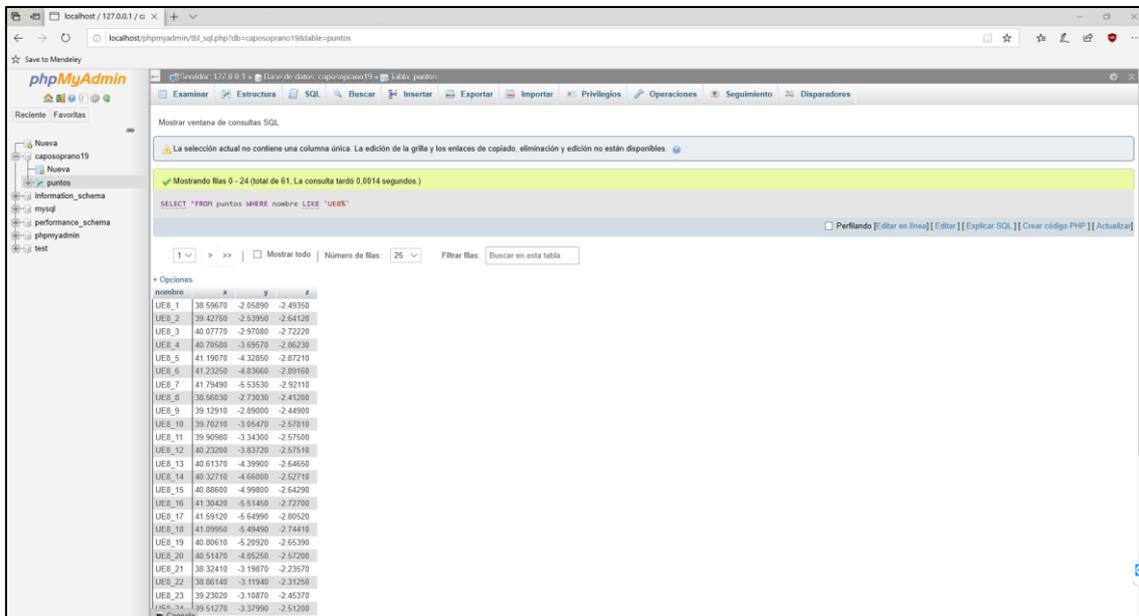


Fig. 17 Consulta realizada a la base de datos para obtener todos los puntos pertenecientes a la UE8 (Producción propia).

Una vez cargados todos los puntos en la base de datos, podemos disponernos a llevar a cabo distintas consultas para, así obtener clasificando todos aquellos puntos que nos interesan, e ir desgranándolos en distintos ficheros CSV.

Una vez que ya teníamos clasificados los puntos en distintos ficheros, procederíamos a trabajar con ellos en un Sistema de Información Geográfica o SIG, siendo QGIS el elegido, ya que, al igual que MySQL, resulta ser un software libre.

Sin embargo, el principal problema que nos encontramos a la hora de trabajar con un SIG y nuestros datos, resulta ser que estos se encuentran en un sistema de coordenadas locales y no geográficas, por lo que trabajar con WMS o cartografía italiana del Geoportale Nazionale, nos resultaría imposible.

Es por ello que lo único a lo que podríamos acudir serían a cartografía no georreferenciada y georreferenciar esta en nuestro sistema de coordenadas locales. Podríamos haber acudido a la cartografía del Geoportale Nazionale, pero, por el contrario, decidimos utilizar la del conocido Google Maps. La razón de dicha elección reside fundamentalmente en un motivo. La cartografía del Geoportale Nazionale no se encuentra muy actualizada, además de que no cuenta con una gran resolución para algunas áreas como la que en nuestro caso nos ocupa, el Parco Archeologico di Caposoprano. Por lo contrario, Google posee una mayor resolución en este caso concreto y, sobre todo, actualiza casi año a año. Afortunadamente, en las últimas capturas satelitales realizadas por el servicio de Google en el año 2019, podemos ver el cuadrante de la campaña del año 2018, lo que nos ayuda a tener una mayor cantidad de puntos de referencia para poder llevar a cabo una correcta georreferenciación de la cartografía en nuestro proyecto.

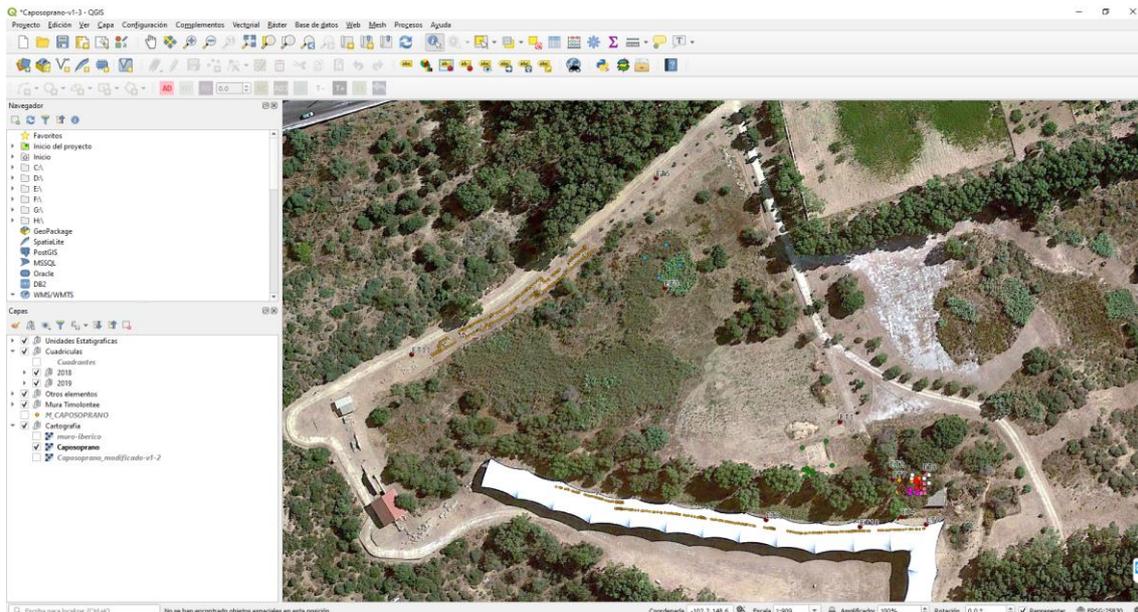


Fig. 18. Sistema de Información Geográfica con los datos de Caposoprano (Producción propia).

Gracias a todo esto, y tal y como podemos ver en la imagen superior, pudimos acabar obteniendo un primer Sistema de información Geográfica de las labores arqueológicas llevadas a cabo en el yacimiento de Caposoprano. A pesar de no contar actualmente con una cartografía realmente precisa, si nos permite comenzar a estudiar los datos obtenidos durante las campañas llevadas a cabo hasta la fecha.

### 1.7. Perspectivas de futuro

De cara a las futuras campañas de trabajo arqueológico que se vayan a venir desempeñando en el Parco Archeologico di Caposoprano, son varias las mejoras en el sistema de trabajo que se pueden llegar a implantar con el objetivo de continuar ampliando la precisión de los datos obtenidos, y el carácter de la información que se puede llegar a obtener.

Es fundamental que se pueda llevar a cabo la segunda fase del trabajo planteado, que, como ya comentábamos casi al inicio, nos permitiría mediante el empleo de un GPS centimétrico la transformación de nuestros datos del actual sistema de coordenadas locales al sistema de coordenadas geográfico.

Resultaría también de enorme utilidad la realización de un vuelo fotogramétrico mediante el empleo de RPAS sobre el área arqueológica. Dicho vuelo nos daría como resultado una cartografía de precisión y de enorme resolución. También podríamos obtener otra serie de productos de gran utilidad para el estudio del yacimiento, como serían curvas de nivel por centímetro de terreno, lo que nos aportaría una mayor información de la topografía del terreno.

Por último, destacar la importancia de continuar registrando el resto de estructuras que se encuentra por el Parco Archeologico di Caposoprano y alrededores, ya que, tan solo de esta manera, podremos llegar a hacernos una idea general de la trama urbanística que tuvo Gela en la antigüedad, como se distribuyó la ciudad y el desarrollo de la misma.

## 2. Fotogrametría

Nuestro equipo, además de llevar a cabo la labor del levantamiento topográfico mediante el uso de estación total ya descrito anteriormente, también se ocupó de llevar a cabo labores de levantamiento fotogramétrico durante la campaña arqueológica de 2019.

En un primer momento, la fotogrametría iba a ser tan solo empleada como un acercamiento experimental a la sustitución del dibujo arqueológico tradicional de piezas de la excavación por otro método completamente digital. Sin embargo, debido al interés del muro surgido durante la excavación llevada a cabo en el cuadrante sur, nos dispusimos a llevar a cabo un levantamiento fotogramétrico de precisión apoyado por el empleo de la estación total.

### 2.1. Levantamiento fotogramétrico Muro “Ibérico”

Para llevar a cabo el levantamiento fotogramétrico de esta estructura, nos servimos el empleo de la estación total. La utilización de esta cumpliría dos objetivos. En primer lugar, que el resultado de esta fuese de una gran precisión, debido a la corrección que se puede llevar a cabo mediante los puntos que se toman de la estructura durante el proceso. En segundo lugar, sería obtener un modelo fotogramétrico el cual se encontraría dentro de nuestro sistema de coordenadas, ubicado dentro del espacio, para así poder ser estudiado de manera correcta en relación al resto de restos del Parco Archeologico de Caposoprano.

Para ello distribuiríamos, de manera uniforme, un total de seis dianas a lo largo de todo el muro. Se tomarían puntos del centro de cada una de dichas dianas, obteniendo las siguientes coordenadas.

nombre	x	y	z
DIANA_MURO_1	45.25420	-0.62530	-1.55460
DIANA_MURO_2	45.63880	-1.88260	-1.75850
DIANA_MURO_3	46.30520	-4.15300	-2.08720
DIANA_MURO_4	46.71760	-5.08120	-2.61380
DIANA_MURO_5	48.17850	-8.50000	-3.01780
DIANA_MURO_6	48.65140	-10.23290	-3.51210

Tras la toma de puntos, se procedería a la realización de fotografiado de la estructura, llegándose a realizar un total de 364 fotografías de la misma, para poder cubrir lo máximo de lo posible la irregularidad de la misma.

Para finalizar, bastaría con procesar las fotografías con un software especializado, en nuestro caso el conocido software de fotogrametría Agisoft Metashape. De esta manera, obtendríamos un modelo fotogramétrico de precisión, con el cual podemos producir diversos productos como pueden ser ortofotografías. A continuación, mostramos una ortofotografía del exterior del muro (Figura 18) y, en segundo lugar, del interior, resultantes del trabajo realizado (Figura 19).



Fig. 19 Ortofotografía de la parte exterior del muro "Ibérico" (Producción propia).



## 2.2. Fotogrametría de restos cerámicos

En el momento de comenzar a planificar la campaña arqueológica de 2019 en el Parco Archeologico di Caposoprano fue la del desarrollo de un mecanismo de documentación de restos procedentes de la labor de excavación, que nos permitiese el posterior estudio de las piezas una vez finalizada la campaña, y que, en cierto modo, pudiese llegar a constituirse como un nuevo sistema de dibujo arqueológico completamente digital.

Desde hace algunos años lleva desarrollándose este tipo de nuevo sistema digital de dibujo arqueológico de piezas. Sin embargo, este continúa teniendo una fuerte dependencia del tradicional dibujo a lápiz y papel, ya que principalmente lo que se hace es dibujar primero la pieza, para después escanear dicho dibujo y, finalmente digitalizarlo. Más que un dibujo arqueológico digital, podría ser denominado como un entintado digital del dibujo arqueológico, ya que es esta última fase del proceso del dibujo la que realmente llega principalmente a sustituir.

Si queríamos digital por completo el proceso, desde el inicio hasta el final, veíamos que la fotogrametría podría ser un buen punto de partida para conseguir dicho fin.



Fig. 21 Dibujo arqueológico digital de la pieza GFT/19/1/S/70 (producción propia).

Y es que, a través de esta, podemos obtener un perfil de la pieza de una enorme precisión, mediante el cual poder llevar a cabo un dibujo completamente digital de las mismas (Figura 20), llevándonos además con nosotros modelos escala 1:1 que podríamos analizar con una mayor calma.

Para esta prueba piloto, se realizaron sesiones de fotografiado en 360º de un total de 26 piezas. De cada una de dichas sesiones obtendríamos un total de entre 60 y 120 fotografías, dependiendo de la complejidad morfológica de la pieza fotografiada.

Debido a las capacidades logísticas, el proceso de la generación de los modelos fotogramétricos mediante el software Agisoft Metashape, no pudo desempeñarse en Gela, ya que requeríamos de un ordenador de altas prestaciones, del cual no contaba allí en aquellos momentos.

Ya una vez de vuelta, los modelos serían generados. El resultado fue satisfactorio en un total de 23 piezas. Hubo un total de 3 piezas que dieron fallos a la hora de llevar a cabo el proceso. Esto lo podríamos considerar una tasa de fallo baja, teniendo en cuenta sobre todo las condiciones en las que se llevaron a cabo las sesiones de fotografía. En primer lugar, no se disponía de una luz controlada para poder llevar a cabo el fotografiado de las piezas, siendo la luz natural la única disponible. En segundo lugar, los recursos de los cuales se disponían, no llegaban a ser los adecuados como para poder obtener una mayor calidad, como pueden ser un estudio de fotografía portátil. Y es que, en definitiva, el error arrojado en estos tres casos se encontraría perfectamente producido por estas causas.

A pesar de ello, los resultados obtenidos pueden llegar a ser calificados como positivos y prometedores. Hay que seguir puliendo la metodología para, por el momento, ganar principalmente en velocidad de ejecución, y tratar de poner remedio a las carencias materiales que salieron a relucir en esta primera prueba, para poder seguir incrementando la calidad de los resultados que se pueden llegar a obtener en un futuro.