



# ARCHIVO DEL LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO

LABORATORY FOR THE GEOMETRIC DOCUMENTATION OF  
HERITAGE'S ARCHIVE

Sección de proyectos fin de carrera / Undergraduate master  
projects section

# 10

Información general / General information		
AUTOR:	Nebai CALLEJO ASTÚLEZ Argiñe VARELA AGUADO	:AUTHOR
TUTOR:	José Manuel VALLE MELÓN Álvaro RODRÍGUEZ MIRANDA	:TUTOR
TITULACION:	Ingeniería Técnica en Topografía. Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (UPV-EHU)	:DEGREE
TITULO:	Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del Monasterio de San Prudencio (La Rioja)	:TITLE
FECHA:	julio 2012 / July 2012	:DATE
NUMERO:	LDGP_pfc_010	:NUMBER
IDIOMA:	español / Spanish	:LANGUAGE

Resumen	
TITULO:	Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del Monasterio de San Prudencio (La Rioja)
RESUMEN:	Generación de varios mapas del Monasterio a partir de los datos capturados en las dos ediciones del programa ERASMUS IP: <i>Topcart, geometric documentation of the heritage</i> ( <a href="http://hdl.handle.net/10810/7053">http://hdl.handle.net/10810/7053</a> ) más información adicional capturada con el fin de completar las zonas no documentadas. Se presenta también un dibujo en formato KML que permite su visualización en Internet mediante el visor Google Earth®.
DESCRIPTORES NATURALES:	patrimonio, cartografía, mapa
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesoro UNESCO [ <a href="http://databases.unesco.org/thessp/">http://databases.unesco.org/thessp/</a> ]) Patrimonio Cultural, Cartografía

Abstract	
TITLE:	Mapping of San Prudencio's Monastery (La Rioja) from surveying data coming from different sources.
ABSTRACT:	A set of maps has been generated by merging data from different sources, both collected during the IP ERASMUS activity <i>Topcart: Geometric Documentation of Heritage</i> or registered by the authors in order to fill the gaps. The result is also presented in KML so as it can be explored on Internet with Google Earth.
NATURAL KEYWORDS:	heritage, cartography, map
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [ <a href="http://databases.unesco.org/thesaurus/">http://databases.unesco.org/thesaurus/</a> ]) Cultural Heritage, Cartography

Derechos / Rights		
DERECHOS:	<p>Está permitido citar y extraer el texto, siempre que la fuente sea claramente identificada (respecto a la consideración de "no comercial" ver el apartado "otros derechos"). / <i>Permission is granted to quote and take excerpts from this text, provided that the source of such material is fully acknowledged (for the "non commercial" label see below in "others rights").</i></p> 	:RIGHTS
OTROS:	<p>Algunas imágenes y planos corresponden a proyectos de documentación realizados por encargo y, en consecuencia, su uso comercial puede infringir derechos de explotación de los promotores. / <i>Some pictures and plans come for the documentation of commissioned projects, therefore, their use for commercial purposes may be an infringement of the promoters rights.</i></p>	:OTHERS

Renuncia de responsabilidad / Disclaimer		
DESCARGO:	<p>El uso de la información contenida en este documento se hará bajo la completa responsabilidad del usuario. / <i>The use of the information contained in this document will be under the exclusive responsibility of the user.</i></p>	:DISCLAIMER

Estructura / Framework		
ID PERMANENTE:	<a href="http://hdl.handle.net/10810/8384">http://hdl.handle.net/10810/8384</a>	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ldgp_pfc010_ArgineNebai.pdf</b>: este documento (incluye anexos y 4 planos) / <b>this document (including appendixes and 4 plans)</b>.</li> <li>• <b>ldgp_pfc010_foto_?? .jpg</b>: 3 fotografías panorámicas del monasterio (formato JPEG), se pueden visualizar sueltas y además están enlazadas en el documento KML que se describe a continuación / <b>3 panoramic photographs (JPEG format), they can be watched directly or attached into the KML map described below.</b></li> <li>• <b>ldgp_pfc010_cartografiaweb.kml</b>: cartografía web del Monasterio en formato KML, si se abre directamente desde el navegador aparece como un documento de texto con etiquetado XML este documento. Sin embargo, si desde el programa Google Earth se abre el fichero introduciendo la dirección del repositorio (<a href="https://addi.ehu.es/bitstream/10810/8384/14/ldgp_pfc010_cartografiaweb.kml">https://addi.ehu.es/bitstream/10810/8384/14/ldgp_pfc010_cartografiaweb.kml</a>) se visualiza la cartografía y las fotografías descritas anteriormente sobre el globo virtual / <b>cartography for web in KML format, if opened on the web browser it will be show as a XML document (text), however, if opened in Google Earth with the permanent URL (<a href="https://addi.ehu.es/bitstream/10810/8384/14/ldgp_pfc010_cartografiaweb.kml">https://addi.ehu.es/bitstream/10810/8384/14/ldgp_pfc010_cartografiaweb.kml</a>) the map will appear over Google's virtual world and the photographs above will be also attached.</b></li> </ul>	:FRAMEWORK

Cita completa recomendada / Recommended full citation		
CITA:	CALLEJO ASTÚLEZ, Nebai. VARELA AGUADO, Argiñe. <i>Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del Monasterio de San Prudencio (La Rioja)</i> . Proyecto fin de carrera de Ingeniería Técnica en Topografía. Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU). 2012.	:CITATION

# INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA DIVERSA PARA LA CONFECCIÓN DE UN MAPA DEL MONASTERIO DE SAN PRUDENCIO (La Rioja)



**Alumnas:** Nebai Callejo y Argiñe Varela

**Tutores:** José Manuel Valle y Álvaro Rodríguez

**Vitoria-Gasteiz, Julio 2012**



**LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN  
GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO**  
Grupo de Investigación en Patrimonio  
Construido (UPV-EHU)

eman la zabal zazu  
  
Universidad del País Vasco Euskal Herriko  
Unibertsitatea

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Presentación.....	2
1.2. Localización del Monasterio.....	2
1.3. Historia y arquitectura del Monasterio.....	5
2. ANTECEDENTES.....	7
2.1. Descripción del proyecto IP ERASMUS.....	8
2.2. Rasgos generales del Proyecto Fin de Carrera (PFC).....	9
2.3. Descripción de las zonas del Monasterio.....	9
3. OBJETIVOS.....	11
3.1. Productos a obtener.....	12
4. INSTRUMENTAL Y METODOLOGIA.....	13
4.1. Instrumental.....	14
4.1.1. Estación total.....	14
4.1.2. Cinta métrica.....	15
4.2. Metodología.....	15
4.2.1. Métodos Clásicos.....	15
4.2.2. Publicación del archivo.....	17
5. DESARROLLO.....	27
5.1. Ejecución del trabajo realizado.....	28
5.2. Campamento IP Erasmus 2010.....	29
5.2.1. Trabajos previos.....	29
5.2.2. Trabajo de campo.....	30
5.2.3. Trabajo de gabinete.....	33
5.3. Salidas a campo.....	36
5.3.1. Planificación.....	36
5.3.2. Trabajo de campo.....	36
5.3.3. Trabajo de gabinete.....	39
5.4. Campamento IP Erasmus 2011.....	39
5.4.1. Trabajo de campo.....	39
5.4.2. Trabajo de gabinete.....	42
5.5. Ultima salida a campo.....	43
5.6. Generar mallado.....	44
5.7. Obtención del archivo KML.....	48
5.7.1. Procedimiento para la transformación de archivos.....	50
6. CONCLUSIONES.....	55
7. AGRADECIMIENTOS.....	58
8. BIBLIOGRAFIA.....	60

# Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---

## ANEXOS

Anexo 1: Presupuesto

Anexo 2: Especificaciones técnicas de las estaciones totales

Anexo 3: Reseñas de las bases

## PLANOS

Plano 1: Cartografía General del Monasterio.

Plano 2: Cartografía del Monasterio con Mallado (3D).

Plano 3: Cartografía del Monasterio por zonas.

Plano 4: Cartografía del Monasterio: Estado de edificación

# **1. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. PRESENTACIÓN

El presente trabajo corresponde al Proyecto Fin de Carrera de la titulación de Ingeniería Técnica en Topografía, en la Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea de Vitoria-Gasteiz, que se ha desarrollado en el Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (LDGP).

La idea del proyecto surge después de que participara la alumna Argiñe Varela en la actividad *Intensive Program Erasmus: "Geometric Documentation of Heritage: European integration of Technologies"*; que se realizó en el Monasterio de San Prudencio de Monte Laturce en el mes de Julio de 2010. En dicha actividad surgió la idea de hacer un proyecto sobre el Monasterio, se analizaron varias posibilidades y se decidió crear una cartografía del Monasterio.

A esta idea inicial se sumó la alumna Nebai Callejo y se creó un proyecto conjunto que incluye además de la cartografía su publicación en Internet.

## 1.2. LOCALIZACIÓN DEL MONASTERIO

El Monasterio está situado en la Comunidad Autónoma de La Rioja, en el municipio de Clavijo, a unos 16 kilómetros de la capital, Logroño. Este municipio se encuentra bajando de la cordillera Ibérica en dirección Norte hacia el valle del Ebro, separa los valles de los ríos Leza e Iregua, así como las comarcas Camero Viejo y Camero Nuevo. Limita al Norte con Alberite, al Sur con Soto en Cameros (aldea de Trevijano) y con Leza de Río Leza, al Este con Ribafrecha y al Oeste con Nalda y con Albelda de Iregua.



Imagen 1.1.: Localización de Clavijo en la Comunidad Autónoma de La Rioja<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Imágenes obtenidas en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Clavijo>

## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---

El Monasterio está situado en el Monte Laturce, ubicado en el barranco de Fuentezuela. El Monte Laturce, también llamado *collado de Clavijo*, con una altitud de 1039 m es la cumbre de las *Peñas de Clavijo*.

Antiguamente, fue un punto estratégico debido a que desde su cima se divisa gran parte de la comarca de Logroño.

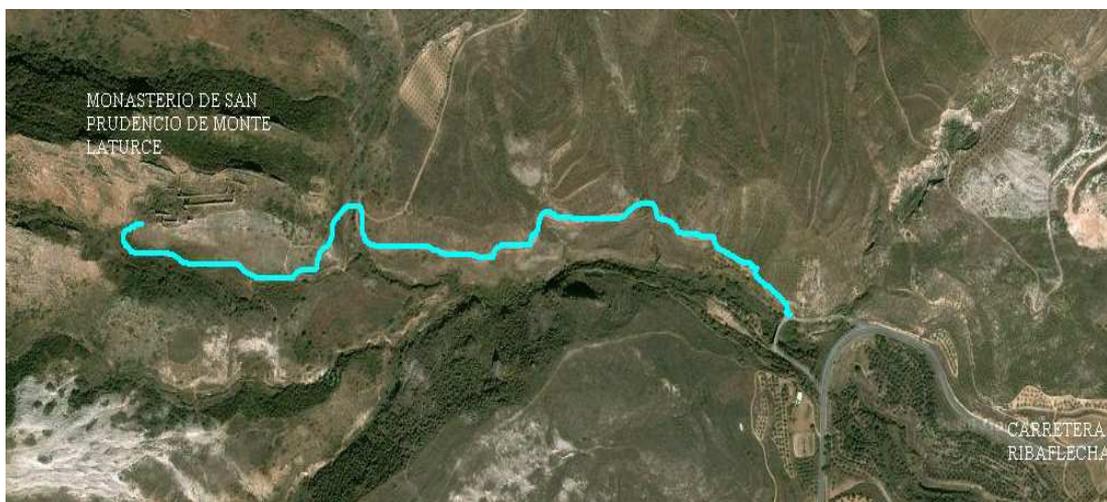
La zona está cubierta de matorrales, especialmente de boj.



*Imagen 1.2.: Vista general del Monasterio. Fotografía realizada desde el camino de acceso por Ribaflecha.*

Hay 2 accesos principales para llegar al Monasterio:

- El primero de ellos, accediendo desde Ribaflecha a 499 m se puede subir por el barranco de Fuentezuela. Este primero es el más fácil de ejecutar. Son unos 3km de ascenso.



*Imagen 1.3.: Ubicación del Monasterio siguiendo el camino desde la carretera de Ribaflecha.*

## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---

- El segundo es un poco más complicado que el anterior. El comienzo es por el pueblo de Clavijo. Sin comenzar a subir a la Ermita de Santiago, a mano derecha hay un camino señalado y recién arreglado por el ayuntamiento de Clavijo.



*Imagen 1.4.: Ubicación del Monasterio siguiendo el camino desde Clavijo*

### 1.3. HISTORIA Y ARQUITECTURA DEL MONASTERIO<sup>2</sup>

Los datos que existen sobre la historia del Monasterio de San Prudencio de Monte Laturce son muy escasos pero en las siguientes líneas se intenta resumir la información encontrada. La mayor parte de esta información proviene de un manuscrito escrito en 1726 por P. Gaspar Coronel (Historia del Real Monasterio de San Prudencio con varias noticias y anexiones de la Historia General de España), monje del Monasterio.

En el siglo X, La Rioja era un territorio islámico gobernado por la familia Banu Qasi, cuya autoridad se extendía desde Nájera hasta Monzón, y era una de las rutas seguidas para atacar el reino leones. Debido a esta situación los reyes Sancho Garcés de Pamplona y Ordoño II de León comenzaron con la ocupación de La Rioja.

Para restablecer la vida cristiana en estas tierras, Ordoño restaura el Monasterio de Santa Coloma y Sancho Garcés funda el de San Martín de Albelda. Por esta razón muchos historiadores han pensado que el Monasterio de San Prudencio, cercano a San Martín de Albelda, surgiese hacia el año 925. A este Monasterio se le encomendó la tarea de repoblar el valle del río Leza.

El Monasterio estaba en un lugar fronterizo, vulnerable a cualquier avance musulmán. Esto creaba inseguridad y por lo tanto pobreza y abandono. Los monjes buscaron protección en el Monasterio de San Martín de Albelda, al que se anexan en el año 950.

La tradición relaciona el nacimiento del Monasterio con el santo que lleva su nombre, San Prudencio de Armentia, obispo de Tarazona en el siglo VI. Murió en Osma, pero antes de morir dijo que debían poner su cadáver sobre un mulo y donde el mulo parase debía ser sepultado. El animal se detuvo en el Monte Laturce y en ese lugar los clérigos que le acompañaban construyeron una iglesia, dedicada a San Vicente.

Debido a la conquista y repoblación de La Rioja, surge el señorío de los Cameros. En el año 1058 este linaje se convierte en protector o patrono del Monasterio.

En el año 1203, Rodrigo Díaz, señor de los Cameros, dona el Monasterio a la orden del Cister y lo pone bajo protección real. Posteriormente Alfonso VIII, rey de Castilla, libera a sus monjes de todo tributo. En 1208 el Papa Inocencio III confirma todas sus posesiones, les concede importantes exenciones y prescribe ciertos estatutos para su gobierno.

Entre los siglos XII-XIII se construye la Iglesia de la que en la actualidad queda su arco abocinado y está cubierta de escombros.

En 1835 debido a la exclaustación del gobierno de Mendizábal el Monasterio de San Prudencio se abandonó y sus efectos se vendieron en el año 1837. Así se convirtió en una cantera y un gran campo de ruinas.

---

- <sup>2</sup>Extraído de: FRANCISCO J.GARCIA TURZA, El monasterio de San Prudencio de Monte Laturce (siglos X-XII)

Documentación medieval del Monasterio de San Prudencio de Monte Laturce (siglos X-XV).

En la actualidad el Monasterio alberga las ruinas de una primitiva iglesia de tipo cisterciense del siglo XII; otra del siglo XVII y las del caserío que las rodeaba. También se puede ver como se alternan los muros artificiales con los afloramientos verticales, que se aprovechan como cierres del Monasterio. Debido al abandono que sufre, estas ruinas se van destruyendo poco a poco, debido a las condiciones meteorológicas y al paso del tiempo.

## **2. ANTECEDENTES**

## 2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO IP ERASMUS 2010-2011

Como fruto del programa IP ERASMUS sobre documentación geométrica, “Geometric Documentation of Heritage: Integration of European Technologies”, desarrollado en los meses de julio de 2010 y 2011, en el Monasterio de San Prudencio de Monte Laturce se obtuvieron abundantes datos procedentes de sensores y métodos diversos, entre ellos estaciones totales, fotogrametría, y láser escáner. Es de aquí donde surgió la idea de realizar un proyecto fin de carrera que integrase toda esta información.

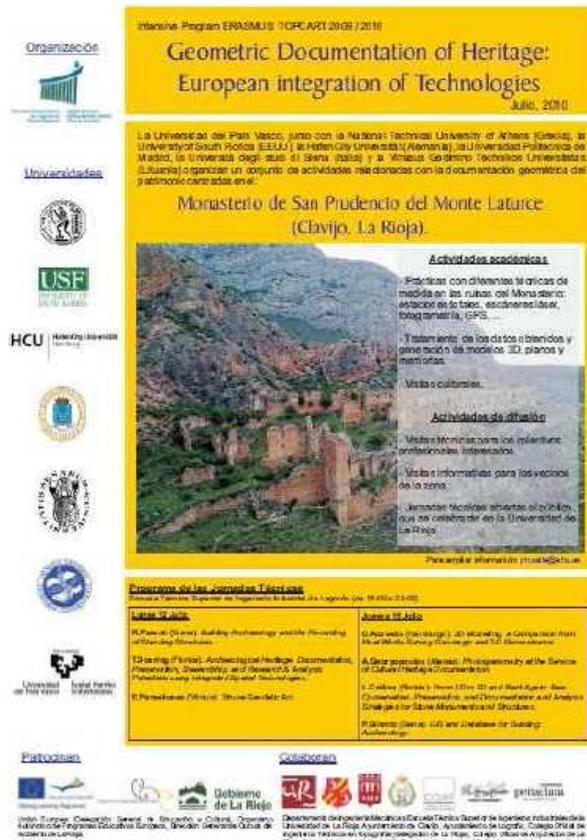


Imagen 2.1.: Cartel del programa IP Erasmus

Las actividades y la toma de datos se centraron en el desarrollo de proyectos de documentación de elementos patrimoniales, en concreto el apartado práctico se desarrolló en el Monasterio de San Prudencio (La Rioja, España). En él se aplicaron técnicas digitales de registro de información geométrica, constituidas por receptores GPS, estaciones totales topográficas, escáneres láser y sistemas fotogramétricos.

Los datos obtenidos fueron tratados de la siguiente manera: en primer lugar se documentaron, mediante la adición de la metainformación necesaria para garantizar su utilidad a lo largo del tiempo, seguidamente fueron procesados con el fin de obtener las representaciones cartográficas y modelos virtuales que podrán ser difundidas por medio de Internet.

Este programa, fue un programa intensivo, con un periodo de estudio de corta duración, donde participaron estudiantes y profesores de diferentes nacionalidades. El objetivo principal que se perseguía en este proyecto era el intercambio metodológico práctico, en materias afines a la medida y la representación del patrimonio, entre profesores y fundamentalmente alumnos, de diferentes países<sup>3</sup>.

En él participaron alumnos y profesores de Alemania, Lituania, Grecia, Italia, España y dos profesores de Estados Unidos.

<sup>3</sup> Pagina del proyecto IP Erasmus: <http://moodletic.ehu.es/moodle/course/view.php?id=1664>

Como resultados se pretendió: un conjunto de registros métricos del momento de la intervención, modelos gráficos de difusión y finalmente relaciones de colaboración interpersonal e interinstitucional.

Debido a las dimensiones del Monasterio el primer año del programa no se pudo adquirir toda la información necesaria, por lo que se continuó con un segundo año de programa.

## **2.2. RASGOS GENERALES DEL PROYECTO FIN DE CARRERA (PFC)**

Aprovechando las circunstancias anteriormente mencionadas, se propone la edición de un mapa topográfico del Monasterio de San Prudencio de Monte Laturce, mediante la integración de los datos obtenidos en los campamentos.

Para poder completar la obtención de la cartografía del Monasterio, ya que en algunas zonas se quedaron sin información, se ha procedido a realizar trabajo de campo adicional al programa IP.

El proyecto se desarrollará de forma conjunta entre Argiñe Varela y Nebai Callejo por la Universidad del País Vasco bajo la dirección de los profesores José Manuel Valle y Álvaro Rodríguez de la UPV/EHU.

## **2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DEL MONASTERIO**

Las dimensiones del Monasterio de San Prudencio son aproximadamente 200 metros de largo por 60 metros de ancho.

Con la ayuda de los integrantes de la Universidad de Siena y la información obtenida durante el programa IP ERASMUS, se dedujeron las áreas funcionales basándose en la ubicación y las características de cada una. En algunos casos se está bastante seguro de lo que pudo ser como en el caso de las celdas (o habitaciones) y de la Iglesia, pero en otros casos existe cierta incertidumbre. En la imagen siguiente se muestra la ortoimagen del Monasterio (procedente de la cartografía 1:5000 del Gobierno de La Rioja) con dichas áreas.



Imagen 2.2.: Imagen aérea del Monasterio con las áreas funcionales.<sup>4</sup>

- Línea continua: identifica edificios cuya funcionalidad es prácticamente segura (porque ha sido investigada, por ejemplo, a través de fuentes documentales) y de los cuales constan todas las paredes.
- Línea discontinua: identifica áreas funcionales (no edificios) cuya existencia es, de momento, hipotética.
- Zona morada: En la zona oeste del Monasterio se cree que estaban los edificios funcionales del monasterio o almacenes, que puede estar ocupado por pequeños hornos o zonas destinadas a la cría de animales.
- Zona amarilla: Posible Sala Capitular, lugar en el que se reunía la comunidad de monjes para recordar las escrituras de la regla adoptada y conversar sobre asuntos referentes al Monasterio.
- Zonas rosa y naranja: Se trata de dos claustros situados a distintos niveles.
- Zona roja: Es la zona ocupada por las celdas o habitaciones de los monjes.
- Zona azul: Es el área ocupada por las sucesivas Iglesias con que ha contado el Monasterio.
- Zona Verde: Área ocupada por la cripta.

---

<sup>4</sup>Imagen obtenida de Google Earth y dibujado según la interpretación de la alumna Chiara D'Anna (Estudiante de Arqueología de la Universidad de Siena).

### **3. OBJETIVOS**

En este apartado se definen dos objetivos.

El primer objetivo de este proyecto es la obtención de un plano del Monasterio de San Prudencio de Monte Laturce mediante la integración de diferentes fuentes. Para ello habrá que recopilar toda la información cartográfica conseguida en los campamentos y si falta información habrá que ir a campo a tomar los datos restantes.

Debido al deterioro del Monasterio, hay muros o paredes desaparecidas y otros en peligro de desaparición. Por esta razón hay zonas incompletas, en algunos casos encontramos restos de lo que fue una pared o afloramientos rocosos. Por lo tanto en el plano cartográfico sólo se dibujarán las zonas en las que encontremos muros o afloramientos rocosos.

Para integrar toda la información obtenida hay que tener en cuenta la precisión conseguida con cada método y en caso de que haya zonas medidas con más de un método, se escogerá el que más se ajuste a la realidad. Con todo esto se definirá la escala final de representación.

Cuando esté recopilada toda la información se estudiará cuanta información falta y se irá a campo a medirla. Posteriormente se dibujara todo en CAD y se recubrirá una malla para recrear la superficie en la que está situado el Monasterio.

El segundo objetivo consiste en publicar el plano en internet para poder visualizarlo mediante Google Earth.

### **3.1. PRODUCTOS A OBTENER**

Una vez tengamos toda la información cartografiada, se realizaran cinco planos diferentes, para poder reflejar diferentes características del Monasterio.

- El primer plano será una cartografía general del Monasterio con curvas de nivel.
- El segundo reflejará el Monasterio mediante un mallado para poder tener un acercamiento al relieve.
- En el tercero se hará una división por zonas, que serán las habitaciones, iglesia, cripta, etc.
- En el cuarto podremos ver el estado de la edificación, es decir, de los muros dibujados cuales permanecen aún en pie y cuáles no.

Y por último, al generar la cartografía se generará un producto nuevo para la publicación en Internet. El producto a obtener seria un archivo \*.kml, para que este sea publicado en Google Earth.

## **4. INSTRUMENTAL Y METODOLOGIA**

A continuación se lista el instrumental y la metodología utilizada por las autoras de este proyecto fin de carrera.

## **4.1. INSTRUMENTAL**

En este apartado se explicará el material que se ha utilizado para hacer el levantamiento topográfico del Monasterio de San Prudencio.

### **4.1.1. Estación total**

Uno de los métodos más utilizados para hacer la cartografía ha sido la metodología clásica. Para ello se han utilizado las estaciones totales Leica TPS1205 y Leica TCR307, complementándose con un trípode, jalón, prisma y miniprisma.

Durante el programa IP ERASMUS se utilizaron las dos estaciones, pero durante nuestras salidas a campo solo se utilizó la TPS1250.



*Imagen 4.1.: Leica TPS1205*

Las estaciones TPS1205 y TCR307 al igual que todas las estaciones totales miden los ángulos y las distancias electrónicamente, por lo que, si está orientado puede dar directamente las coordenadas del punto que está midiendo.

Una característica común de otras muchas estaciones es que pueden medir puntos sin necesidad de prisma, mediante el láser. Gracias a esta posibilidad se pudieron medir zonas inaccesibles o de cierta peligrosidad, que de no haber tenido esta función hubiesen quedado sin documentar. Mediante el láser también se pudieron medir las dianas que se utilizaron para hacer la intersección inversa que se describirá más adelante.

Las especificaciones técnicas de estas estaciones se encuentran en el Anexo 2.

### 4.1.2. Cinta métrica

Para medir el grosor de algunos muros se ha utilizado la cinta métrica. Gracias a este instrumento se consiguieron datos en un tiempo reducido, ya que, en las zonas de difícil acceso, con el simple hecho de trasladarnos con la estación total hubiésemos necesitado más tiempo. Además la precisión que se obtiene en relación a la escala de representación es suficiente.



*Imagen 4.2.: Cinta métrica*

## 4.2. METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta los objetivos anteriormente señalados, en este apartado se explican las metodologías topográficas utilizadas y el procedimiento a seguir para poder publicar dicha cartografía en internet.

### 4.2.1. Métodos Clásicos

#### RADIACIÓN

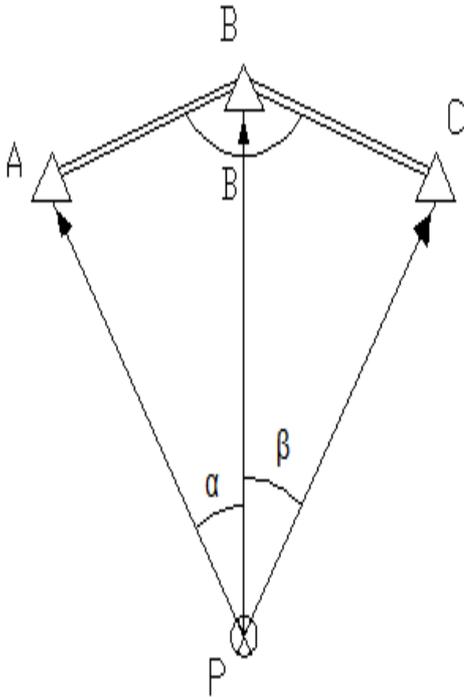
Con el fin de determinar las coordenadas de un punto, la estación total se estaciona en un punto de coordenadas conocidas. A continuación, la orientamos a otro punto de coordenadas conocidas, para comprobar que la orientación está bien hecha se orientará a un segundo punto. Hecho esto, se calcularán directamente las coordenadas del punto observado (la estación total utilizada para este proyecto hacía el cálculo automáticamente).

Es posible que la estación se desoriente cada cierto tiempo por eso es necesario comprobar que está bien orientada periódicamente, fijándonos siempre en alguna referencia.

Este método se ha utilizado tanto para medir los puntos necesarios para dibujar la cartografía como para poder calcular las coordenadas de las dianas, que se han utilizado como puntos conocidos en otros estacionamientos. También utilizado para el apoyo fotogramétrico.

### INTERSECCIÓN INVERSA

En nuestro caso la intersección inversa se ha realizado mediante el software que tiene la estación total, pero para llegar al fin de obtener las coordenadas, se llega mediante este procedimiento.



*Imagen4.3.: Croquis intersección inversa*

En la intersección inversa se estaciona en el punto desconocido y se mide desde este punto a 3 puntos conocidos. Después de medir a estos tres puntos la estación total (Leica) calculará las coordenadas del punto desconocido.

A, B y C son los puntos conocidos y P el que tenemos que calcular. Se mide desde el punto P a los puntos A, B y C y así obtendremos los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$ , y las distancias de P a los puntos conocidos.

Conociendo todos los ángulos y distancias se podrán calcular las coordenadas del punto P. (El procedimiento detallado de este método no se explica porque los cálculos los ha hecho la estación total automáticamente)

Si se observan más de 3 puntos hay redundancia de datos, lo que permite realizar el cálculo por mínimos y obtener un residuo que es el que nos habla de la calidad de la orientación. Esto lo proporciona también la estación de manera automática.

(El procedimiento detallado de este método no se explica porque los cálculos los ha hecho la estación total automáticamente)

#### 4.2.2. Publicación del archivo

Para poder publicar la cartografía en internet, en este caso en Google Earth, es necesario crear un archivo KML.

Sabemos que un archivo **KML** (del acrónimo en inglés Keyhole Markup Language) es un lenguaje de marcado basado en XML para representar datos geográficos en tres dimensiones.

Es un estándar abierto cuyo nombre oficial es OpenGIS® KML Encoding Standard (OGC KML). De su mantenimiento se encarga el Open Geospatial Consortium, Inc. (OGC) y actualmente es utilizado por un número de sitios Web y aplicaciones, como Google Earth, Google Maps, Microsoft Virtual Earth, SIG y Geomedia EarthSpector entre otros.

Fue desarrollado para ser manejado con Keyhole LT, precursor de Google Earth (Google adquirió Keyhole Inc. en octubre de 2004 tras lanzar su versión LT 2). Su gramática contiene muchas similitudes con la de GML (Geography Markup Language – Lenguaje de Marcado Geográfico).

El formato de archivo **KML** se ha desarrollado específicamente para almacenar la información geográfica y las anotaciones que podrían superponerse en los mapas.

Los archivos **KML** contienen información de longitud y latitud, así como marcadores de lugar, polígono de formas, imágenes y texto que puede ser utilizado para ilustrar la etiqueta o un lugar específico o área en el mapa.

Pueden contener información adicional, tales como el ángulo de la cámara y la altitud, así como los objetos relacionados con textura en 3D también puede ser almacenado para su uso con software de navegación 2D y 3D.

Los archivos **KML** permiten crear capas personalizadas de información que pueden ser superpuestos sobre los mapas existentes para fines de ilustración o de abstracción.<sup>5</sup>

Software de modelado 3D, como Blender, una suite de código abierto de herramientas de creación 3D, Google Sketchup, etc. también son capaces de exportar modelos en formato **KML** con los plug-ins para utilizar con geobrowsers 3D como Google Earth.

---

<sup>5</sup> Información recogida de varias paginas:

<http://www.enespanol.com.ar/2006/04/08/tutorial-de-kml-para-google-earth/>  
<https://developers.google.com/kml/documentation/?hl=es-ES>

Los archivos kml están divididos en dos partes:

1. Documentos básicos
2. Documentos avanzados

#### 1.-DOCUMENTOS KML BÁSICOS:

El modelo más básico del documento KML es el que se genera mediante Google Earth. Este tipo de documento ha sido el utilizado para este proyecto.

En este caso no es necesario editar el fichero en ningún documento de texto.

Google Earth permite generar:

- Marcas de posición
- Superposiciones del suelo
- Rutas
- Polígonos

En las siguientes líneas se explicará cada uno de estos casos:

- **Marcas de posición:**

Las marcas de posición, como su propio nombre indica, dan una posición concreta en la Tierra con un icono de chincheta. Normalmente de color amarillo, aunque tanto el color como el icono se pueden cambiar.

Solo incluye un elemento de punto, por lo que es muy fácil de crear. Éste indica una ubicación de la marca. Sobre esta marca se puede especificar:

- Nombre
- Icono
- Añadir elementos geométricos

## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

El código KML para la marca de posición simple es el siguiente:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF -8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2"
xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
<Document>
  <name>MONASTERIO DE SAN PRUDENCIO DE MONTE LATURCE...kml</name>
  <Style id="sn_hiker2">
    <IconStyle>
      <scale>1.2</scale>
      <Icon>
        <href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/shapes/hiker.png</href>
      </Icon>
      <hotSpot x="0.5" y="0" xunits="fraction" yunits="fraction"/>
    </IconStyle>
    <LabelStyle>
      <color>ff7f55ff</color>
    </LabelStyle>
  </Style>
  <StyleMap id="msn_hiker00">
    <Pair>
      <key>normal</key>
      <styleUrl>#sn_hiker2</styleUrl>
    </Pair>
    <Pair>
      <key>highlight</key>
      <styleUrl>#sh_hiker2</styleUrl>
    </Pair>
  </StyleMap>
  <Style id="sh_hiker2">
    <IconStyle>
      <scale>1.4</scale>
      <Icon>
        <href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/shapes/hiker.png</href>
      </Icon>
      <hotSpot x="0.5" y="0" xunits="fraction" yunits="fraction"/>
    </IconStyle>
    <LabelStyle>
      <color>ff7f55ff</color>
    </LabelStyle>
  </Style>
  <Placemark>
    <name>MONASTERIO DE SAN PRUDENCIO DE MONTE LATURCE</name>
    <description>MONASTERIO DE SAN PRUDENCIO DE MONTE LATURCE</description>
    <LookAt>
      <longitude>2.413788443364408</longitude>
      <latitude>42.3473058451096</latitude>
      <altitude>0</altitude>
      <heading>5.634968850682154011</heading>
      <tilt>0</tilt>
      <range>264.5725383710775</range>
      <altitudeMode>relativeToGround</altitudeMode>
      <gx:altitudeMode>relativeToSeaFloor</gx:altitudeMode>
    </LookAt>
    <styleUrl>#msn_hiker00</styleUrl>
    <Point>
      <altitudeMode>clampToGround</altitudeMode>
      <gx:altitudeMode>clampToSeaFloor</gx:altitudeMode>
      <coordinates>2.41423897980783,42.34752440199993,0</coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</Document>
</kml>

```

Comienzo del archivo.  
Este comienzo siempre es igual en todos los documentos

---

Nombre del documento

Documentación del icono.  
En los apartados de:  
\*<scale> se refiere al tamaño de icono a la vista y cuando pasa por encima de él.  
  
\*<href> hace referencia de dónde se ha encontrado el icono del icono utilizado.  
  
\*<pair> visualización  
  
\*<color> color utilizado

Descripción del nombre, con sus coordenadas, para saber su situación.

Documentación del punto.  
Con la referencia del punto.



Imagen 4.4.: Representación de las marcas de posición

Cada una de estas líneas tiene un significado.

- Se empezara con el encabezado que aparece en la primera línea de todo aquel archivo KML. Para que funcione como tal, antes de esta línea no debe haber nada, si esto ocurre el archivo no se podrá abrir o dará error a la hora de iniciarlo.
- La línea número 2 de todos los archivos KML 2.2. aparece una declaración de espacio de nombre de KML.
- Un objeto de marca de posición (Placemark) contiene los siguientes elementos:
  - Un nombre (*name*) que se utiliza como etiqueta para la marca de posición.
  - Una descripción (*description*) que aparece en una "viñeta" junto a la marca de posición,
  - Un punto (*Point*) que especifica la posición de la marca de posición en la superficie de la Tierra (*la longitud, la latitud* y, opcionalmente, *la altitud*).

- **Las superposiciones del suelo**

Las superposiciones del suelo colocan una imagen sobre la Tierra. Lo que se consigue con este comando es superponer una imagen \*.jpg. Si se quiere representar, una zona en concreto, algún edificio del lugar, etc. Se enlazará el archivo \*.jpg con este comando.

El código es el siguiente:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2"
xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
<PhotoOverlay>
  <name>imagen 1</name>
  <Camera>
    <longitude>2.41385606821142</longitude>
    <latitude>42.34773651377945</latitude>
    <altitude>15.87239793415656</altitude>
    <heading>163.3765150044773</heading>
    <tilt>87.05969211741801</tilt>
    <roll>0.01387258568097382</roll>
    <altitudeMode>relativeToGround</altitudeMode>
    <gx:altitudeMode>relativeToSeaFloor</gx:altitudeMode>
  </Camera>
  <Style>
    <IconStyle>
      <Icon>
        <href>./camera_mode.png</href>
      </Icon>
    </IconStyle>
    <ListStyle>
      <listItemType>check</listItemType>
      <ItemIcon>
        <state>open closed error fetching0 fetching1 fetching2</state>
        <href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/shapes/camera_v.png</href>
      </ItemIcon>
      <bgColor>00ffffff</bgColor>
      <maxSnippetLines>2</maxSnippetLines>
    </ListStyle>
  </Style>
  <Icon>
    <href>F:/849CANON/IMG_4994.JPG</href>
  </Icon>
  <ViewVolume>
    <leftFov>32.19</leftFov>
    <rightFov>32.19</rightFov>
    <bottomFov>22.77</bottomFov>
    <topFov>22.77</topFov>
    <near>5.55534</near>
  </ViewVolume>
  <Point>
    <altitudeMode>relativeToGround</altitudeMode>
    <gx:altitudeMode>relativeToSeaFloor</gx:altitudeMode>
    <coordinates>2.41385606821142,42.34773651377945,15.87239793415656</coordinates>
  </Point>
</PhotoOverlay>
</kml>

```

Nombre del documento
Esta información hace referencia a la información de la imagen: Situación de coordenadas, inclinación de la imagen.

Documentación del icono.
Hace referencia a la información del icono visualizado. Con referencia de icono, estilo de cono utilizado, color...

Referencia de la ubicación de la imagen.
--

Información sobre el elemento creado, situando cada esquina de la imagen con coordenadas. Y situando el punto donde está el icono de la imagen.
---

}

}

}

}



*Imagen 4.5.: Ejemplo de superposición del suelo.*

Al igual que el archivo anterior las dos primeras líneas deben ser las mismas. Se especificará el nombre, la carpeta en la que esta y se hará una descripción. La posición de una superposición del suelo está determinada por la etiqueta de cuadro de Camera (<Camera>). Se indican las coordenadas donde se sitúa el posicionamiento del objeto.

Google Earth también admite otros formatos para imágenes, como por ejemplo: BMP, GIF, TIFF, TGA, PNG

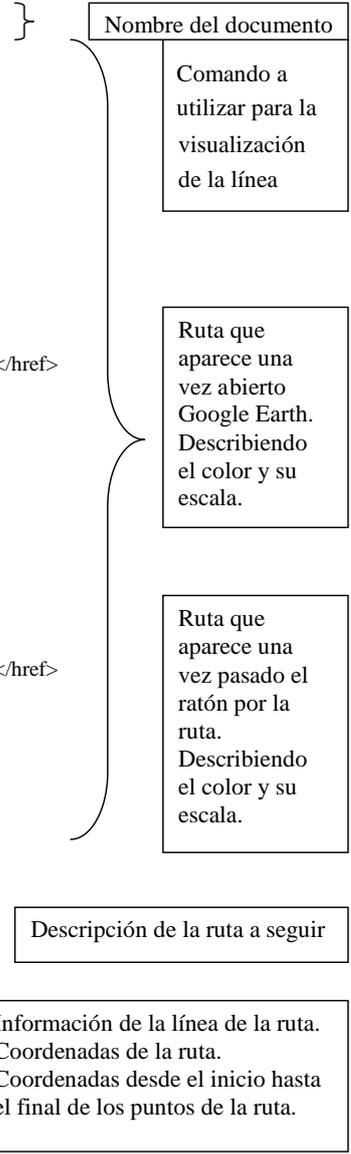
# Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

- **Las rutas**

El comando de las rutas se crea con el elemento de cadena de líneas.

El código es el siguiente:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2"
xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
<Document>
  <name>RUTA DESDE CLAVIJO AL MONASTERIO.kml</name>
  <StyleMap id="msn_ylwpushpin">
    <Pair>
      <key>normal</key>
      <styleUrl>#sn_ylwpushpin</styleUrl>
    </Pair>
    <Pair>
      <key>highlight</key>
      <styleUrl>#sh_ylwpushpin</styleUrl>
    </Pair>
  </StyleMap>
  <Style id="sh_ylwpushpin">
    <IconStyle>
      <scale>1.3</scale>
      <Icon>
        <href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/pushpin/ylwpushpin.png</href>
      </Icon>
      <hotSpot x="20" y="2" xunits="pixels" yunits="pixels"/>
    </IconStyle>
    <LineStyle>
      <color>ff0000ff</color>
      <width>2</width>
    </LineStyle>
  </Style>
  <Style id="sn_ylwpushpin">
    <IconStyle>
      <scale>1.1</scale>
      <Icon>
        <href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/pushpin/ylwpushpin.png</href>
      </Icon>
      <hotSpot x="20" y="2" xunits="pixels" yunits="pixels"/>
    </IconStyle>
    <LineStyle>
      <color>ff0000ff</color>
      <width>2</width>
    </LineStyle>
  </Style>
  <Placemark>
    <name>RUTA DESDE CLAVIJO AL MONASTERIO</name>
    <description> Descripción de la ruta </description>
    <styleUrl>#msn_ylwpushpin</styleUrl>
    <LineString>
      <tessellate>1</tessellate>
      <coordinates>
        -2.413271309556482,42.34757977033961,0
        -2.413302393546624,42.34758038186937,0
        ...
        -2.425871711627811,42.34996369849562,0
      </coordinates>
    </LineString>
  </Placemark>
</Document>
</kml>
```



## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---

Con las rutas se aprecia únicamente, una línea dibujada a cierta altitud.



*Imagen 4.6.: Representación de las rutas en Google Earth.*

• **Los polígonos**

Mediante los polígonos se pueden representar gráficamente edificios u otras distintas formas. La diferencia de los polígonos con las rutas es que las rutas son una serie de líneas. Los polígonos son líneas cerradas, donde se puede conocer la superficie o, en otros casos, el volumen 3D de esa zona.

El código a seguir sería el siguiente:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2"
xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
<Document>
  <name>IGLESIA.kml</name>
  <Style id="sh_ylwpushpin">
    <IconStyle>
      <scale>1.3</scale>
      <Icon>
        <href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/pushpin/ylwpushpin.png</href>
      </Icon>
      <hotSpot x="20" y="2" xunits="pixels" yunits="pixels"/>
    </IconStyle>
  </Style>
  <StyleMap id="msn_ylwpushpin">
    <Pair>
      <key>normal</key>
      <styleUrl>#sh_ylwpushpin</styleUrl>
    </Pair>
    <Pair>
      <key>highlight</key>
      <styleUrl>#sh_ylwpushpin</styleUrl>
    </Pair>
  </StyleMap>
  <Style id="sn_ylwpushpin">
    <IconStyle>
      <scale>1.1</scale>
      <Icon>
        <href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/pushpin/ylwpushpin.png</href>
      </Icon>
      <hotSpot x="20" y="2" xunits="pixels" yunits="pixels"/>
    </IconStyle>
  </Style>
  <Placemark>
    <name>IGLESIA</name>
    <styleUrl>#msn_ylwpushpin</styleUrl>
    <Polygon>
      <tessellate>1</tessellate>
      <outerBoundaryIs>
        <LinearRing>
          <coordinates>
            -2.414347221642675,42.34706539760111,0
            2.414093989483603,42.34706238950291,0,2.414092471890163,42.34712512473126,0
            2.414244278746578,42.34712789036434,0,2.414256552753638,42.347128849073,0
            2.414269081101058,42.34712781122946,0,2.41428043707445,42.34712910641469,0
            2.41434194625389,42.34712727090371,0,2.414347221642675,42.34706539760111,0
          </coordinates>
        </LinearRing>
      </outerBoundaryIs>
    </Polygon>
  </Placemark>
</Document>
</kml>

```

Nombre del documento

Polígono que aparece una vez abierto Google Earth. Describiendo su escala.

Comando a utilizar para la visualización de la línea

Polígono que aparece una vez pasado el ratón por el polígono. Describiendo su escala.

Descripción del polígono a seguir

Información de las líneas de polígono. Coordenadas del polígono.



*Imagen 4.7.: Representación de polígono (en blanco).*

## 2.- DOCUMENTACIÓN KML AVANZADA

Crear KML mediante la escritura de código es un poco más complicado que utilizar la interfaz de Google Earth para crear y modificar recursos.

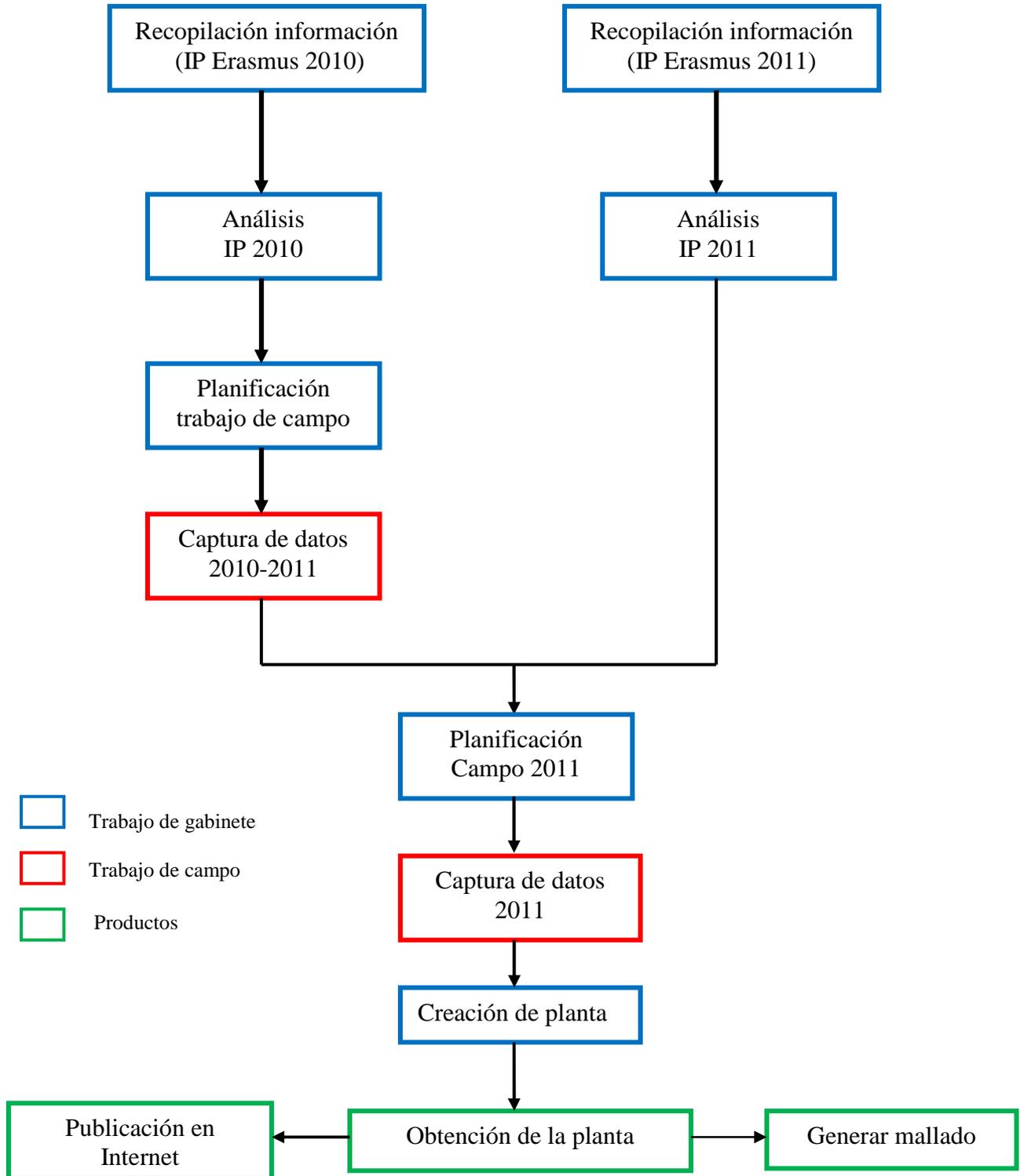
Se pueden conseguir diferentes elementos mediante la utilización de un editor de texto, como por ejemplo:

- los estilos compartidos para figuras geométricas
- los iconos resaltados para las marcas de posición
- las superposiciones de pantalla.

## **5. DESARROLLO**

## 5.1. EJECUCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

A continuación, se muestra mediante un diagrama los pasos principales que se han realizado para la elaboración de este Proyecto Fin de Carrera.



En este Proyecto Fin de Carrera se ha tenido en cuenta la información obtenida en los meses de julio de 2010 y 2011. Se ha integrado la información necesaria, obtenida por diferentes metodologías. Posteriormente se ha estudiado en qué zonas del Monasterio se tenía carencia de datos, para ir a campo y completarlas.

Debido a que la toma de datos se ha prolongado durante más de un año y medio la confección de la cartografía se ha ido desarrollando de forma paralela. Para realizar la cartografía se ha utilizado el programa AutoCAD.

La cartografía aparte de ser creada por metodología clásica, en algunas zonas se ha comparado con láser escáner. Este proceso ha sido válido ya que en alguna zona ha habido carencia de información y al tener los datos del láser escáner, se ha generado un modelo 3D para la comparación de la cartografía. De este modo se ha adquirido lo necesario para cartografiar esa zona. La zona indicada, es en la que se trabajó en Julio del 2010. Esta zona está explicada en el punto 5.2.2. Campamento IP ERASMUS 2010.

Al terminar con este proceso, la generación de la cartografía, se tendrá que crear un archivo con extensión \*.kml, para así poder colgarla en la aplicación de Google Earth.

## **5.2. CAMPAMENTO IP ERASMUS 2010**

### **5.2.1. TRABAJOS PREVIOS**

Antes de empezar con el programa IP Erasmus de 2010 se hizo una salida a campo para crear una red de bases topográficas alrededor del Monasterio. Esta red se midió por métodos GNSS que consta de una constelación de satélites que orbitan alrededor de la tierra y cuya misión es la de permitir conocer el posicionamiento en la Tierra mediante rangos de señales. Estas señales provenientes de constelaciones de satélites artificiales nos darán las coordenadas geográficas y la altitud de los puntos. Para calcular la posición se medirán un mínimo de tres distancias provenientes de tres satélites de posición conocida, un cuarto satélite nos dará la altitud.

Para obtener las bases se colocaron los receptores (Topcon HiperPro) en diferentes puntos fijos y por lo menos recibieron la información de cuatro satélites. Se obtuvieron un único trío de coordenadas del receptor a partir de una serie de observaciones realizadas durante un periodo de tiempo 15-20 minutos.

Las bases están dispuestas por todo el yacimiento y materializadas mediante estacas con clavos. La captura de datos y su posterior cálculo estuvo a cargo del personal del LDGP. Se obtuvieron las coordenadas UTM en el sistema ETRS89 y con cota ortométrica. Las reseñas de estas bases están en el Anexo 3.



*Imagen 5.1.: Imagen aérea del monasterio con la situación de las bases.*

### 5.2.2. TRABAJO DE CAMPO

Para recopilar la información obtenida en este campamento se estudió detenidamente los datos obtenidos para decidir cuáles nos podrían ser útiles.

En este campamento el trabajo se centró en la zona de la iglesia. En las siguientes imágenes se señala mediante una elipse la zona de trabajo.



*Imagen 5.2.: Fotografía realizada por los alumnos en el verano del 2010. Zona de trabajo realizada durante el periodo de campamento del verano del 2010.*



*Imagen 5.3.: Vista aérea del Monasterio, ortofoto → Google maps. Zona de trabajo realizada durante el periodo de campamento del verano del 2010.*

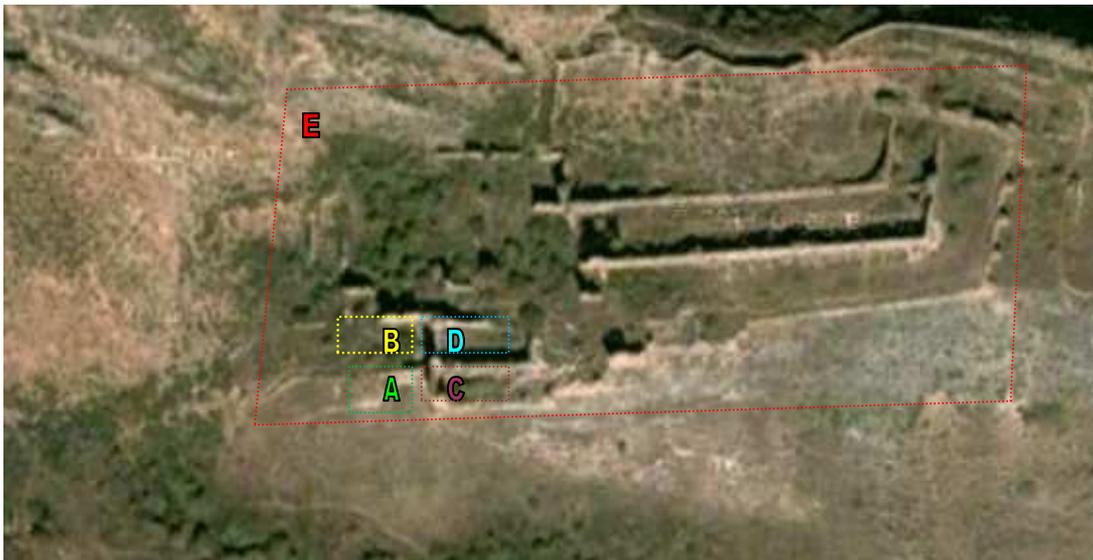
La zona de trabajo se dividió en varios grupos, asignándole una zona del Monasterio a cada uno de ellos. En cada zona se utilizaron las siguientes metodologías: láser escáner, métodos clásicos y métodos fotogramétricos.

## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---

Los grupos fueron:

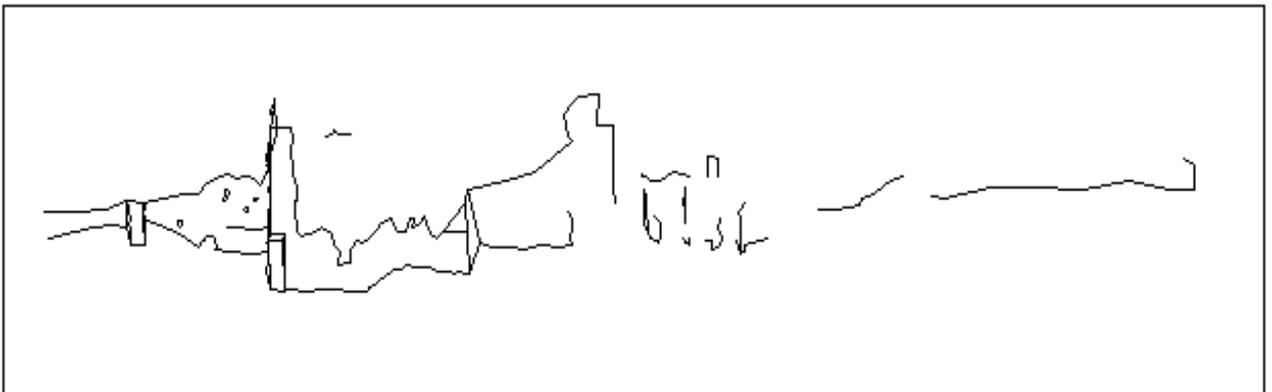
- Grupo A: Asignación fuera de la cripta
- Grupo B: Asignación dentro de la cripta
- Grupo C: Asignación fuera de la iglesia
- Grupo D: Asignación dentro de la iglesia
- Grupo E: Asignación alrededor del monasterio.



*Imagen 5.4.: Diferenciación de cada zona asignada*

Cada grupo obtuvo diversa información. Cada uno logró dependiendo de su zona, una nube de puntos conseguida mediante láser scanner, una recopilación de fotografías para el uso de la fotogrametría y datos medidos por la estación total para el uso de la metodología clásica.

Una vez finalizado el campamento de 2010 se hizo otra salida al Monasterio y se realizó un levantamiento topográfico parcial de la parte frontal del Monasterio. Este levantamiento se realizó por dos alumnos: Miguel Moreno estudiante de I.T. Topografía de la Universidad del País Vasco y Chiara Maria D'Anna estudiante de Arqueología de la Universidad de Siena (Italia).



*Imagen 5.5.: Parte frontal del Monasterio, tomado con estación total.*

### 5.2.3. TRABAJO DE GABINETE

En las siguientes líneas estudiamos la información obtenida del IP Erasmus 2010.

Con toda la información obtenida en la recogida de datos del Monasterio se han elaborado diferentes Proyectos Fin de Carrera. Estos proyectos se han elaborado mediante topografía y fotogrametría.

Los proyectos realizados por los estudiantes Raquel Mendiz y Pablo Ibáñez se centran en la elaboración de la documentación, por métodos fotogramétricos, de las zonas del Monasterio que se encuentran más degradadas y a las cuales se les puede considerar en peligro de derrumbe. Cada uno de estos proyectos se ha centrado en paredes diferentes.



Imagen 5.6.: Paredes estudiadas en los PFC de Raquel Mendiz y Pablo Ibáñez<sup>6</sup>

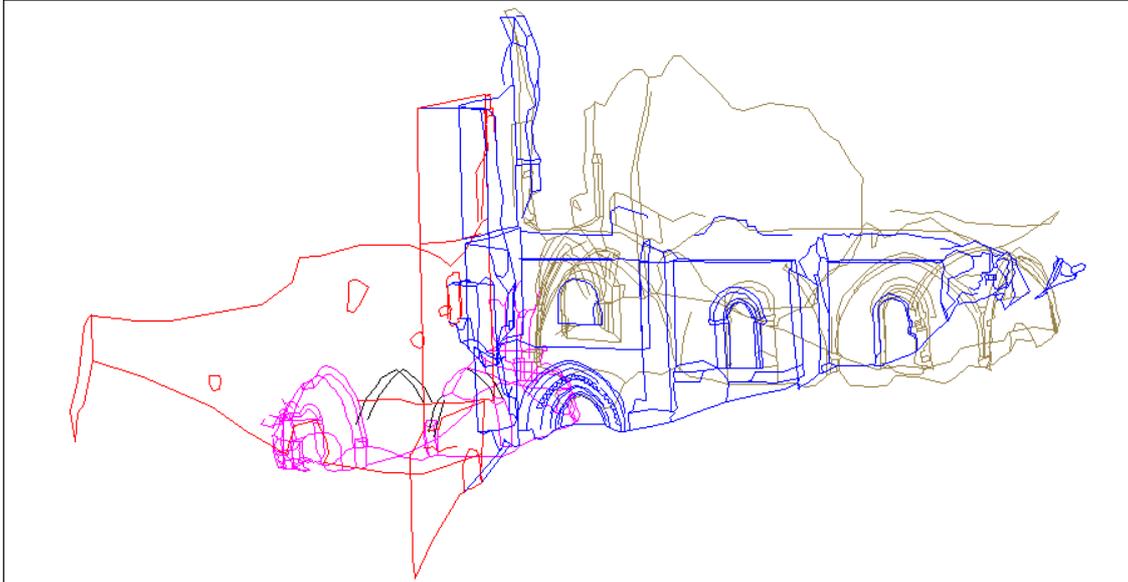
Otro de los proyectos es el realizado por Xristina Ginzou, estudiante de la universidad de Atenas. Este proyecto se basa en la documentación del Monasterio tal y como se encuentra en la realidad. Se ha hecho una reconstrucción de la iglesia en 3 dimensiones, simulando la iglesia de la antigüedad. La reconstrucción está basada en datos históricos y se han utilizado métodos arqueológicos, topográficos, fotogramétricos y laser escáner.

Los datos fotogramétricos obtenidos no se han utilizado para este proyecto porque no hemos dado altura a las paredes, solamente se ha generado la planta del Monasterio.

Finalizado el campamento la alumna Chiara Maria D'Anna, dibujó en AutoCAD la información obtenida mediante láser escáner. La zona que se ha podido dibujar es la que corresponde a la iglesia y la cripta. Esta cartografía se ha comparado con la obtenida mediante métodos clásicos. Los datos obtenidos mediante láser escáner también nos han servido para rellenar zonas de las que no se tenía información.

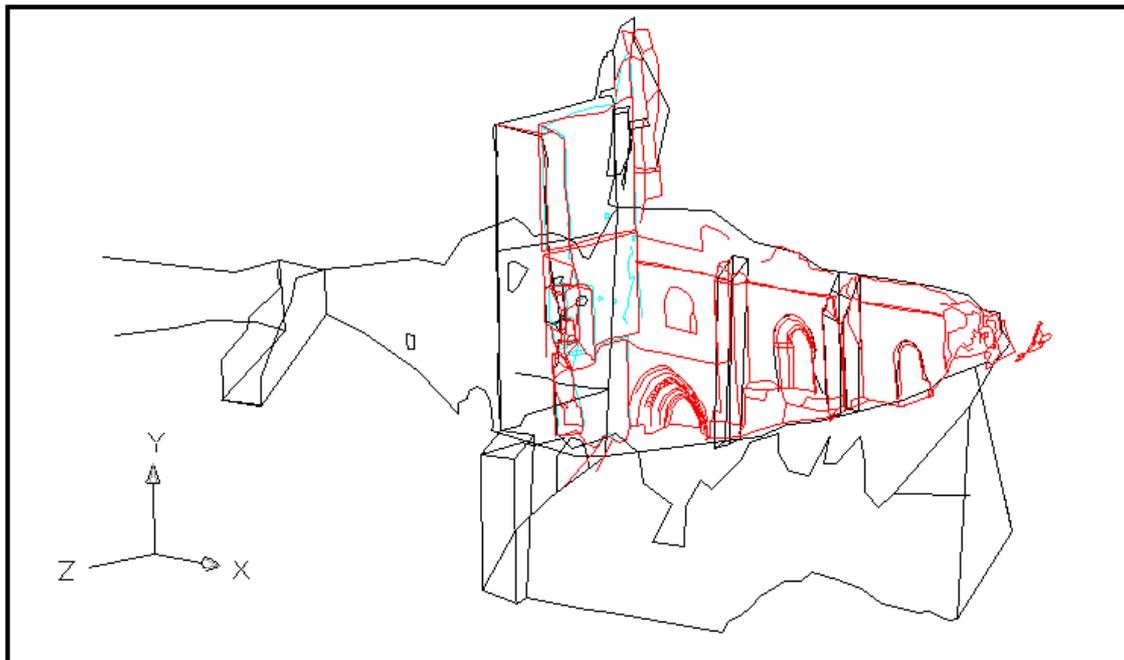
---

<sup>6</sup> Imagen obtenida del proyecto de Raquel Mendiz



*Imagen 5.7.: Imagen obtenida mediante láser escáner de la zona de la iglesia y la cripta.*

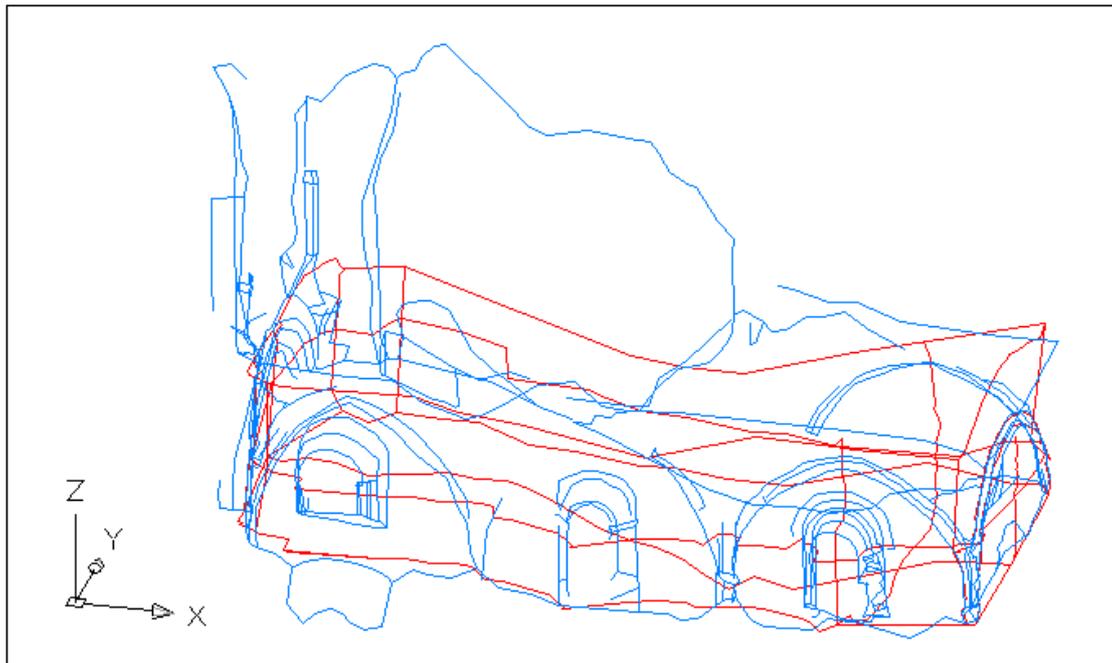
En la recopilación de datos, había información (o zonas) repetida. Una de las zonas se encuentra fuera de la cripta y de la iglesia, que está compuesto por una pared que las separa.



*Imagen 5.8.: Recopilación de datos del exterior de la iglesia.*

Esta zona está realizada por dos metodologías diferentes: láser escáner y topografía clásica. Como nuestro fin es conseguir una planta del Monasterio, después de haber conseguido cada resultado con cada metodología, tuvimos que realizar un estudio de cuál de las dos (o conjuntamente) saldría el resultado requerido para la planta. Esto es, realizar un estudio para conseguir un resultado lo más acertado posible a la realidad.

Otra de las zonas medidas con dos metodologías (láser escáner y estación total) es el interior de la iglesia.



*Imagen 5.9.: Interior de la iglesia dibujada con dos instrumentos: láser escáner (azul) y estación total (rojo).*

En la imagen superior se puede observar la diferencia entre los datos obtenidos con los dos instrumentos. Los datos obtenidos mediante la estación total (zona roja) se tomaron en el verano de 2010 por el Grupo D, como se ha explicado en el apartado 5.2.2. Trabajo de campo. En la toma de datos no se tuvieron en cuenta ni las ventanas ni la forma de los arcos, solo se tomó la estructura.

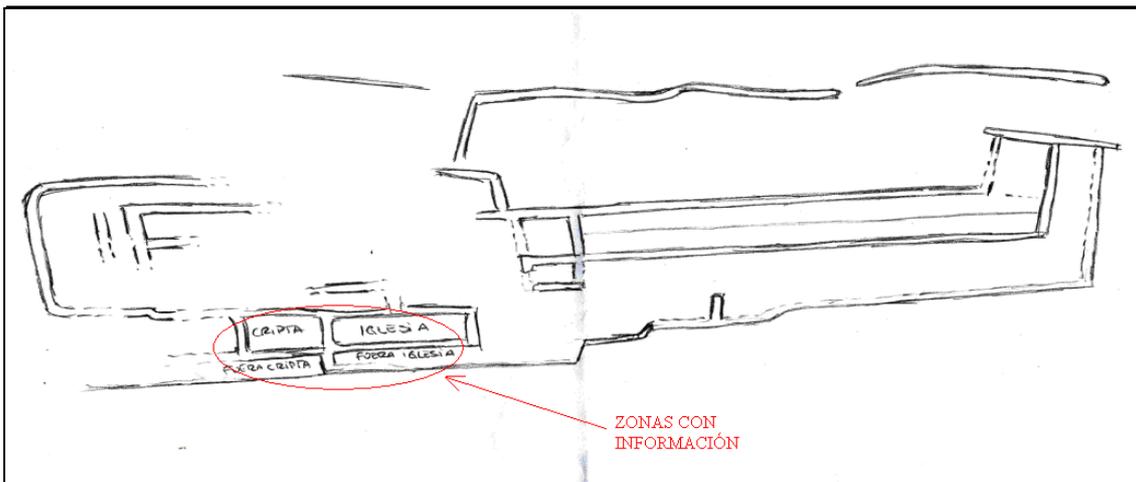
A partir de la nube de puntos conseguida con el láser escáner se pudo dibujar la iglesia incluyendo arcos y ventanas.

### 5.3. SALIDAS A CAMPO

En este apartado describimos las salidas a campo realizadas por las autoras de este proyecto fin de carrera.

#### 5.3.1. PLANIFICACIÓN

Después de tener toda la información del Monasterio recogida por los alumnos que participaron en el IP Erasmus 2010, estudiamos las zonas en las que faltaba información para tomar esos datos en campo.



*Imagen5.10: Croquis del Monasterio realizado en la primera salida, señalada la zona con información*

En total se fue a campo en cuatro ocasiones, en las tres primeras se tomaron los datos mediante la estación total y en la última salida se tomó lo que faltaba con una cinta métrica.

Una de las razones por las que decidimos hacer la toma de datos mediante metodología clásica y utilizar la estación total, fue porque el Monasterio es de grandes dimensiones y las zonas a tomar son paredes dispersas.

#### 5.3.2. TRABAJO DE CAMPO

Como se ha comentado anteriormente, se realizaron 4 salidas a campo: 3 durante el periodo lectivo 2010-2011 y la cuarta en el periodo 2011-2012. Esta última salida se realizó después del programa IP Erasmus del 2011 y fue para tomar el grosor de algunos muros, en el apartado 5.5 hablaremos de esta salida más detalladamente.

Las primeras 3 salidas se realizaron en las siguientes fechas: 10 de marzo, 30 de marzo y 10 de abril del 2011.

En la primera salida comenzamos echando un vistazo al Monasterio para saber qué zonas estaban medidas y cuales faltaban por medir. Al mismo tiempo se fueron

## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---

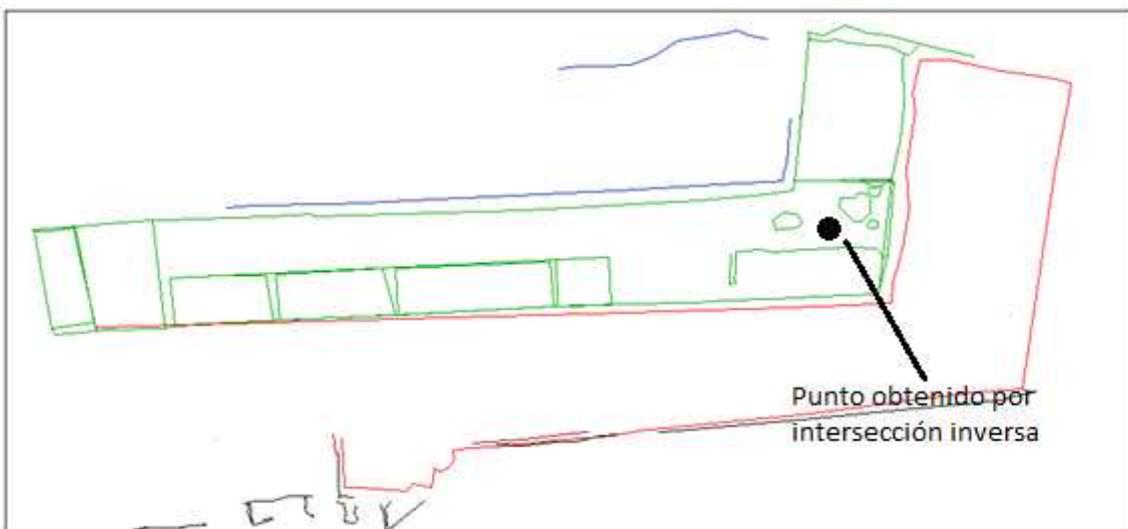
buscando las bases para saber cuales nos serian útiles y la información que se podría tomar desde ellas.

Después de visitar el Monasterio comenzamos con la toma de datos de la “terrazza” (parte dibujada en rojo).



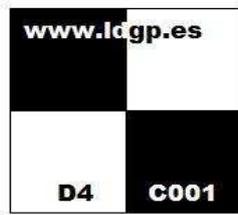
*Imagen 5.11.: Parte de la planta del Monasterio.*

En las salidas posteriores se continuó con la parte de las habitaciones (zona verde de la imagen superior). Tomar esta zona nos llevó bastante tiempo, ya que, era una zona bastante difícil y, al ser tan grande, se necesitó estacionar en diferentes bases para tomarla. Para tomar una zona de las habitaciones tuvimos que hacer una intersección inversa, ya que no se podía tomar desde ninguna base conocida.



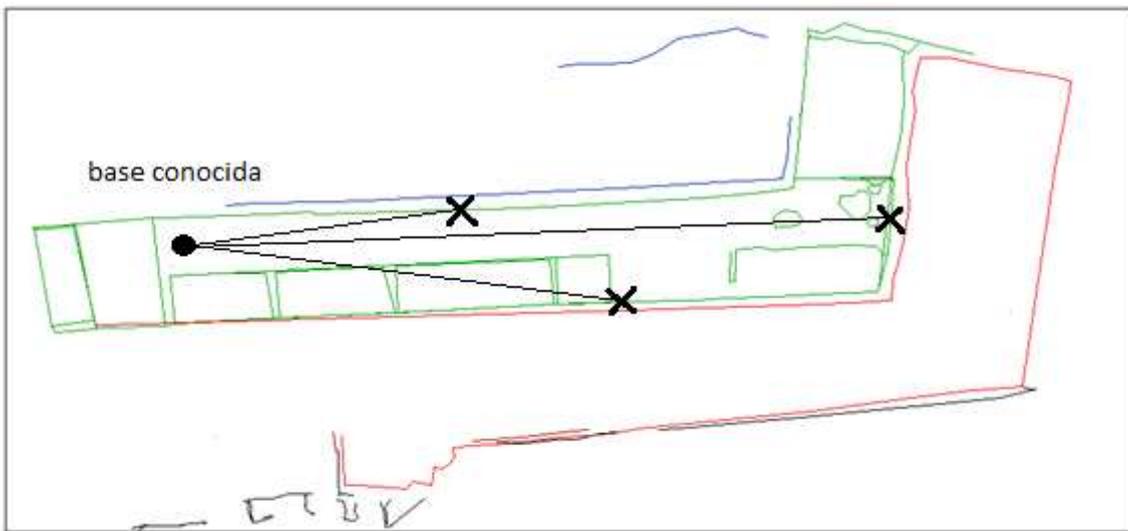
*Imagen 5.12.: Situación del punto obtenido por intersección inversa*

Para realizar la intersección inversa se utilizaron 3 dianas y se pegaron en diferentes paredes. Desde una base conocida se les dieron coordenadas mediante radiación, para posteriormente estacionarnos en el punto deseado y utilizarlas para la intersección.



Las dianas sirven para materializar los puntos de apoyo en varios de los muros, estas son de papel plastificado, de forma cuadrada y tamaño 4 x 4 centímetros. Estas dianas se han utilizado para realizar el estacionamiento por intersección inversa.

*Imagen 5.13.: Imagen y explicación de las dianas utilizadas*



*Imagen 5.14.: Situación de las dianas*

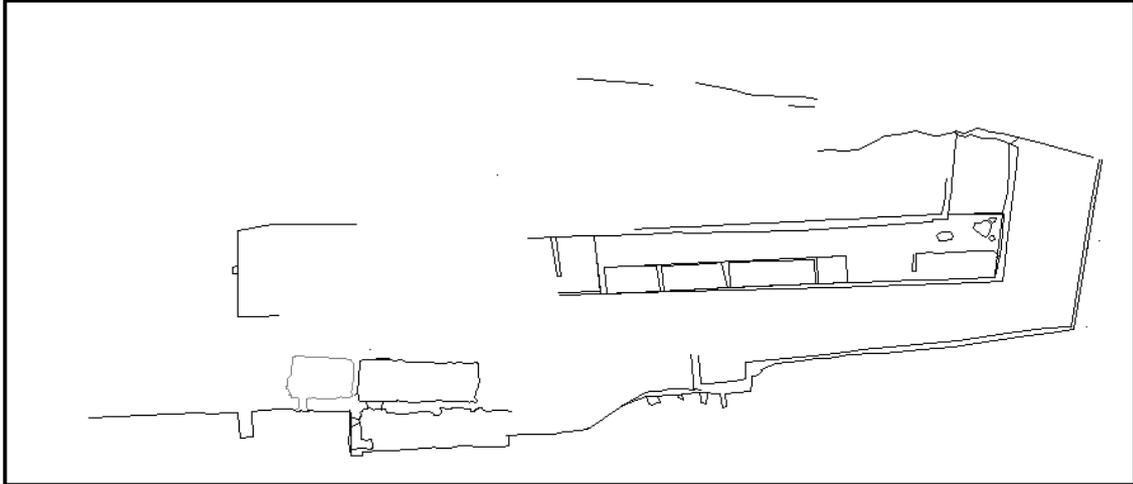
Al terminar con la zona de las habitaciones se empezó a levantar la zona Norte donde se hallaban los muros y la pared trasera de las habitaciones.



*Imagen 5.15.: Zona Norte del Monasterio, datos obtenidos con estación total.*

### 5.3.3. TRABAJO DE GABINETE

A partir de los datos obtenidos en 2010 junto lo realizado por nosotras se consiguió una cartografía, mostrada en la parte inferior.



*Imagen 5.16.: Planta del Monasterio con la información del campamento 2010 y en las salidas a campo.*

Como se ve en la imagen, la planta dibujada está incompleta, por lo que será necesario conseguir más datos, del campamento de 2011 y alguna salida posterior.

## 5.4. CAMPAMENTO IP ERASMUS 2011

### 5.4.1. TRABAJO DE CAMPO

La zona de trabajo se dividió en varios grupos. A cada uno de ellos se le asignó una zona y recogieron datos con diferentes metodologías: GPS, métodos clásicos y métodos fotogramétricos.

Se realizaron un total de 7 proyectos (2 sobre topografía integrada, 2 de láser escáner, 2 de fotogrametría y 1 de arqueología de la arquitectura). Los grupos se asignaron desde la letra F hasta la L, continuando con las letras de la edición anterior.

El profesor a cargo de cada grupo decidió la labor a realizar de cada uno de ellos. En general todos los grupos trabajaron alrededor de todo el Monasterio.

A continuación aparecen las tareas que tenían que realizar los grupos.

**GRUPO F y G: TRABAJO DE TOPOGRAFIA.**

➤ Tareas:

- Aprendizaje de la utilización de GPS.
- Levantamiento topográfico mediante GPS del Monasterio.
- En ocasiones levantamiento topográfico con la ayuda de estación total.

**GRUPO H: MODELO DEL MONASTERIO Y DEL TERRENO ADYACENTE UTILIZANDO EL LÁSER ESCÁNER DE LARGO ALCANCE.**

➤ Tareas:

- Procesado de los datos del año pasado. El registro de puntos de control para la alineación del modelo.
- Documentación de la superficie del entorno del Monasterio con el láser escáner ILRIS 3D.
- Cálculo de la orientación de todos los escaneados realizados.
- Mallado.
- Texturizado
- Visualización y representación.

**GRUPO I: MODELIZACIÓN DEL TERRENO CON UN ESCÁNER DE CORTO ALCANCE (Z+F)**

➤ Tareas:

- El registro de paredes no documentadas el año anterior con Z+F scanner
- Procesamiento de datos del año pasado
- Cálculo y referenciar todos los escaneados
- Modelado 3D
- Texturizado
- Visualización y presentación

**GRUPO J: TÉCNICAS DE FOTOGRAMETRÍA ESTEREOSCÓPICA.**

➤ Tareas:

- Familiarizarse con las técnicas fotogramétricas

**GRUPO K: FOTOGRAMETRIA CONVERGENTE**

➤ Resultados

- Informe técnico que explica las acciones realizadas, las dificultades encontradas y la evaluación de los productos finales en términos de exactitud, integridad y utilidad.

## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

- Producto final en Autocad.
- Los datos de campo con los metadatos adecuados.

### GRUPO L: ARQUEOLOGIA DE LA ARQUITECTURA DEL MONASTERIO.

- Ortoimagen (aérea) del Monasterio tomado de la cartografía oficial (25 cm de tamaño de píxel).
- Ortoimágenes (1:50) de algunas elevaciones que se documentaron el año anterior y se procesaron para los estudiantes como parte de sus tesis, especialmente el interior de la iglesia y algunos muros inestables.

Teniendo en cuenta nuestro proyecto y la labor realizada en el campamento del 2011, nos centramos en los datos de topografía clásica, en especial por el grupo F, ya que este grupo realizo la recopilación de datos que faltaban.

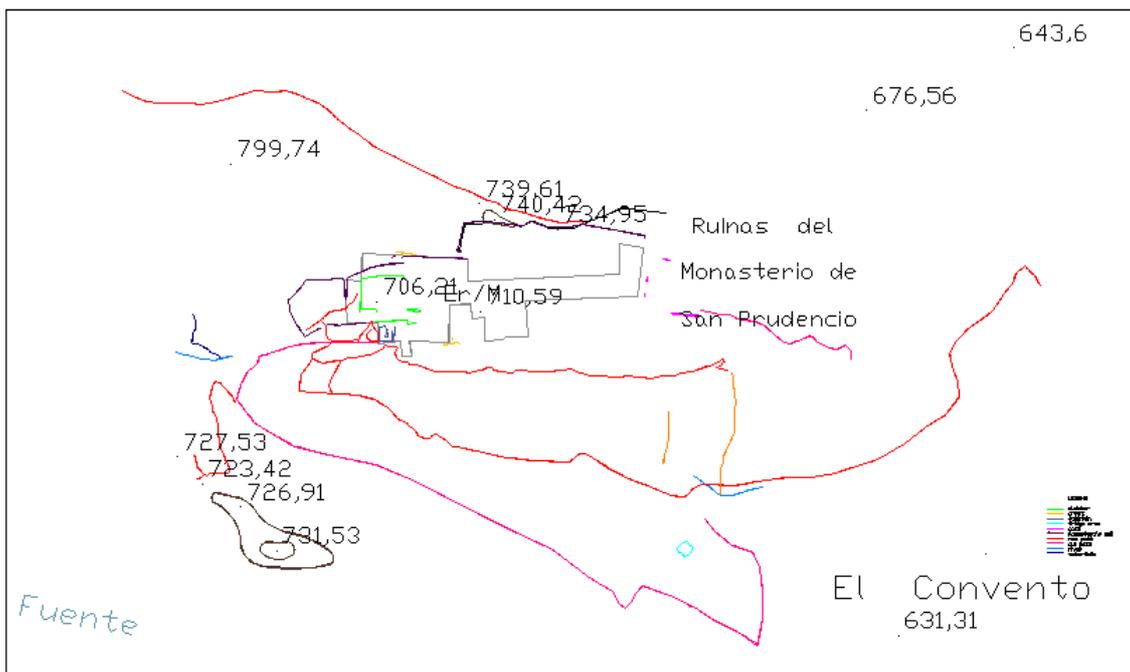


Imagen 5.17.: Planta del Monasterio de San Prudencio conseguida en el campamento 2011 por el Grupo F y que muestra los caminos de acceso.

### 5.4.2. TRABAJO DE GABINETE

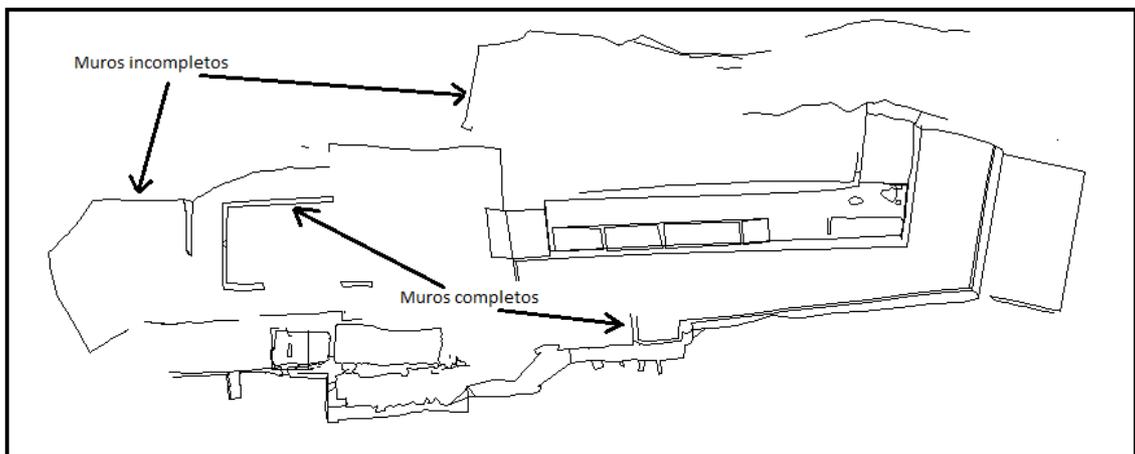
En la planta que se consiguió en el campamento de 2011 había información correspondiente al Monasterio que no teníamos, por lo que la añadimos a la planta del monasterio que habíamos dibujado hasta entonces.



*Imagen 5.18.: Información utilizada del campamento 2011 para este proyecto.*

Después de unir los datos que teníamos hasta ese momento con los conseguidos en este campamento, nos dimos cuenta que faltaban los grosores de algunos muros, por lo que decidimos volver un día más a campo.

En la siguiente imagen se ve reflejado qué muros están levantados por completo (dibujado con dos líneas) y cuáles no (dibujados con una línea).



*Imagen 5.19.: Planta incompleta del Monasterio*

## 5.5. ÚLTIMA SALIDA A CAMPO

En esta salida se concreto el grosor de algunos muros. En la Imagen 5.19 aparecen dibujados con una única línea. Estas mediciones se realizaron con cinta métrica, midiendo el grosor en varios puntos del muro para luego hacer una media.

En algunos casos no se ha podido medir el grosor del muro, ya que estaba cubierto por la maleza. En el caso de los contrafuertes de la zona sur que aparecen señalados en la imagen 5.20 no ha sido posible realizar ninguna medición adicional, ya que el acceso a pie es limitado y peligroso. Por lo que no se ha podido realizar ninguna comparación con lo ya obtenido.

En la zona Norte del Monasterio se combinan los muros naturales y los artificiales o edificados (en la imagen inferior aparece señalado). El grosor de los muros artificiales de esta zona los medimos en esta salida.

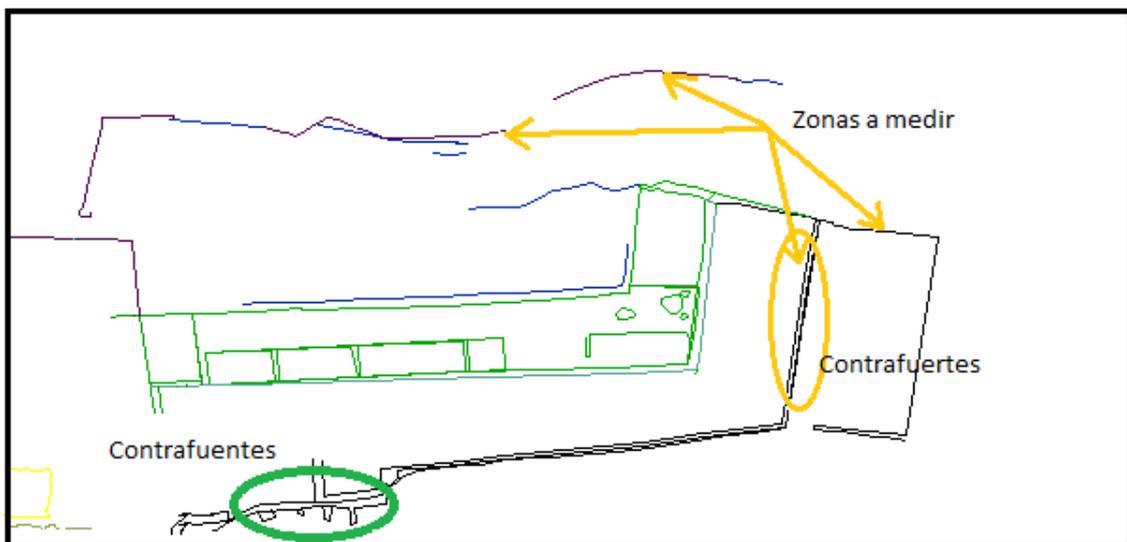


Imagen 5.20.: Señalización de los contrafuertes y de las zonas a medir.

Los contrafuertes de la zona Este se han medido directamente, ya que no tenemos ninguna información inicial de ellos. Aparecen señalizados en la imagen superior, mediante una elipse, la zona en la que deberían estar dibujados.

La cartografía creada, se ha reflejado en diferentes planos, repartiéndolo en diferentes partes:

- Planta general del monasterio.
- Planta dividida por tipo de muros. Se ha hecho una división de:
  - Muros
  - Restos al nivel del suelo
  - Cierre natural
- Cartografía dividida por zonas. Qué significado tiene cada edificio en el Monasterio.

Todos estos planos están situados en la sección de Planos.

## ESCALA

A la hora de definir la escala se han tomado diferentes factores en cuenta. Como se ha comentado anteriormente en este Proyecto Fin de Carrera se ha utilizado diferente instrumental, teniendo en cuenta que en algunos casos, tanto en la utilización de la cinta métrica como la estación total ha sido difícil el poder medir puntos, la precisión ha sido menor a la esperada.

Añadiendo al error del instrumento, se debe considerar que se ha realizado este proyecto basándonos en diferentes fuentes, y no sabemos con qué precisión se ha trabajado.

Teniendo en cuenta estos factores, la escala en la que hemos decidido trabajar es de **1/500** por lo tanto tendremos una exactitud de 10 cm. Excepto en el Plano General que al dibujar la curvas de nivel hemos decidido representarlo con la escala 1/1000.

## 5.6. GENERAR MALLADO

Después de tener toda la información reflejada en el mapa procedimos a realizar el mallado del terreno del Monasterio. Para ello se dividió el Monasterio en varios polígonos. Convirtiendo cada polígono en un bloque.

Primero dibujamos el polígono y lo guardamos en un plano nuevo.



*Imagen 5.21.: Planta del Monasterio con uno de los bloques.*

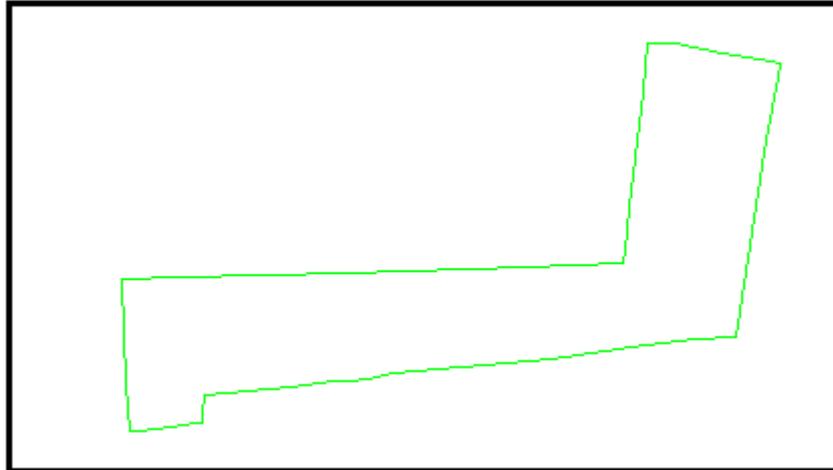


Imagen 5.22.: Primer bloque dibujado para la obtención del mallado.

Para crear el bloque, en AutoCAD, en la pestaña Dibujo seleccionamos: Bloque→Crear, y nos aparece el siguiente recuadro:

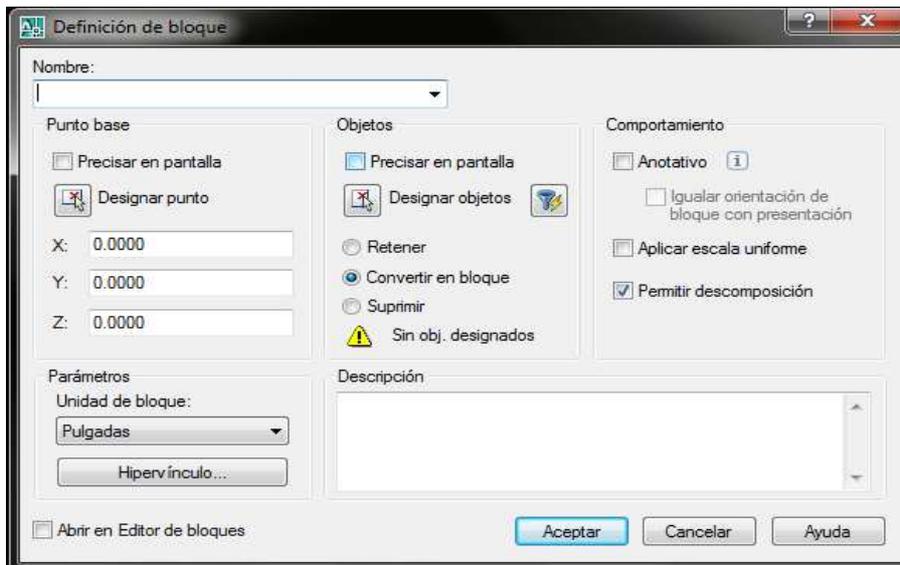
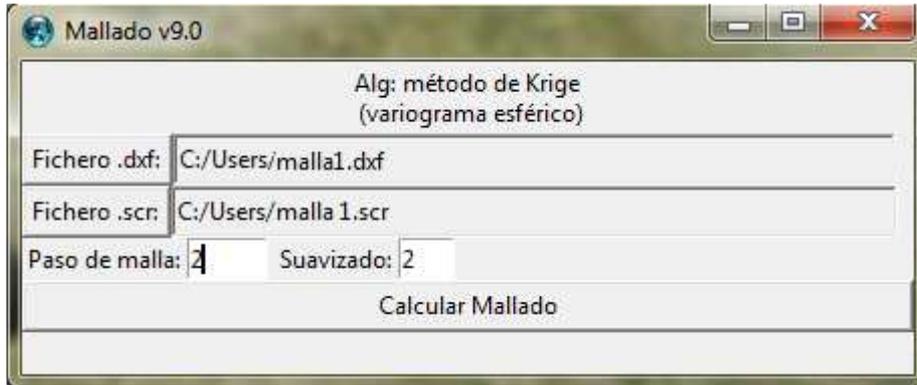


Imagen 5.23.: Ventana de AutoCAD para crear un bloque

Le damos al botón Designar objetos y seleccionamos el polígono, de esta manera el bloque ya está creado. Una vez conseguido se guarda como \*.dxf de la versión 2000 para poder conseguir el mallado. Este mallado se consigue mediante un programa del LDGP que consiste en crear una superficie a partir de un polígono.

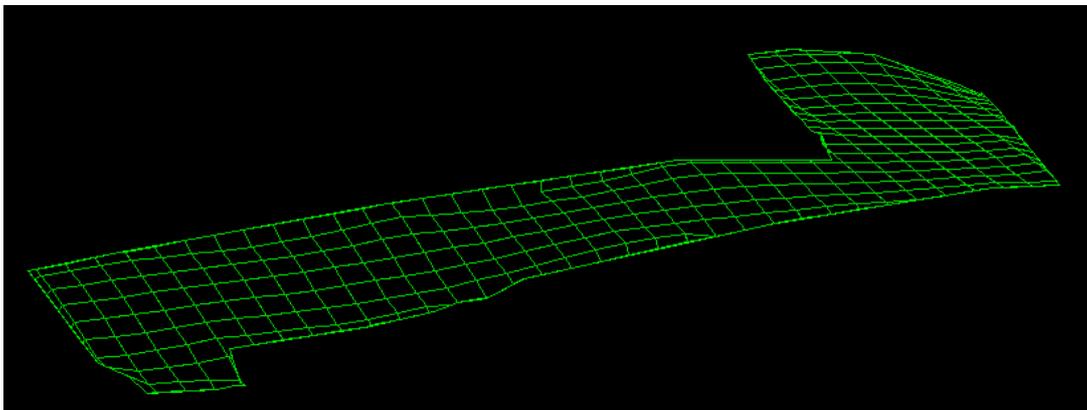
Al abrir este programa nos aparece la siguiente ventana:



*Imagen 5.24.: Ventana que aparece para crear el mallado.*

- Fichero .dxf: en esta casilla pondremos donde se encuentra el bloque que hemos creado antes.
- Fichero .scr: en esta casilla pondremos donde deseamos guardar el mallado, .scr es la extensión que debe tener.
- Paso de malla: indica cada cuanto estará dibujada la malla, en nuestro caso cada 2 metros.

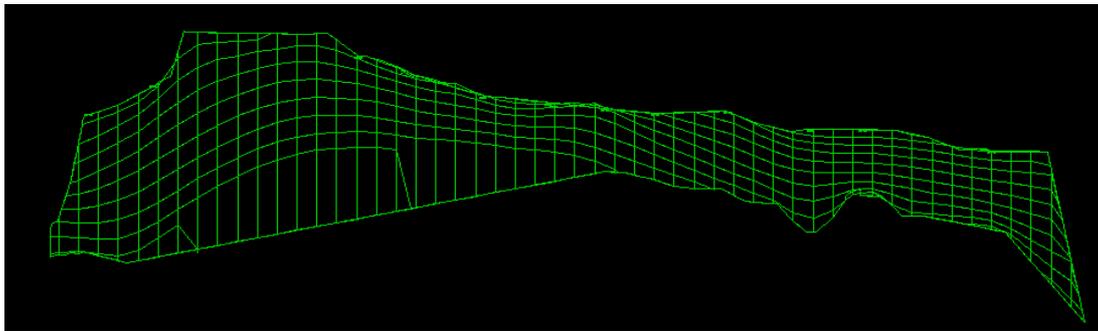
Una vez tengamos todas las casillas rellenas le damos a Calcular Mallado. Para ver el resultado tendremos que arrastrar el archivo nuevo que hemos creado al dibujo que tenemos en AutoCAD.



*Imagen 5.25.: Mallado conseguido con el primer bloque.*

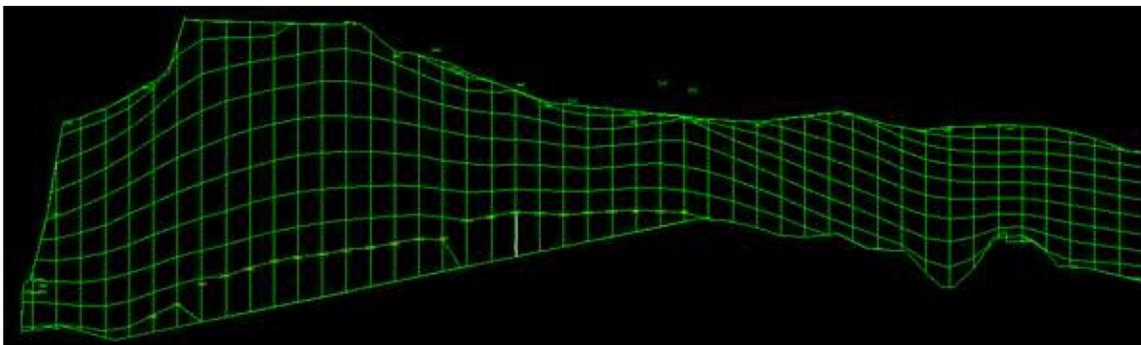
En algunas zonas el mallado no salía muy bien definido por lo que metimos puntos dentro del polígono y así el programa tenía más datos para poder calcular mejor el mallado.

Mallado antes de introducir los puntos:



*Imagen 5.26.: Mallado conseguido sin introducir puntos en el interior del bloque.*

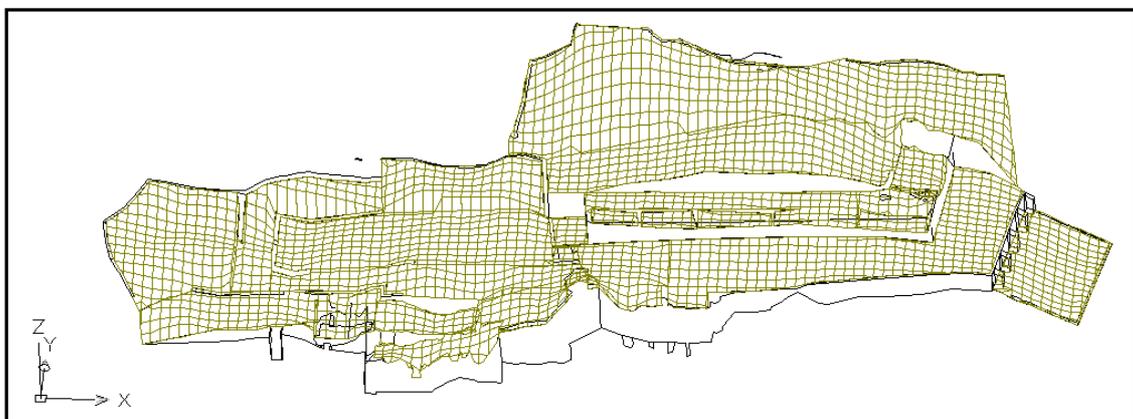
Mallado después de introducir los puntos:



*Imagen 5.27.: Mallado conseguido introduciendo puntos en el interior del bloque.*

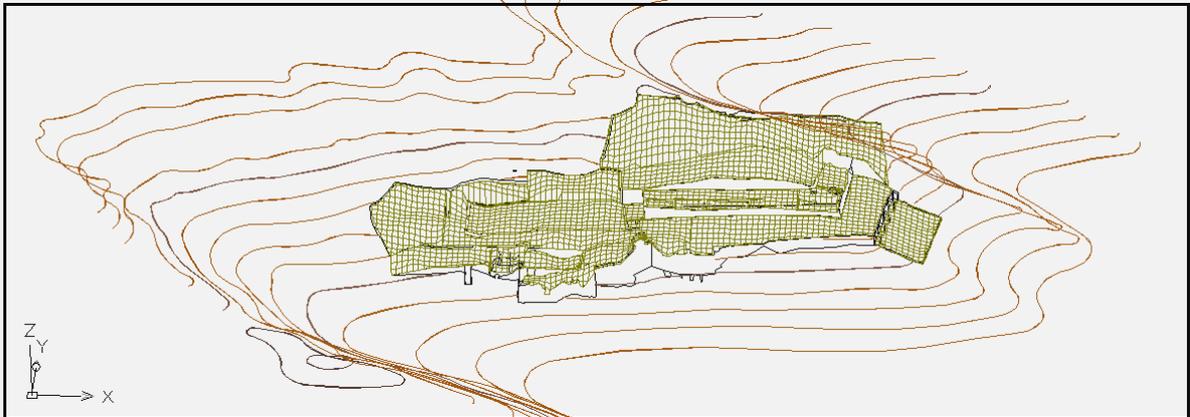
Se puede observar una gran diferencia de un mallado a otro ya que el primero tiene una pendiente muy pronunciada y sin embargo el segundo mallado, gracias a los puntos introducidos, hace una pendiente más suave y más real.

Una vez repetido este procedimiento con todos los bloques en los que se ha dividido el Monasterio el resultado ha sido el siguiente:



*Imagen 5.28.: Mallado del Monasterio San Prudencio.*

Para terminar con la cartografía, introducimos en el mapa las curvas de nivel dibujadas en un plano de la Comunidad de La Rioja 1/25000 cortándolas en las zonas en las que estaba dibujado el mallado, y el resultado es el siguiente:



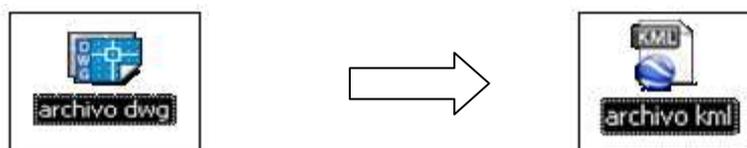
*Imagen 5.29.: Cartografía del Monasterio San Prudencio con mallado (3D).*

## 5.7. OBTENCIÓN DEL ARCHIVO KML

Una vez terminado el mapa cartográfico del Monasterio, se ha publicado en internet, concretamente en Google Earth. A continuación se explican los pasos seguidos.

Para empezar el tutor nos facilitó información, sobre qué tipo de archivo era válido para Google Earth. Es decir, que archivo necesitamos crear para visualizar nuestra cartografía en su posición exacta con un simple “click”. Para ello se necesitaba un archivo de la cartografía con una extensión concreta, \*.kml, por lo que había que exportarlo a este formato.

Tenemos que conseguir exportar la extensión del programa de Autocad \*.dwg a la extensión necesaria, \*.kml.



*Imagen 5.30.: Icono \*.dwg e Icono \*.kml*

Al ser algo nuevo para nosotras este proceso nos ha costado algo más de lo previsto.

Hay varias formas de lograr ese cambio:

- Con el programa AutoCAD Civil 3D en versión 2008 o 2009, hay un comando con la opción de exportar a Google Earth.
- Bajar un programa con la extensión de Google Earth para AutoCAD y así pasar información de AutoCAD a Google Earth y viceversa.
- Utilizar el programa Global Mapper el cual nos permite abrir un archivo DWG y poder ubicarlo en alguna proyección en especial y de ahí pasarlo como un archivo KMZ que se puede abrir en Google Earth.

Ninguna de estas tres opciones nos ha sido válida, porque no tenemos en nuestro poder ninguno de los 3 programas anteriormente citados y para poder descargarlos de internet tenían un precio muy elevado.

Se hizo hincapié en el programa Global Mapper para descubrir su formato y así poder explorar otras opciones.

Necesitábamos información de este programa:

- Para qué servía
- Qué se necesitaba
- Qué se tenía como resultado
- Qué tipo de archivos toleraba
- ...

Se llegó a la conclusión de que se trataba de un archivo SIG. Miramos que programas eran los más utilizados para este proceso.

Dado que en esta carrera existe una asignatura de Sistema de Información Territorial, y que el programa a utilizar (Manifold) es un programa SIG, se hizo la prueba para ver si se podía obtener el archivo \*.kml.



*Imagen 5.31.: Programa Manifold Map (archivo SIG)*

Cabe mencionar que en el mercado hay otros tantos softwares a utilizar para llevar a cabo este proceso.

A la hora de visualizar el archivo en Google Earth, hay que tener cuidado con el sistema de proyección para que el Monasterio aparezca en la posición correcta, ya que en el sistema de referencia utilizado por Google Earth se trabaja con latitud y longitud.

Por lo que, Google Earth al trabajar con latitud y longitud, se debe conseguir que nuestro \*.dwg sea exportado para que trabaje con latitud y longitud.

#### 5.7.1. PROCEDIMIENTO PARA LA TRANSFORMACIÓN DE ARCHIVOS:

En las siguientes líneas se explicará gráficamente los procedimientos que se han utilizado para llegar hasta lo que nos interesa, el cambio de formato de un archivo.

El primer paso de todos, es conseguir mediante AutoCAD pasar de \*.dwg a \*.dxf.

Cuando se consiga ese archivo se empezará a trabajar con Manifold. Se importará el archivo dxf.:

File → Importar → Drawing

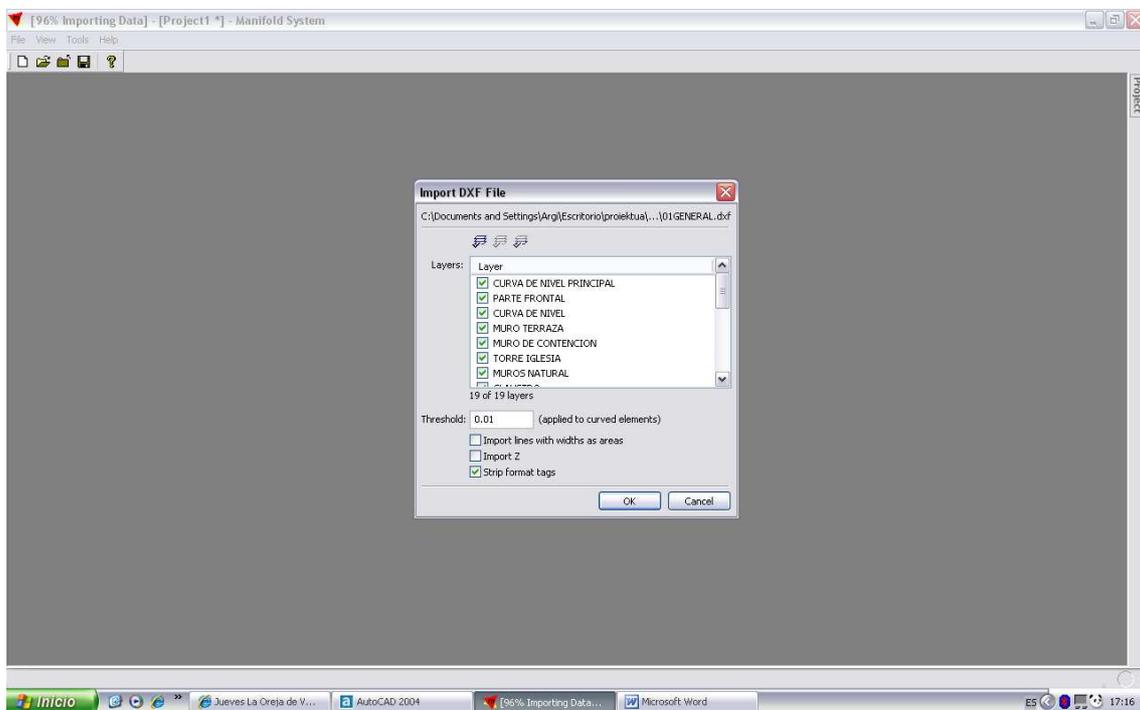


Imagen 5.32.: Pestaña de importación del archivo.

Se elige la opción *drawing*, porque es la que tolera el formato \*.dxf.

A continuación realizamos el cambio de proyección.

Para ello, se empleará el comando “*Assign projection*” : pulsar con el botón derecho del ratón sobre cada uno de los datos (capas) a cambiar.

## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

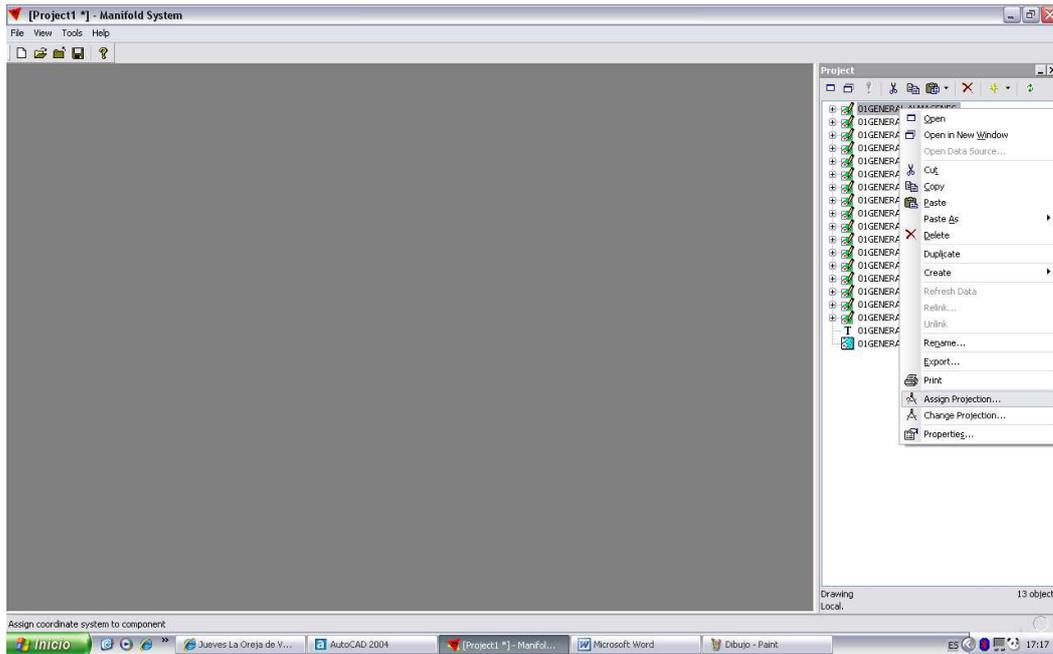


Imagen 5.33.: Resultado de todas las capas importadas y comando a utilizar en el cambio de proyección.

La proyección utilizada en campo, es la proyección UTM en huso 30. Los datos a añadir serán los que aparecen en la figura siguiente.

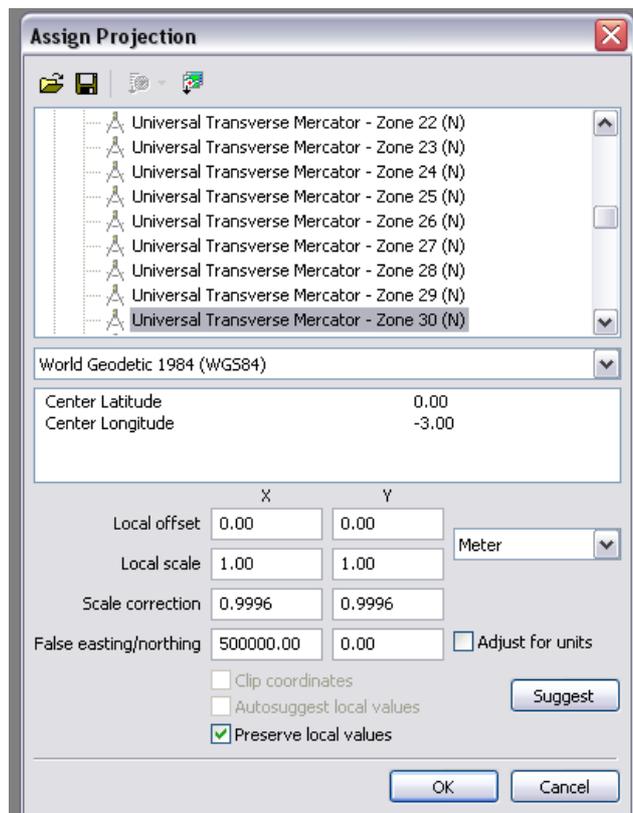
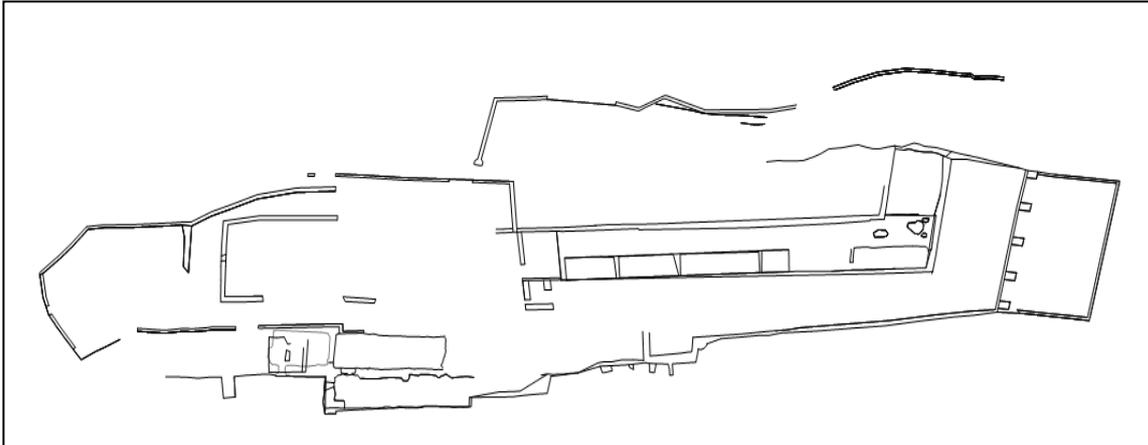


Imagen 5.34.: Proyección a dar.

Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---

Una vez terminado con este paso, se hará la exportación de este archivo.

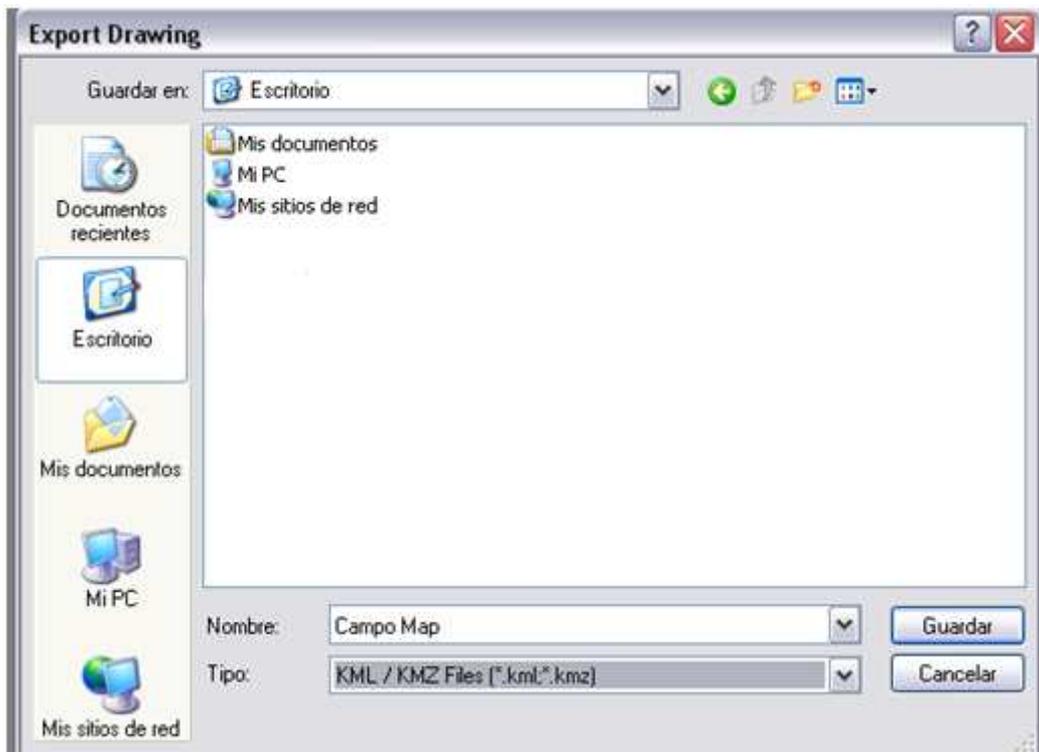


*Imagen 5.35.: Resultado en Manifold con el cambio de proyección*

Teniendo activado nuestro mapa, habrá que utilizar el comando de “Export”. Siguiendo el siguiente enlace:

File → Export → Drawing

Al exportar el archivo se deberá especificar el nombre y el tipo de archivo a crear.



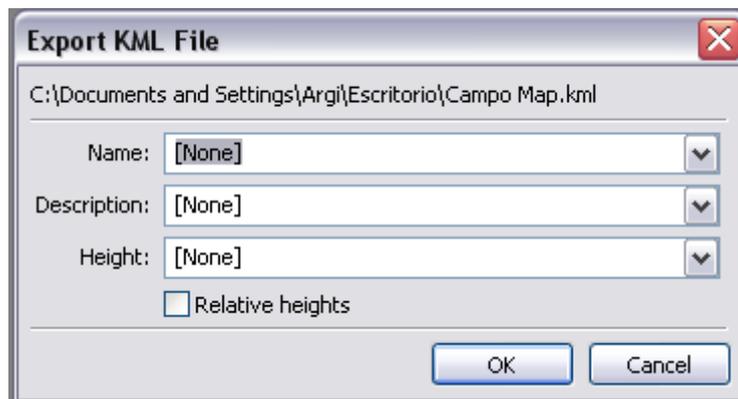
*Imagen 5.36.: Ventana para guardar el archivo a exportar.*

Siguiendo la imagen superior, se elegirá el nombre a dar y el tipo de exportación. En nuestro caso “KML/KMZ Files (\*.kml;\*.kmz).”

Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---

Una vez guardado aparecerá una nueva ventana.



*Imagen 5.37.: Ventana de exportación.*

En los tres comandos que aparecen en la imagen superior, se podrán poner datos adicionales y aparecerán en pantalla, en nuestro caso no lo hemos utilizado, ya que no se considero de interés.

Una vez abierto el archivo aparecerá la pantalla principal de Google Earth.

A continuación, en el programa Google Earth, comenzará apareciendo el mundo y se irá acercando hasta la posición de nuestro Monasterio.



*Imagen 5.38.: Visualización del Monasterio en Google Earth.*

## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---

Como puede verse, el Monasterio aparecerá en su posición.

Una vez generado este archivo, se podrán realizar diferentes acciones en él. Como se ha mencionado se podrán generar diferentes datos, como por ejemplo marcas de posición, para añadir al mapa.

Una vez publicado en internet, mediante Google Earth se podrá adquirir la información agregada por nuestra parte.

En él se visualizará los caminos de acceso, una breve información sobre el Monasterio, imágenes desde diferentes posiciones y el plano.

## **6. CONCLUSIONES**

Después de haber desarrollado todos los trabajos necesarios para la creación de este proyecto fin de carrera, llega el momento de señalar nuestras conclusiones sobre él. Estas opiniones se centran básicamente en el trabajo realizado tanto en campo como en gabinete.

En la fase de campo, es donde hemos tenido más soltura a la hora de trabajar, ya que a las dos se nos hace bastante cómodo trabajar en campo. Hemos encontrado cierta dificultad con el instrumental, concretamente con la estación total. Ya que, en nuestro caso, siempre hemos trabajado con Topcon y tanto el instrumento como el software integrado son diferentes a la Leica, pero con la ayuda de los tutores se ha resuelto con facilidad.

El trabajo de gabinete, ha resultado ser más duradero de lo esperado. Una de las razones por la que hemos necesitado más tiempo ha sido porque la elaboración de los planos y la integración de toda la información obtenida en los campamentos nos ha costado bastante tiempo.

Otro de los problemas encontrados a lo largo de este trabajo ha sido la estructuración de la memoria. Ya que nos ha costado plasmar toda la información claramente detallada.

Respecto a los resultados obtenidos hay varios aspectos a comentar. En los planos hay varias paredes que no forman ángulos rectos, para cerciorarnos de que estos datos estaban adecuadamente medidos, nos ayudamos de las fotografías realizadas por el helicóptero creado por la universidad alemana.

Cuando se inserta el plano general en Google Earth no encajó muy bien con la ortofotografía, esto es debido a que las escalas son diferentes, probablemente la ortofotografía esté rectificadas con un modelo del terreno que no tiene en cuenta la geometría de alzados del Monasterio.

En lo concerniente a los obstáculos que se han encontrado durante la ejecución de este proyecto, se han intentado solventar de la mejor forma posible buscando alternativas.

Utilizando este proyecto fin de carrera como base se podrían realizar otros proyectos basándose en el Monasterio de San Prudencio o también usarlo como ejemplo para otro edificio de características similares.

La cartografía del Monasterio se podría haber conseguido de diversas formas. Dependiendo del instrumento y método utilizado cambiaría la precisión y se podrían lograr mejores resultados.

Este proyecto mejoraría si se realizara un modelo en tres dimensiones, ya que, se podría visualizar el estado actual del Monasterio y sobre ello poder hacer una reconstrucción hipotética.

Un aspecto que nos gustaría apuntar, es el hecho de que es nuestra primera experiencia en lo que se refiere a trabajos de documentación de patrimonio, es una parte desconocida por los estudiantes, pero es muy gratificante poder concluir esta labor.

## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---

Y para terminar, en todo el tiempo que se ha dedicado a la realización de este proyecto hemos aprendido mucho gracias a nuestros compañeros del laboratorio y a nuestros tutores, Álvaro y José Manuel, aspectos diferentes de los estudiados en el resto de asignaturas de la titulación.

## **7. AGRADECIMIENTOS**

## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---

Para llevar a cabo este proyecto ha sido de gran ayuda la colaboración y ayuda de los miembros del laboratorio y a los alumnos de los dos años de campamento.

Nos gustaría hacer hincapié en los compañeros del laboratorio que gracias a su trabajo realizado en sus propios proyectos, conocimientos de programas y ayuda realizada en campo, este proyecto hubiera sido más difícil de realizar. Por ello gracias a:

- Raquel Mendiz
- Miguel Moreno
- Chiara Maria D'Anna
- Christina Gintzou
- Pablo Ibáñez de Elejalde

Y por último y no por ser menos, a los profesores Álvaro Rodríguez y José Manuel Valle, que siempre que ha habido un problema han estado ahí para ayudarnos.

## **8. BIBLIOGRAFIA**

Referencias bibliográficas:

- FRANCISCO J.GARCIA TURZA, "El monasterio de San Prudencio de Monte Laturce (siglos X-XII)"
- GARCÍA MARTIN, A.; ROSIQUE CAMPOY, M.F.; SEGADO VÁZQUEZ, F.E. (1994). Topografía básica para Ingenieros. Universidad de Murcia. ISBN: 84-7684-568-5.

Referencias en Internet:

- POIS-GPS. "Archivo.kml ¿Qué es realmente?" <<http://www.pois-gps.com.ar/?p=1825>> [Consulta:13/12/2011]
- GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO. "Qué es un archivo KML" <<http://www.cites.es/es-ES/Paginas/que-es-un-archivo-kml.aspx>>[Consulta:13/12/2011]
- GOOGLE CODE "Qué es KML" <<http://code.google.com/intl/es/apis/kml/>>
- GOOGLE CODE "Tutorial de KML" <[http://code.google.com/intl/es/apis/kml/documentation/kml\\_tut.html#basic\\_kml](http://code.google.com/intl/es/apis/kml/documentation/kml_tut.html#basic_kml)> [Consulta:13/12/2011]
- LEICA GEOSYSTEMS "Leica TPS1200+ Series Estación total de altas prestaciones" Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza, 2007. <[http://www.ingesis.net/ficheros/archivos/2011\\_07/tps1200-catalogo-es\\_1.pdf](http://www.ingesis.net/ficheros/archivos/2011_07/tps1200-catalogo-es_1.pdf)> [Consulta:13/12/2011]
- LEICA GEOSYSTEMS "TPS300 Basic Series" Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza. <[http://pdf.instop.es/estaciones\\_totales/tps300\\_es.pdf](http://pdf.instop.es/estaciones_totales/tps300_es.pdf)> [Consulta:13/12/2011]
- LEICA GEOSYSTEMS "Alquiler topografía" Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza, 2007. <[www.instop.es/alquiler/alquiler.php](http://www.instop.es/alquiler/alquiler.php)> [Consulta:13/12/2011]
- VALLE,J.M Y RODRIGUEZ,A "Intensive Program Erasmus: Geometric Documentation of Heritage" <<http://moodletic.ehu.es/moodle/course/view.php?id=1664>> [Consulta:13/12/2011]
- SANZ MUÑOZ,P.M. "Apoyo Aéreo Cinemática y Aerotriangulación Digital Frente a los Sistemas de Navegación Inercial: Análisis de Precisiones" Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agronomos. Madrid, 2004. <<http://oa.upm.es/338/1/02200429.pdf>> [Consulta:13/12/2011]

# ANEXOS

## ANEXOS 1: PRESUPUESTO

### VALORACIÓN ECONÓMICA

A continuación se presenta la valoración económica según el convenio de Ingeniería de los Ingenieros Técnicos. Según este convenio, los Ingenieros Técnicos en Topografía pertenecen al nivel 2. Como viene indicado en el BOE, un trabajador correspondiente al nivel 2 tendrá un salario de 17.038,56€ anuales.

<b>PARTIDA COTIZABLE</b>	
Salario anual	17038,56
Antigüedad	0,00
Plus convenio	2048,90
<b>TOTAL COTIZABLE</b>	<b>19087,46</b>

*Tabla A1.1.: Tabla de partidas cotizables.*

Para calcular las horas anuales trabajadas se tendrán en cuenta varios artículos del BOE (29 de mayo de 2008) en relación al Convenio de empresas de Ingeniería:

- El Artículo 23 establece que las horas de trabajo anuales serán de 1806 siendo un total de 225 días laborales.
- El Artículo 25 se refiere a las causas por las que el trabajador podrá ausentarse del trabajo. En este caso se ha establecido una media de 6 jornadas perdidas.
- El Artículo 36 se refiere a las horas extra realizadas por el trabajador. En el apartado cuatro de dicho artículo establece que al trabajador se le deberá compensar con las horas extra realizadas incrementadas en un 75%. En este caso se han establecido una media de 50 horas extra y aplicándole el 75% se deberá recompensar con 87 horas.

<b>JORNADA</b>		
	Horas	Días
Jornada laboral	1806	225
Jornadas perdidas	48	6
Horas extra	50	6,25
Recompensa horas extra	87,5	10,94
<b>TOTAL</b>	<b>1720,5</b>	<b>214</b>

*Tabla A1.2.: Tabla jornada anual*

En esta tabla se ha realizado una estimación de las jornadas perdidas y las horas extra de un trabajador durante un año.

En el caso de la partida no cotizable, es decir, las causas en las que la mano de obra del trabajador no se tiene en cuenta, solo se ha considerado el seguro. En el artículo 30 del BOE (29 de mayo de 2008) se establece el valor económico del seguro para un trabajador del Nivel 2.

Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---

<b>PARTIDAS NO COTIZABLES</b>	
Dietas	0,00
Desplazamientos	0,00
Seguro	300,00
<b>TOTAL (€)</b>	<b>300,00</b>

Tabla A1.3.: Tabla de partidas no cotizables.

A continuación aparece la cantidad que hay que aportar a la Seguridad Social.

<b>COTIZACIÓN</b>	
Contingencias comunes	4504,64
Base por accidentes y enfermedades	1336,12
FOGASA desempleo y formación	1202,51
<b>TOTAL (€)</b>	<b>7043,27</b>

Tabla A1.4.: Tabla de cotizaciones.

Para calcular la cotización se han utilizado las siguientes formulas:

Contingencias comunes= T.cotizable\*0,236

Base de accidentes y enfermedades= T.cotizable\*0,07

FOGASA desempleo y formación= T. cotizable\*0,063

Después de hacer todos estos cálculos se obtiene el coste de la mano de obra por día y hora.

PARTIDA COTIZABLE	19087,46
PARTIDA NO COTIZABLE	300,00
COTIZACIÓN	7043,27
<b>TOTAL (€/año)</b>	<b>26430,73</b>
<b>TOTAL (€/día)</b>	<b>123,51</b>
<b>TOTAL (€/hora)</b>	<b>15,36</b>

Tabla A1.5.: Coste de mano de obra.

Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

A continuación calculamos el coste directo del equipo de campo.

<b>EQUIPO DE CAMPO</b>				
	Precio	Unidades	Años amortización	Total
Cinta métrica	38,00	1	1	38,00
Flexometro (5m)	6,00	1	1	6,00
Chaleco reflectante	15,00	2	1	30,00
Estaca	0,30	5	1	1,50
Clavo + arandel	2,20	5	1	11,00
Ordenador portátil	600,00	1	4	150,00
Internet móvil	30,00	1	1	30,00
Teléfono móvil	65,00	2	1	130,00
Gasto teléfono móvil	40,00	1	1	40,00
<b>TOTAL (€/año)</b>				<b>436,50</b>
<b>TOTAL (€/día)</b>				<b>1,89</b>

Tabla A1.6.: Calculo del precio del equipo de campo.

Total= (precio\*unidades)/años amortización

Teniendo en cuenta que se ha salido a campo en varias ocasiones se ha calculado el gasto causado por el coche. Para hacer el cálculo se ha utilizado una furgoneta Renault Traffic como la que dispone el LDGP.

Es una furgoneta que consume una media 7,9 litros cada 100 km y está valorada en unos 15.000 €. Se ha estimado que al año recorre 30.000 km y la gasolina es de 1,29 €/litro. Teniendo en cuenta todos estos datos se ha hecho los siguientes cálculos:

$$\text{Gasto combustible} = [(30.000 \times 7,9) / 100] \times 1,29$$

$$\text{Amortización} = P. \text{ compra} / 6,25$$

Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

<b>COCHE</b>			
COSTE FIJO	Precio de compra	15000,00	
	Valor amortización	2400,00	
	Seguro	909,00	
	ITV	40,00	TOTAL CF
	Impuesto de circulación	100,00	18449,00
COSTE VARIABLE	Revisiones	180,00	
	Combustible	3057,30	
	Reparaciones	250,00	TOTAL CV
	Neumáticos	350,00	3837,30
	<b>TOTAL AÑO</b>	<b>7286,30</b>	
	<b>TOTAL €/día</b>	<b>31,54</b>	
	<b>TOTAL €/km</b>	<b>0,24</b>	
	<b>CF día</b>	<b>79,87</b>	
	<b>CV km</b>	<b>0,13</b>	
	<b>CF + CV</b>	<b>79,99</b>	

Tabla A1.7.: Cálculo coste del vehículo.

<b>GASTOS OFICINA</b>			
	Precio compra	Años	Amortización
Ordenador	1298,00	4	324,50
Impresora	89,00	6,67	13,34
Teléfono	57,95	1,72	33,69
Escáner	133,00	6,67	19,94
Software	7409,75	3,03	2445,46
Mobiliario	1104,00	4,66	236,91
	<b>TOTAL</b>		<b>3073,85</b>
	<b>TOTAL €/día</b>		<b>13,31</b>

Tabla A1.8.: Cálculo gastos oficina.

Para este presupuesto no se ha tenido en cuenta el precio de compra de la estación total, como solo se ha salido a campo en 4 ocasiones se ha tenido en cuenta el precio de alquiler de una estación total con sus accesorios. La estación se ha alquilado una semana, ya que salía más barato que alquilarlo por días.

Accesorios: trípode, prisma, miniprisma, jalón y batería de repuesto.

Estación total	181 €/semana
	25,86 €/día

Tabla A1.9.: Precio alquiler estación total.

Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

A continuación se calculan las dietas y los desplazamientos realizados para este proyecto. Para calcular el desplazamiento se ha tenido en cuenta la distancia entre Vitoria y el Monasterio (km) y se ha multiplicado por 8 (4 días ida y vuelta).

	Precio (€)	Días	Trabajadores	TOTAL (€)
DIETAS	15,00	3	2	<b>90,00</b>

	Precio (€/Km)	Km	Unidades	TOTAL (€)
VEHICULO	0,24	672	1	<b>161,28</b>

Tabla A1.10.: Cálculo de las dietas y desplazamientos para este proyecto.

Finalmente la tabla para calcular el presupuesto de este proyecto es la siguiente:

		PRECIO (€/día)	UNIDADES	TOTAL (€/día)	DIAS	TOTAL
COSTE DIRECTO	Topógrafo en campo	123,51	2	247,02	4	988,08
	Topógrafo en oficina	123,51	2	247,02	40	9.880,8
	Estación total	25,86	1	25,86	7	181,00
	Equipo de campo	1,89	1	1,89	4	7,56
	Dietas	15,00	2	30	3	90,00
	Vehículo					161,28
	TOTAL					<b>11.308,72</b>
GASTOS GENERALES	Gasto Oficina	13,31	1	13,31	40	532,4
	TOTAL					<b>532,40</b>
	TOTAL CD + GG					<b>11.841,12</b>
	Beneficio Industrial (15%)					1.776,17
	TOTAL (sin IVA)					13.617,29
	IVA (18%)					2.451,11
	TOTAL (con IVA)					<b>16.068,40</b>

Tabla A1.11: Presupuesto final

## ANEXOS 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS ESTACIONES TOTALES

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TCR307



**Nivelación electrónica**



**Pantalla muy grande**



**Introducción alfanumérica**

#### **Los legendarios estándares de calidad de Leica Geosystems:**

Si lleva la firma Leica Geosystems, Leica Geosystems está detrás. Además, cada TPS300 se somete a los más exhaustivos controles antes de su suministro, por lo que todos los instrumentos fácilmente cumplen cualquier exigencia en aplicaciones en el campo, incluida la norma de protección IP54 de acuerdo con el IEC 60529.

Datos Técnicos	TC/TCR 303	TC/TCR 305	TC/TCR 307
<b>Anteojos</b>			
Aumento	30x		
Campo visual	1° 30' (26m a 1km)		
Iluminación del Reticulo	Brillante / Amortiguada		
<b>Medida de ángulos</b>			
Método	Absoluto	Absoluto	Absoluto
Resolución en pantalla	1" (0.5mgon)	1" (0.5mgon)	1" (0.5mgon)
Precisión (DIN 18723, ISO 12857)	3" (1mgon)	5" (1.5mgon)	7" (2mgon)
<b>Compensador</b>			
Sistema	Electrónico integrado de dos ejes, Líquido		
Rango de Trabajo	± 4'		
Precisión	1"	1.5"	2"
<b>Medida de Distancias</b>			
<b>Infrarrojos (IR) Coaxial</b>			
Alcance <sup>1)</sup> a 1 prisma Leica GPR1	3000m	3000m	3000m
Alcance <sup>1)</sup> a 1 prisma Leica GMP102	1200m		
Alcance <sup>1)</sup> a diana (60mm x 60mm)	250m		
Precisión (Normal/Rápida/Seguimiento)	2mm + 2ppm / 5mm + 2ppm / 5mm + 2ppm		
Tiempo de Medición (Normal/Rápida/Seguimiento)	< 1s / < 0.5s / < 0.3s		
<b>Láser Visible<sup>2)</sup> (RL) Coaxial</b>			
Alcance <sup>1)</sup> hasta superficie sin reflector (Modo corto) – Lado blanco de tablilla	80m		
Alcance <sup>1)</sup> a prisma Leica GPR1 (Modo largo)	5000m		
Precisión (Corto/Largo/Seguimiento)	3mm + 2ppm / 5mm + 2ppm / 5mm + 2ppm		
Tiempo de Medición (Corto/Largo/Seguimiento)	3s + 1s / 10m (>30m) / 2.5s / 1s + 0.3s / 10m (>30m)		
Tamaño del punto a 50m	12mm elíptico		
Clase de láser	2/II		
<b>Sistema</b>			
Almacenamiento de Datos: memoria interna	4000 bloques de datos		
Almacenamiento de Datos:	Conexión externa a grabador de datos vía puerto Interfaz		
Interfaz de Serie	RS232		
Intercambio de datos	GSI / IDEX / Formatos definibles		
Programas integrados	Replanteo, Taquimetría, Área, Estación libre, Distancia de enlace, Línea de referencia		
Funciones:	Commutador IR-RL / REC / REM / Punto laser / Offset / Eliminar ultimo registro		
<b>Display</b>	LCD 8 líneas x 24 caracteres / 40mm x 65mm con iluminación integrada		
<b>Teclado</b>	12 teclas (Entrada alfanumérica) segundo teclado opcional		
<b>Plomada Láser</b>			
Puntero	Láser con ajuste de intensidad		
Precisión	± 1.5mm (2σ) a 1.5m		
<b>Entorno de Trabajo</b>			
Temperatura de Funcionamiento	-20°C a 50°C		
Protección IEC60529 (Polvo y agua)	IP54		
Humedad	95% RH, sin condensación		
Temperatura de almacenaje	-40°C a 70°C		
<b>Dimensiones y Pesos</b>			
Dimensiones (Largo x Ancho x Alto)	151mm x 203mm x 316mm		
Peso (sólo del instrumento)	4.2kg	4.2kg	4.2kg
<b>Fuente de Alimentación</b>			
Batería (estándar)	NiMH / videocámara estándar		
Voltaje/Capacidad	6V / 1800mAh (GEB111)		
Uso continuo – modo ángulo	>4 horas		
Nº de mediciones con distancia	>1000		
Tiempo de Recarga	1 hora		
Fuentes de Alimentación Opcionales (precisando Adaptador)	NiMH 6V / 3.6Ah (GEB121) / 6x LR6 AA 1.5V pilas alcalinas		

<sup>1)</sup> Condiciones atmosféricas medias; ligeramente brumoso o parcialmente nublado, débil reverberación

<sup>2)</sup> Sólo válido para modelos TCR

# Leica TPS1200+

## Especificaciones técnicas y características del sistema



### Modelos y opciones

	TC	TCR	TCRM	TCA	TCP	TCRA	TCRP
Medición angular	*	*	*	*	*	*	*
Medición de distancia (Modo IR)	*	*	*	*	*	*	*
PuntoPreciso medición dist. sin prisma (Modo RL)		*	*			*	*
Motorizada			*	*	*	*	*
Reconocimiento automático de prisma (ATR)				*	*	*	*
PowerSearch (PS)					*		*
Luces de replanteo (EGL)	o	o	o	*	*	*	*
Unidad de control remoto / RadioHandle	o	o	o	o	o	o	o
GUS74 Galado láser				o		o	
SmartStation (ATX1230 GG)	o	o	o	o	o	o	o

\* = Estándar      o = Opcional

### Medición angular

		Tipo 1201+	Tipo 1202+	Tipo 1203+	Tipo 1205+
 <b>Precisión</b> (desv. est., ISO 17123-3)	Hz, V	1" (0.3 mgon)	2" (0.6 mgon)	3" (1 mgon)	5" (1.5 mgon)
	Resolución de pantalla:	0,1" (0.1 mgon)	0,1" (0.1 mgon)	0,1" (0.1 mgon)	0,1" (0.1 mgon)
<b>método</b>		absoluto, continuo, diametral			
<b>Compensador</b>	Rango de trabajo:	4' (0,07 gon)	4' (0,07 gon)	4' (0,07 gon)	4' (0,07 gon)
	Precisión de calado:	0,5" (0,2 mgon)	0,5" (0,2 mgon)	1,0" (0,3 mgon)	1,5" (0,5 mgon)
	método:	compensador de doble eje centrado			

### Medición de distancia (Modo IR)

 <b>Alcance</b> (condiciones atmosféricas medias)	Prisma circular (GPR1):	3000 m
	Prisma 360° (GRZ4):	1500 m
	Mini prisma (GMP101):	1200 m
	Diana reflectante (60 mm x 60mm)	250 m
	Mínima distancia medible:	1.5 m
<b>Precisión / Tiempo de medición</b> (desviación estándar, ISO 17123-4)	Modo estándar:	1 mm + 1,5 ppm / tip. 2,4 s
	Modo rápido:	3 mm + 1,5 ppm / tip. 0,8 s
	Modo tracking:	3 mm + 1,5 ppm / tip. < 0,15 s
	Resolución de pantalla:	0.1 mm
<b>Método</b>		análizador de sistema (láser coaxial, rojo, visible)

### PuntoPreciso R400/R1000 Medición de distancia sin prisma (Modo RL)

 <b>Alcance</b> (condiciones atmosféricas medias)	PuntoPreciso R400:	400 m / 200 m (Carta Kodak Gr1s: 90 % reflectante / 18 % reflectante)
	PuntoPreciso R1000:	1000 m / 500 m (Carta Kodak Gr1s: 90 % reflectante / 18 % reflectante)
	Mínima distancia medible:	1.5 m
	Alcance grande para prisma circular (GPR1):	1000 m – 7500 m
<b>Precisión / Tiempo de medición</b> (desviación estándar, ISO 17123-4)	Sin prisma < 500 m:	2 mm + 2 ppm / tip. 3-6 s, máx. 12 s
	Sin prisma > 500 m:	4 mm + 2 ppm / tip. 3-6 s, máx. 12 s
	(objeto a la sombra, cielo nublado)	Alcance grande:
<b>Tamaño de punto láser</b>	A 20 m:	aprox. 7 mm x 14 mm
	A 100 m:	aprox. 12 mm x 40 mm
	<b>Método</b>	PuntoPreciso R400/R1000:

### Motorizada

 <b>Velocidad máxima</b>	Velocidad de giro:	45° / s

## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

### Reconocimiento Automático de Prisma (ATR):

	<b>Alcance modo ATR / modo LOCK</b> (condiciones atmosféricas medias)	Prisma circular (GPR1):	1000 m / 800 m
		Prisma 360° (GRZ4, GRZ122):	600 m / 500 m
		Mini prisma (GMP101):	500 m / 400 m
		Diana reflectante (60 mm x 60 mm):	55 m (175 pies)
		Mínima distancia medible:	1,5 m / 5 m
<b>Precisión/Medición</b> (desv. est., ISO 17123-3)	Precisión angular ATR Hz, V:	1" (0.3 mgon)	
	Precisión de medida de base:	± 1 mm	
	Tiempo de medición para GPR1:	3 - 4 s	
<b>Velocidad máxima (modo LOCK)</b>	Tangencial (modo estándar):	5 m / s a 20 m, 25 m / s a 100 m	
	Radial (modo tracking):	4 m / s	
<b>Método</b>	Procesamiento de imagen digital (rayo láser)		

### PowerSearch (PS)

	<b>Alcance</b> (condiciones atmosféricas medias)	Prisma circular (GPR1):	300 m
		Prisma 360°(GRZ4, GRZ122):	300 m (alineado perfectamente al instrumento)
		Mini prisma (GMP101):	100 m
		Mínima distancia:	5 m
<b>Tiempo de búsqueda</b>	típico:	< 10 s	
<b>Velocidad máxima</b>	Velocidad de giro:	45° / s	
<b>Método</b>	Procesamiento de señal digital (abanico rotante láser)		

### Luces de replanteo (EGL):

	<b>Alcance</b> (condiciones atmosféricas medias)	Rango de trabajo:	5 m - 150 m
		<b>Precisión</b>	Precisión de posicionamiento:

### Datos generales

	<b>Anteojo</b>		<b>Piomada láser</b>	
	Aumento:	30 x	Precisión de centrado:	1,5 mm a 1,5 m
	Apertura libre de objetivo:	40 mm	Diámetro de punto láser:	2,5 mm a 1,5 m
	Campo de visión:	1°30' (1,66 gon) / 2,7 m a 100 m	<b>Tornillos sin fin</b>	
	Amplitud de enfoque:	1,7 m a infinito	Número de tornillos:	1 horizontal / 1 vertical
	<b>Teclado y pantalla</b>		<b>Batería (GEB221)</b>	
	Pantalla:	1/4 VGA (320*240 píxeles), LCD gráfica, color, iluminación, pantalla táctil	Tipo:	ión-litio
	Teclado:	34 teclas (12 teclas de función, 12 teclas alfanuméricas), iluminación	Voltaje:	7,4V
	Ángulos mostrados:	360° ° ", 360° decimal, 400 gon, 6400 mil, V%	Capacidad:	3,8Ah
	Distancia mostrada:	metros, pie Int. pie/pulgada, pie US, pie US/pulgada	Tiempo de funcionamiento:	típ. 5 - 8 h
	Posición:	lado I estándar / lado II opcional	<b>Pesos</b>	
	<b>Registro de datos</b>		Estación total:	4,8 - 5,5 kg
	Memoria interna:	64 Mb (opcional)	Batería (GEB221):	0,2 kg
	Tarjeta de memoria:	Tarjetas CompactFlash (64Mb y 256Mb)	Base nivelante (GDF121):	0,8 kg
	<b>Nivel circular</b>		<b>Especificaciones del entorno</b>	
Sensibilidad:	6" / 2 mm	Rango de temperatura de trabajo:	-20 °C hasta +50 °C	
		Rango de temp. de almacen.:	-40 °C hasta +70 °C	
		Polvo / Agua (IEC 60529):	IP54	
		Humedad:	95 %, sin condensación	

### Unidad de control remoto (RX1250T/c)

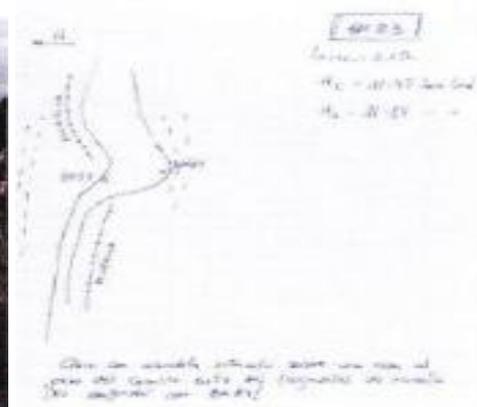
	<b>Comunicación</b>	a través de radiomódem Integrado	
	<b>Unidad de control</b>	Pantalla:	1/4 VGA (320*240 píxeles), LCD gráfica, pantalla táctil, iluminación
Teclado:		62 teclas (12 teclas de función, 40 teclas alfanuméricas), iluminación	
Interfaz:		RS232	
<b>Batería (GEB211)</b>	Tipo:	ión-litio	
	Voltaje:	7,4V	
	Capacidad:	1,9 Ah	
	Tiempo de funcionamiento:	RX1250T: típ. 9 h, RX1250Tc: típ. 8 h	
<b>Pesos</b>	Unidad de control RX1250T/Tc:	0,8 kg	
	Batería (GEB211):	0,1 kg	
	Adaptador al bastón de prisma:	0,25 kg	
<b>Especificaciones del entorno</b>	Rango de temperatura de trabajo:	RX1250T -30 °C hasta +65 °C / RX1250Tc -30 °C hasta +50 °C	
	Rango de temperatura de almacenamiento:	-40 °C hasta +80 °C	
	Protección contra agua, polvo y arena:	IP67	
	(IEC 60529, MIL-STD-810F)	Resistente al agua para inmersión temporal de 1 m, hermético al polvo	

## ANEXOS 3: RESEÑAS DE LAS BASES

### RESEÑA DE ESTACIÓN



ESTACIÓN: <b>BM03</b>	COORDENADAS (UTM 30-ETRS89): - X: 548326,177 - Y: 4688534,190 - Z(ortometrica): 731,991
FECHA: 11-05-2011	
MUNICIPIO: Clavijo	
PROVINCIA: La Rioja	ANAMORFOSIS: 0,999629



#### DESCRIPCIÓN LITERAL:

Clavo de acero con arandela, situado en un afloramiento rocoso al final del camino que desciende desde el pueblo de Clavijo hacia el yacimiento.

## RESEÑA DE ESTACIÓN



ESTACIÓN: <b>BM04</b>	COORDENADAS (UTM 30-ETRS89): - X: 548325,922 - Y: 4688529,230 - Z(ortometrica): 731,512
FECHA: 11-05-2011	
MUNICIPIO: Clavijo	
PROVINCIA: La Rioja	ANAMORFOSIS: 0,999629



### DESCRIPCIÓN LITERAL:

Clavo de acero con arandela, situado sobre un afloramiento rocoso, al final del camino que desciende desde el pueblo de Clavijo al yacimiento, en la entrada del yacimiento.

## RESEÑA DE ESTACIÓN



ESTACIÓN: <b>BM05</b>	COORDENADAS (UTM 30-ETRS89): - X: 548303,476 - Y: 4688509,110 - Z(ortometrica): 721,635
FECHA: 11-05-2011	
MUNICIPIO: Clavijo	
PROVINCIA: La Rioja	ANAMORFOSIS: 0,999629



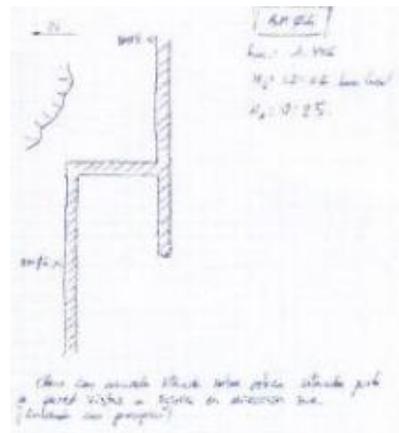
### DESCRIPCIÓN LITERAL:

Estaca de madera con clavo incrustado, situada dentro del yacimiento hacia la mitad del muro norte de cierre del edificio dedicado a las celdas.

## RESEÑA DE ESTACIÓN



ESTACIÓN: <b>BM06</b>	COORDENADAS (UTM 30-ETRS89): - X: 548261,404 - Y: 4688517,700 - Z(ortometrica): 721,191
FECHA: 11-05-2011	
MUNICIPIO: Clavijo	
PROVINCIA: La Rioja	ANAMORFOSIS: 0,999629



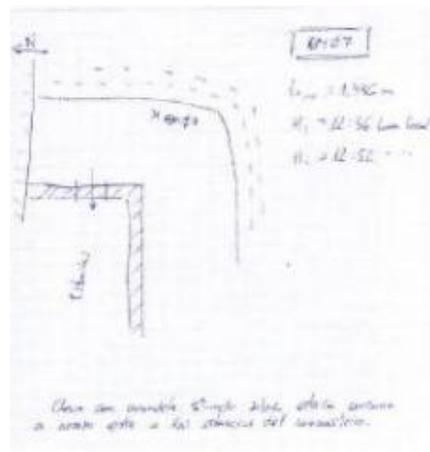
### DESCRIPCIÓN LITERAL:

Estaca de madera con clavo de acero incrustado, situada dentro del yacimiento en el extremo oeste del muro norte de cierre del edificio dedicado a las celdas.

## RESEÑA DE ESTACIÓN



ESTACIÓN: <b>BM07</b>	COORDENADAS (UTM 30-ETRS89): - X: 548362,971 - Y: 4688497,580 - Z(ortometrica): 710,407
FECHA: 11-05-2011	
MUNICIPIO: Clavijo	
PROVINCIA: La Rioja	ANAMORFOSIS: 0,999629



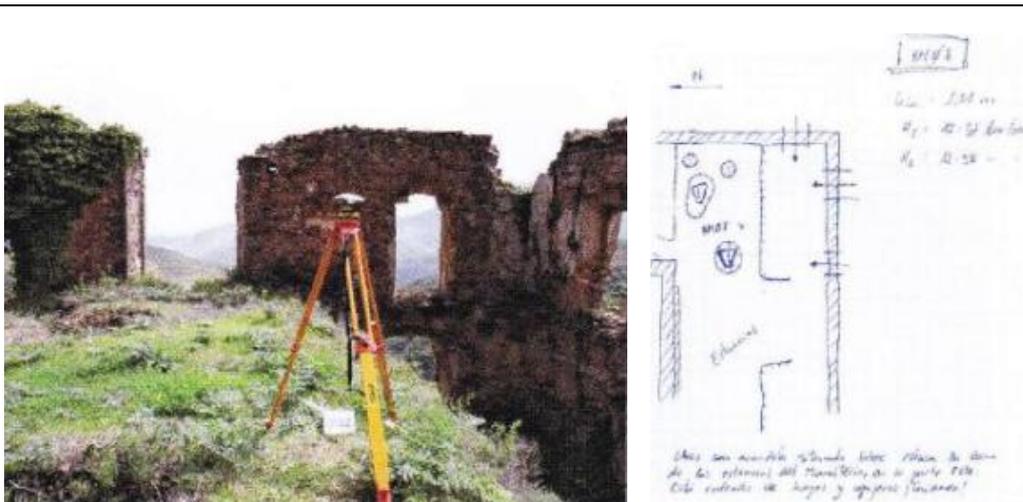
### DESCRIPCIÓN LITERAL:

Estaca de madera con clavo de acero incrustado, situada en el extremo Este del yacimiento, enfrente de la puerta que da acceso al edificio de las celdas.

## RESEÑA DE ESTACIÓN



ESTACIÓN: <b>BM08</b>	COORDENADAS (UTM 30-ETRS89): - X: 548342,832 - Y: 4688505,370 - Z(ortometrica): 717,228
FECHA: 11-05-2011	
MUNICIPIO: Clavijo	
PROVINCIA: La Rioja	ANAMORFOSIS: 0,999629



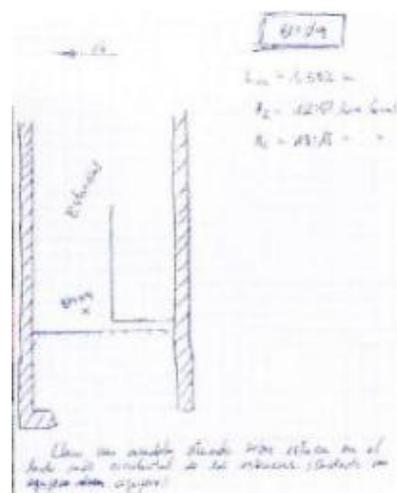
### DESCRIPCIÓN LITERAL:

Estaca de madera con clavo de acero incrustado, situada en el extremo este del edificio que contiene las celdas.

## RESEÑA DE ESTACIÓN



ESTACIÓN: <b>BM09</b>	COORDENADAS (UTM 30-ETRS89): - X: 548281,308 - Y: 4688502,200 - Z(ortometrica): 717,222
FECHA: 11-05-2011	
MUNICIPIO: Clavijo	
PROVINCIA: La Rioja	ANAMORFOSIS: 0,999629



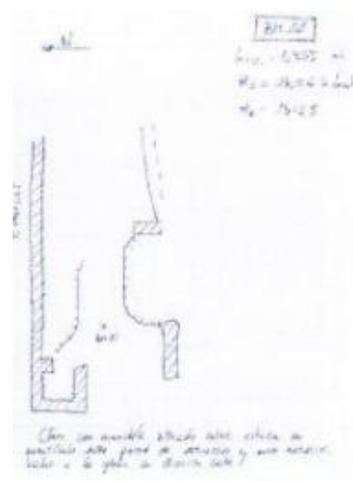
### DESCRIPCIÓN LITERAL:

Estaca de madera con clavo de acero incrustado, situada en el extremo este del edificio que contiene las celdas.

## RESEÑA DE ESTACIÓN



ESTACIÓN: <b>BM10</b>	COORDENADAS (UTM 30-ETRS89): - X: 548285,647 - Y: 4688485,310 - Z(ortometrica): 712,009
FECHA: 11-05-2011	
MUNICIPIO: Clavijo	
PROVINCIA: La Rioja	ANAMORFOSIS: 0,999629



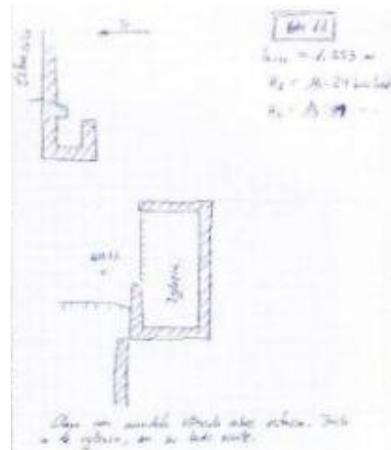
### DESCRIPCIÓN LITERAL:

Estaca de madera con clavo de acero incrustado, situada sobre un pequeño montículo, en el extremo oeste del muro sur de cierre del edificio que contiene las celdas.

## RESEÑA DE ESTACIÓN



ESTACIÓN: <b>BM11</b>	COORDENADAS (UTM 30-ETRS89): - X: 548254,571 - Y: 4688469,600 - Z(ortometrica): 708,973
FECHA: 11-05-2011	
MUNICIPIO: Clavijo	
PROVINCIA: La Rioja	ANAMORFOSIS: 0,999629



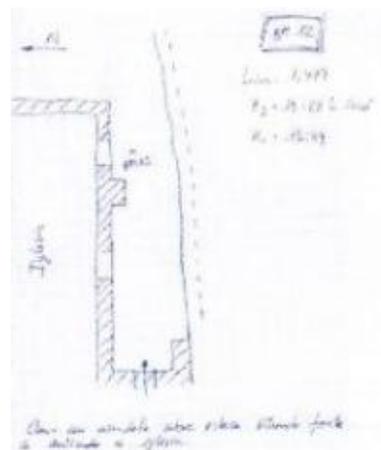
### DESCRIPCIÓN LITERAL:

Estaca de madera con clavo de acero incrustado, situada al norte del muro norte de cierre de la iglesia.

## RESEÑA DE ESTACIÓN



ESTACIÓN: <b>BM12</b>	COORDENADAS (UTM 30-ETRS89): - X: 548255,162 - Y: 4688473,360 - Z(ortometrica): 702,698
FECHA: 11-05-2011	
MUNICIPIO: Clavijo	
PROVINCIA: La Rioja	ANAMORFOSIS: 0,999629



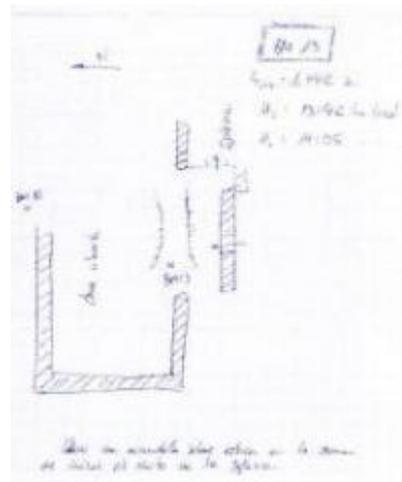
### DESCRIPCIÓN LITERAL:

Estaca de madera con clavo de acero incrustado, situada enfrente de la ventana que da acceso al interior de la iglesia.

## RESEÑA DE ESTACIÓN



ESTACIÓN: <b>BM13</b>	COORDENADAS (UTM 30-ETRS89): - X: 548226,258 - Y: 4688493,320 - Z(ortometrica): 707,259
FECHA: 11-05-2011	
MUNICIPIO: Clavijo	
PROVINCIA: La Rioja	ANAMORFOSIS: 0,999629

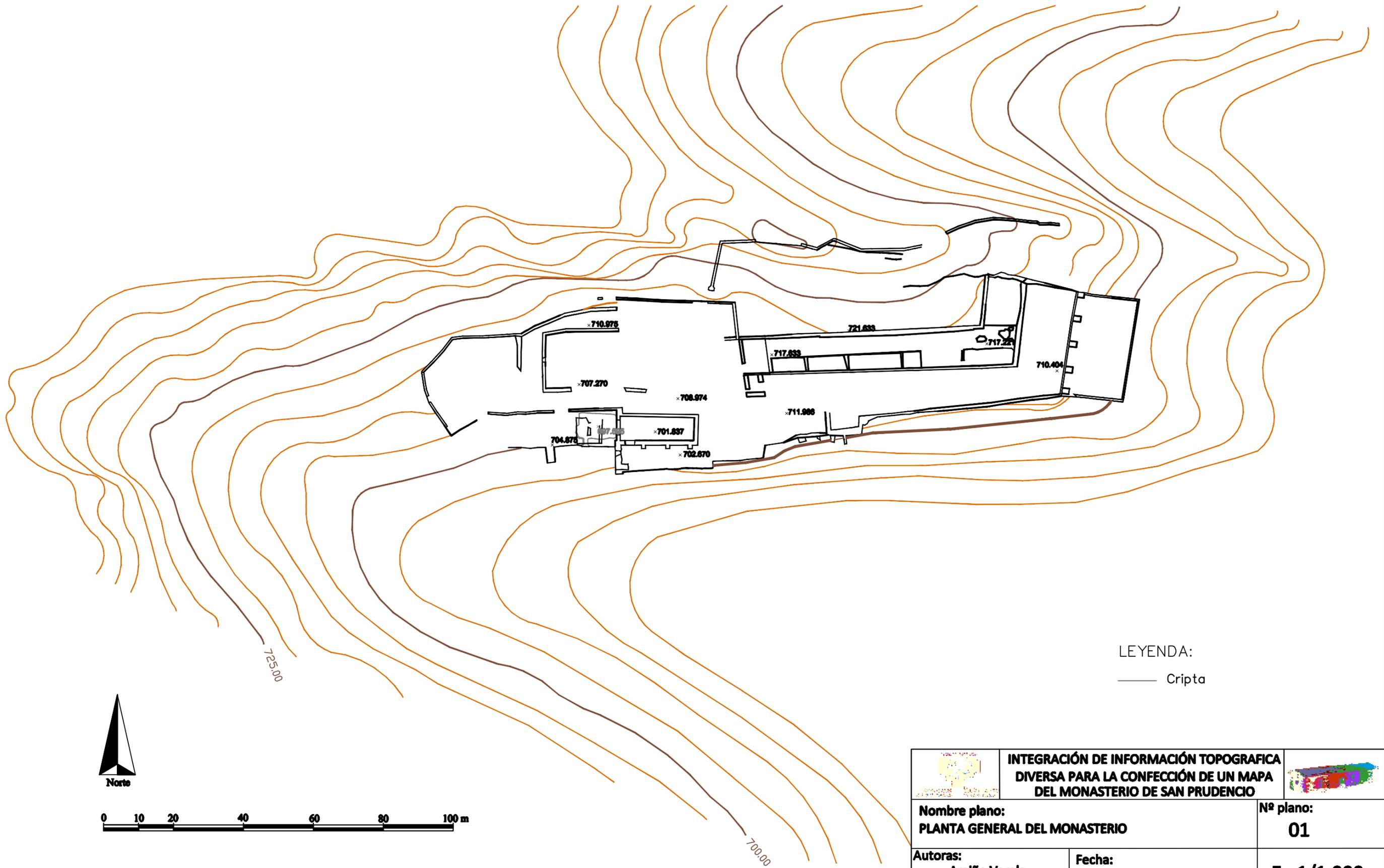


### DESCRIPCIÓN LITERAL:

Estaca de madera con clavo de acero incrustado, dentro del yacimiento, en el extremo oeste.

## Integración de información topográfica diversa para la confección de un mapa del monasterio de San Prudencio (Clavijo, La Rioja)

---



LEYENDA:  
 — Cripta

	<b>INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN TOPOGRAFICA          DIVERSA PARA LA CONFECCIÓN DE UN MAPA          DEL MONASTERIO DE SAN PRUDENCIO</b>	
<b>Nombre plano:          PLANTA GENERAL DEL MONASTERIO</b>		<b>Nº plano:          01</b>
<b>Autoras:          Argife Varela          Nebal Callejo</b>	<b>Fecha:          Julio 2012</b>	<b>E: 1/1.000</b>

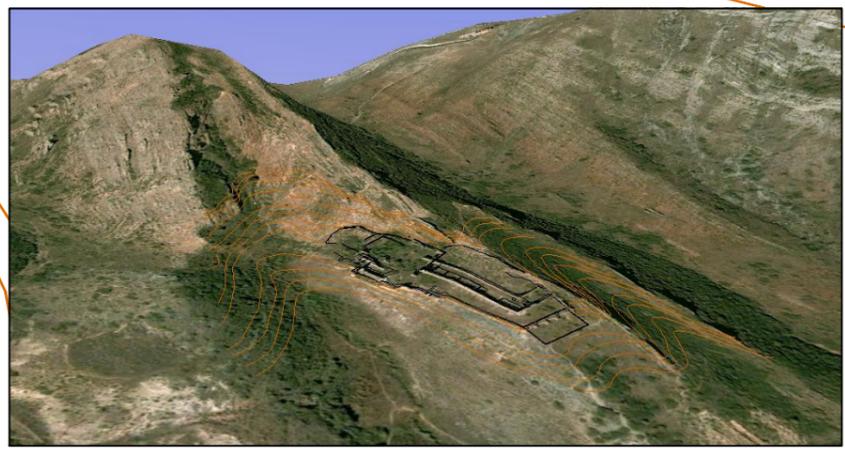
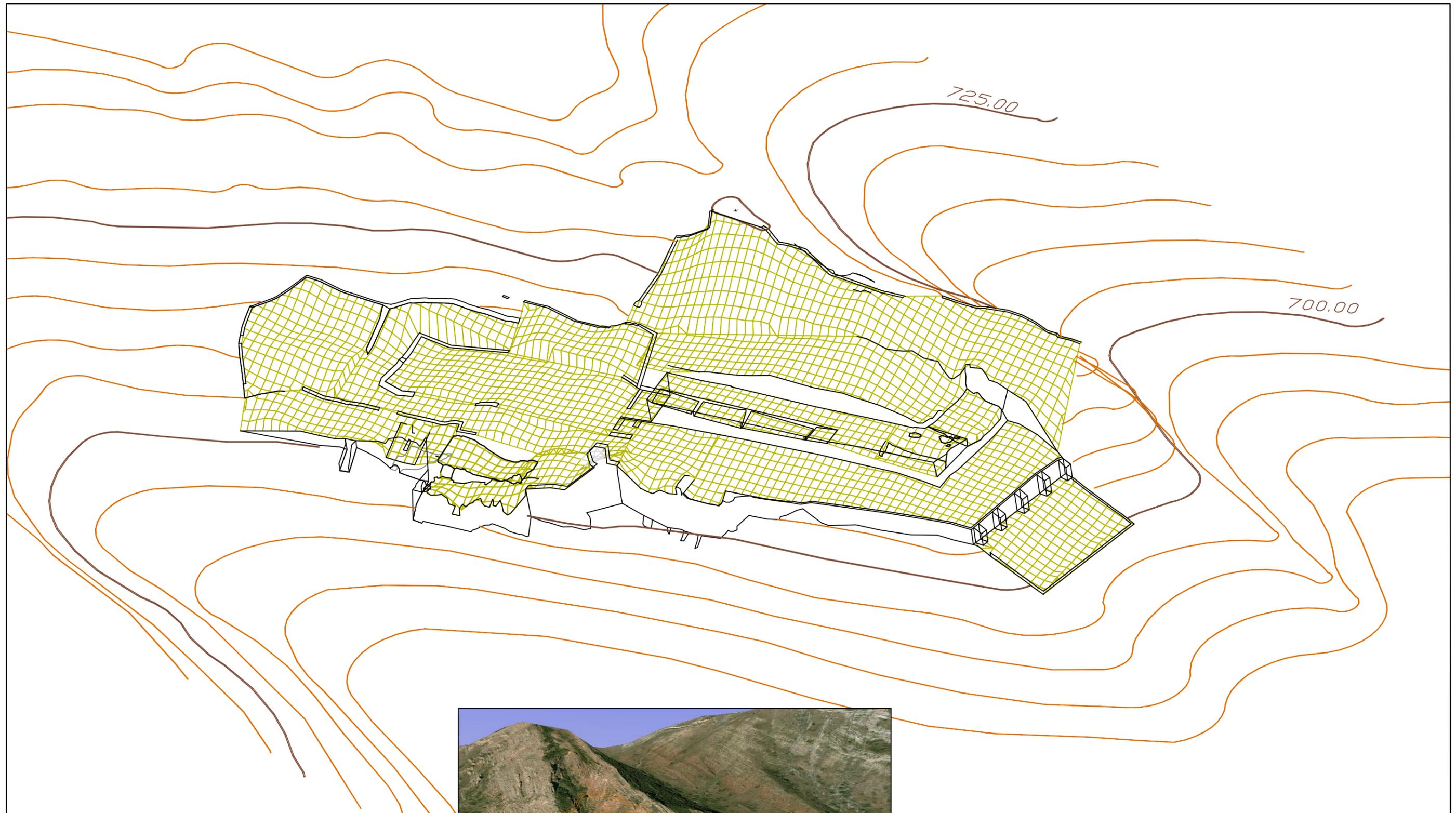
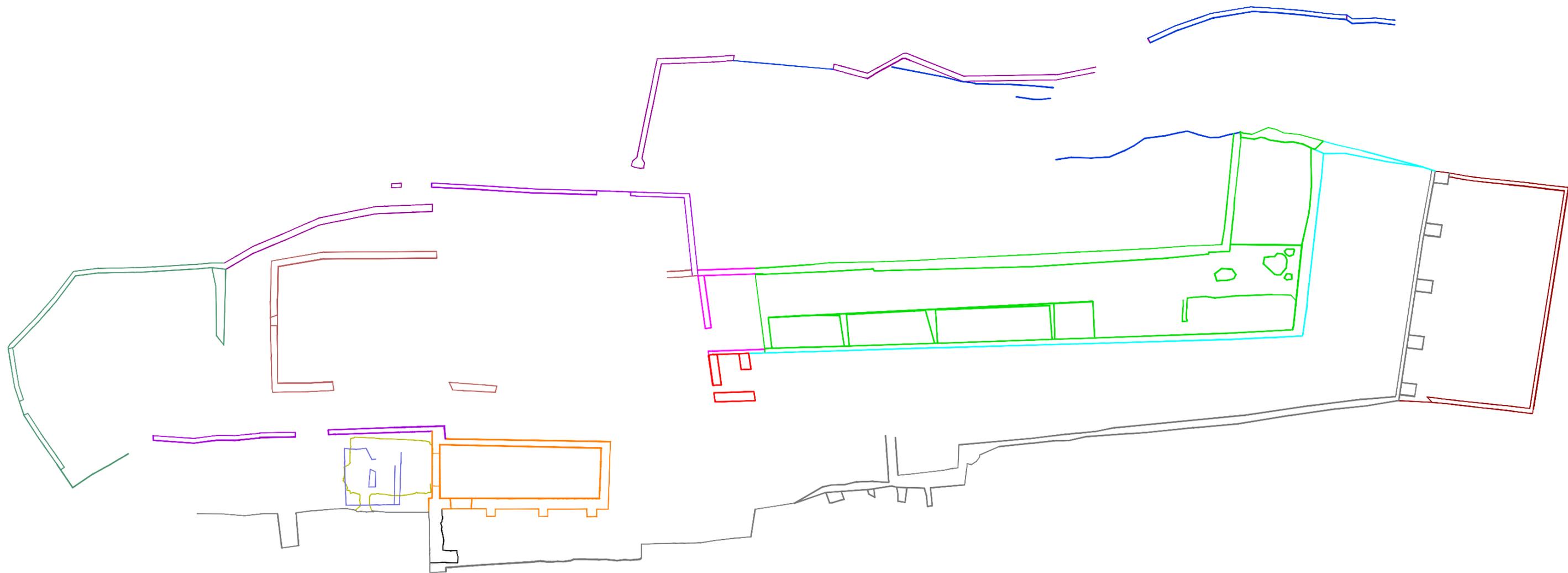


Imagen obtenida de Google Earth con la situación del Monasterio

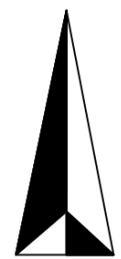


	<p><b>INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA DIVERSA PARA LA CONFECCIÓN DE UN MAPA DEL MONASTERIO DE SAN PRUDENCIO</b></p>	
<p><b>Nombre plano:</b> CARTOGRAFIA DEL MONASTERIO CON MALLADO (3D)</p>		
<p><b>Autoras:</b> Argiñe Varela Nebai Callejo</p>	<p><b>Fecha:</b> Julio de 2012</p>	<p><b>Nº plano:</b> 02</p>



**LEYENDA:**

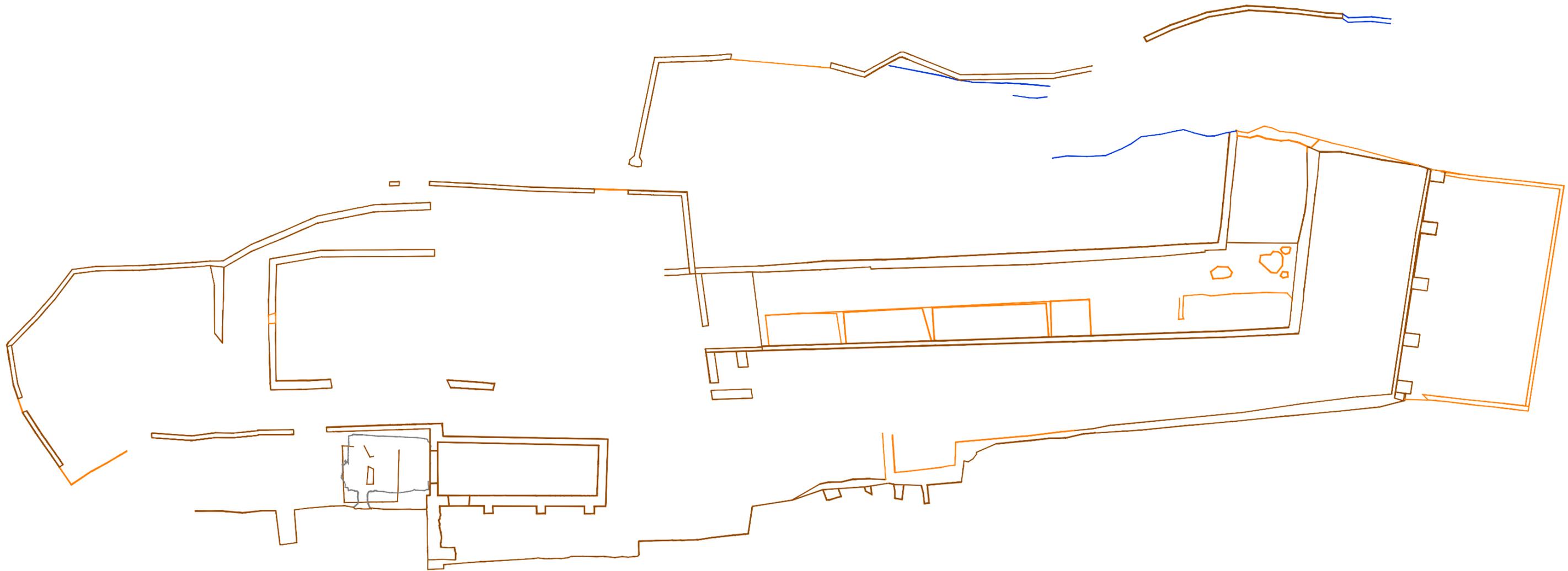
- Zona habitaciones
- Iglesia
- Terraza
- Exterior de Iglesia
- Posibles Almacenes
- Cripta
- Fuente
- Posible Claustro
- Muro de contención
- Muro oriental
- Posible Torre Iglesia
- Muro natural
- Posible Sala capitular
- Muro norte
- Uso indeterminada
- - - Acceso



Norte

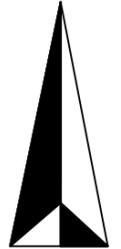


 Universidad del País Vasco	<b>INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN TOPOGRAFICA          DIVERSA PARA LA CONFECCIÓN DE UN MAPA DEL          MONASTERIO DE SAN PRUDENCIO</b>	
<b>Nombre plano:</b> PLANTA DEL MONASTERIO POR AREAS FUNCIONALES		<b>Nº plano:</b> 03
<b>Autoras:</b> Argiñe Varela Nebai Callejo		<b>Fecha:</b> Julio de 2012
<b>E: 1/500</b>		



**LEYENDA:**

-  Muros
-  Restos a nivel del suelo
-  Cierre natural
-  Cripta



Norte



 <b>INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN TOPOGRAFICA DIVERSA PARA LA CONFECCIÓN DE UN MAPA DEL MONASTERIO DE SAN PRUDENCIO</b> 	
<b>Nombre plano:</b> <b>CARTOGRAFIA DEL MONASTERIO:ESTADO EDIFICACIÓN</b>	<b>Nº plano:</b> <b>04</b>
<b>Autoras:</b> <b>Argifre Varela Nebal Callejo</b>	<b>Fecha:</b> <b>Julio de 2012</b>
<b>E: 1/500</b>	



**LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO**  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido -GPAC- (UPV-EHU)



UPV EHU

Aulario de las Nieves, edificio de Institutos Universitarios  
C/ Nieves Cano 33, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).  
Tfno: +34 945 013222 / 013264  
e-mail: [ldgp@ehu.es](mailto:ldgp@ehu.es) web: <http://www.ldgp.es>

---