



**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>

# ARCHIVO DEL LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO

ARCHIVE OF THE LABORATORY FOR THE GEOMETRIC  
DOCUMENTATION OF HERITAGE

Sección de memorias / **Reports section**

# 32-1


<b>Información general / General information</b>		
ELEMENTO:	A_Arlucea_SanMartin	:ELEMENT
TITULO:	Documentación geométrica y representación virtual de la iglesia de San Martín de Arlucea (Álava)	:TITLE
FECHA:	octubre 2002 / <b>October 2002</b>	:DATE
NUMERO:	LDGP_mem_032-1	:NUMBER
IDIOMA:	español / <b>Spanish</b>	:LANGUAGE

<b>Resumen</b>	
TÍTULO:	Documentación geométrica y representación virtual de la iglesia de San Martín de Arlucea (Álava)
DESCRIPCION GEOMÉTRICA:	El edificio tiene planta rectangular de unos 30 x 15 metros con un interior con una altura de 10 metros. Cuenta con una torre anexa a los pies y un pórtico de piedra de ocho arcos de posible factura medieval. La antigua cabecera ha quedado como la sacristía actual.
DOCUMENTACION:	La documentación principal se ha realizado mediante estación total con medida sin prisma, completado en los elementos decorativos (ventanas y puerta de acceso) mediante pares fotogramétricos y con dibujo perspectivo. El modelo alámbrico se ha recubierto con texturas fotográficas mediante un programa desarrollado en el Laboratorio.
TECNICAS:	Topografía, fotogrametría estéreo
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos tridimensional (vectorial).</li> <li>• Colección de pares fotogramétricos.</li> <li>• Planos en planta, alzados, secciones y vistas perspectivas.</li> </ul>
DESCRIPTORES NATURALES:	patrimonio, iglesia
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesoro UNESCO [ <a href="http://databases.unesco.org/thessp/">http://databases.unesco.org/thessp/</a> ]) Patrimonio Cultural, Reconocimiento Topográfico, Fotogrametría, Edificio Religioso

<b>Abstract</b>	
TITLE:	Geometric documentation and virtual representation of San Martin's church in Arlucea (Álava, Spain)
GEOMETRIC DESCRIPTION:	It is a rectangular building of 30 x 15 meters and the ceiling is 10 meters high. It has a tower and a medieval portico.
DOCUMENTATION:	Main documentation was done with total station, completed with some perspective drawing and three stereopairs for windows and the main door. Wireframe model was wrapped with photographic textured in order to generate a virtual VRML model.
METHODOLOGIES:	surveying, stereoscopic photogrammetry
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D model (wireframe).</li> <li>• Stereopairs.</li> <li>• Plans, elevations, cross-sections and perspective views.</li> </ul>
NATURAL KEYWORDS:	heritage, church
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [ <a href="http://databases.unesco.org/thesaurus/">http://databases.unesco.org/thesaurus/</a> ]) Cultural Heritage, Surveying, Photogrammetry, Religious Buildings

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Iglesia de San Martín (Arlucea)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Arlucea, Álava, España/Spain (Getty TGN: 7346192)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 42.72765,-2.5427	:COORDINATES

Equipo de trabajo / Staff		
EQUIPO:	Amaia MESANZA MORAZA Álvaro RODRÍGUEZ MIRANDA José Manuel VALLE MELÓN Iratxe VICENTE ESPINA	:STAFF

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”). / <b>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”).</b></p> 	:RIGHTS
OTROS:	<p>Esta memoria de actuación corresponde a un trabajo encargado por una institución o empresa que retiene los derechos de explotación de la información aquí contenida y a quienes habrán de dirigirse todos aquellos interesados en ampliar la información aquí contenida, recabar datos adicionales o hacer uso comercial de los datos expuestos. / <b>This report gives an overview of a commissioned work; therefore, their use for commercial purposes may be an infringement of the promoters rights. You are asked to contact the promoters in case you need either further information or to obtain commercial rights.</b></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.</p> <p>La publicación se ha realizado conforme a los fines docentes y de investigación del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio del Patrimonio de la UPV/EHU y en función de los derechos que corresponden al Laboratorio como autor del contenido. El Laboratorio se compromete a retirar del acceso público tanto este documento como cualquier otro material relacionado en el caso de que los promotores consideren que menoscaban sus derechos de explotación. /</p> <p><b>The use of the information contained in this document will be under the exclusive responsibility of the user.</b></p> <p><b>The aim of this publication is to fulfill the academic goals and research expected from the Laboratory for the Geometric Documentation of Heritage (UPV/EHU) concerning its scientific outcomes. Nevertheless, the Laboratory is bound to the respect of promoters’ commercial rights and will take away the contents which are considered against these rights.</b></p>	:DISCLAIMER

**Reutilización / Re-use**

REUTILIZACION:	<p>Los siguientes términos corresponden al Real Decreto 1495/2011, de 24 de octubre por el que se desarrolla la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del sector público, para el ámbito del sector público estatal.</p> <p>"Son de aplicación las siguientes condiciones generales para la reutilización de los documentos sometidos a ellas:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Está prohibido desnaturalizar el sentido de la información.</li><li>2. Debe citarse la fuente de los documentos objeto de la reutilización. Esta cita podrá realizarse de la siguiente manera: "Origen de los datos: [órgano administrativo, organismo o entidad del sector público estatal de que se trate]".</li><li>3. Debe mencionarse la fecha de la última actualización de los documentos objeto de la reutilización, siempre cuando estuviera incluida en el documento original.</li><li>4. No se podrá indicar, insinuar o sugerir que la [órgano administrativo, organismo o entidad del sector público estatal de que se trate] titular de la información reutilizada participa, patrocina o apoya la reutilización que se lleve a cabo con ella.</li><li>5. Deben conservarse, no alterarse ni suprimirse los metadatos sobre la fecha de actualización y las condiciones de reutilización aplicables incluidos, en su caso, en el documento puesto a disposición para su reutilización."</li></ol> <p style="text-align: center;">/</p> <p>The following terms come from the Royal Decree 1495/2011, of 24th October 2011, whereby the Law 37/2007, of November 16, on the re-use of public sector information, is developed for the public state sector.</p> <p>"The following general terms shall apply to all re-usable document availability methods:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. The information must not be distorted.</li><li>2. The original source of re-usable documents must be cited.</li><li>3. The date of the latest update of re-usable documents must be indicated when it appears in the original document.</li><li>4. It must not be mentioned or suggested that the public sector agencies, bodies or entities are involved in, sponsor or support the re-use of information being made.</li><li>5. Metadata indicating the latest update and the applicable terms of re-use included in re-usable documents made available by public agencies or bodies must not be deleted or altered."</li></ol>	:RE-USE
----------------	--	---------

Estructura / Framework		
ID PERMANENTE:	http://hdl.handle.net/10810/10822	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ldgp_mem032-1_Arlucea_SanMartin.pdf</b>: este documento / <a href="#">this document</a>.</li> <li>• <b>ldgp_ARL02_fot_sanmartin??.jpeg</b>: 6 fotografías de documentación / <a href="#">6 pictures for documentation purposes</a>.</li> </ul>	:FRAMEWORK

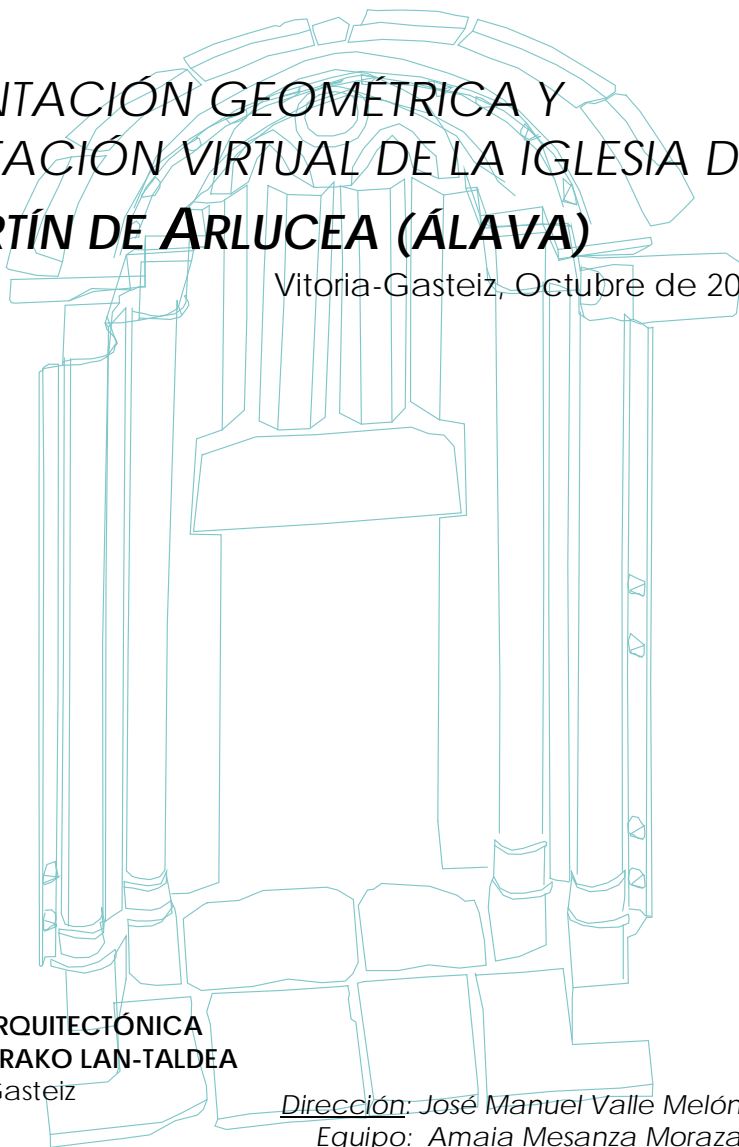
Cita completa recomendada / Recommended full citation		
CITA:	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU) –LDGP-. <i>Documentación geométrica y representación virtual de la iglesia de San Martín de Arlucea (Álava)</i> . 2002	:CITATION

Comentarios / Feedback		
NOTA:	<p>Este documento forma parte del contenido generado en el Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU y ha sido publicado con fines docentes y/o de investigación, atendiendo a los objetivos del Laboratorio. Es muy importante para nosotros conocer la utilidad del material suministrado a los usuarios finales así como las posibilidades de mejora en el servicio que podemos realizar; por lo tanto, agradecemos cualquier comentario o sugerencia que nos quiera hacer llegar, para lo cual, ponemos a su disposición nuestra dirección de correo electrónico <a href="mailto:ldgp@ehu.es">ldgp@ehu.es</a> /</p> <p>This document is part of the content generated by the Laboratory for Geometrical Documentation of Heritage (UPV/EHU). It was published for teaching purposes and research, in relation with the goals of the Laboratory. Feedback about the real utility of this information is most important for us, therefore, we appreciate any comment or suggestion for improvements (please, do refer to the following e-mail address: <a href="mailto:ldgp@ehu.es">ldgp@ehu.es</a>).</p>	:NOTE



# DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA Y REPRESENTACIÓN VIRTUAL DE LA IGLESIA DE **SAN MARTÍN DE ARLUCEA (ÁLAVA)**

Vitoria-Gasteiz, Octubre de 2002



**EQUIPO DE DOCUMENTACIÓN ARQUITECTÓNICA  
ARKITEKURAREN DOKUMENTAZIORAKO LAN-TALDEA**

Nieves Cano, 12, 01006 Vitoria-Gasteiz  
Tlfno. 945-013222

email: [iipvamej@vc.ehu.es](mailto:iipvamej@vc.ehu.es)

<http://www.vc.ehu.es/docarg>

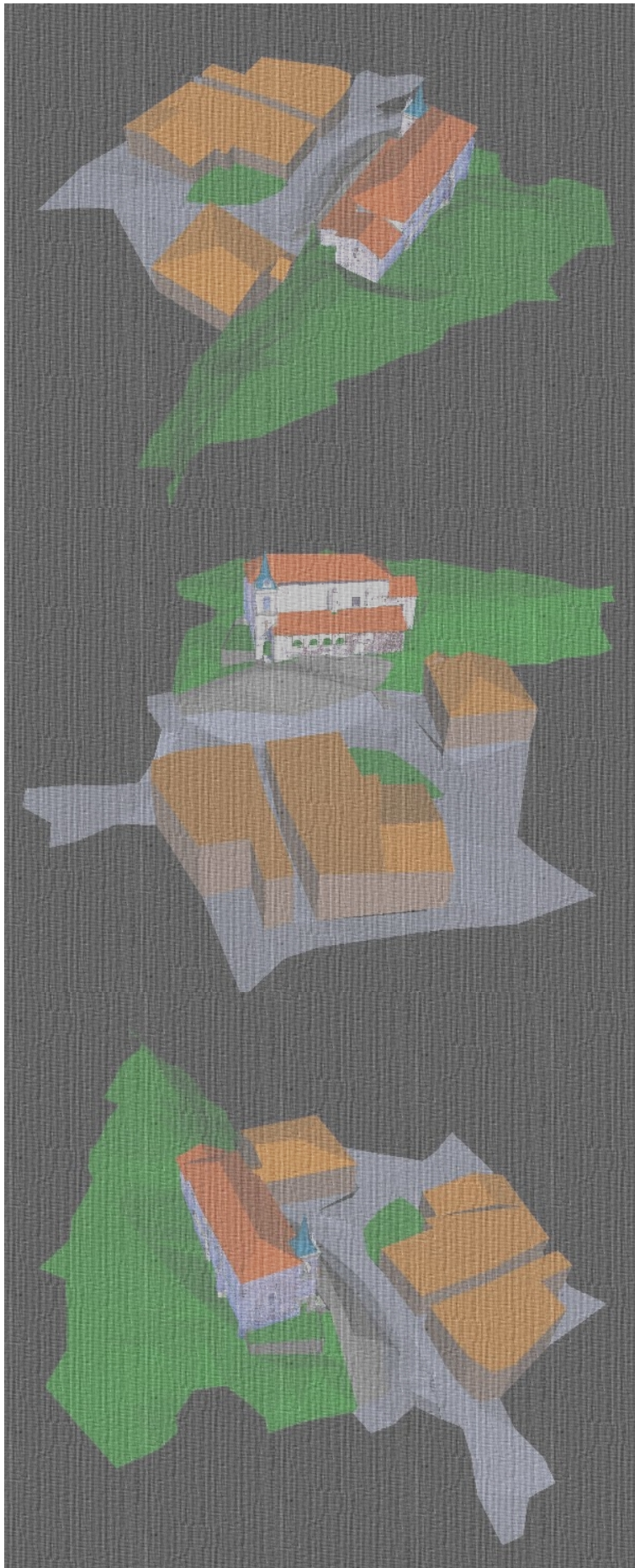
*Dirección: José Manuel Valle Melón*

*Equipo: Amaia Mesanza Moraza*

*Álvaro Rodríguez Miranda*

*Iratxe Vicente Espina*





## ÍNDICE

Introducción. . .	3
Localización. . .	3
Antecedentes. . .	4
Objetivos. . .	6
Desarrollo del Trabajo. . .	9
Modelo Alámbrico. . .	10
Modelo Virtual. . .	18
Conclusiones. . .	26

## ANEXOS

### Topografía:

- I.- Datos de Campo
- II.- Cálculos Topográficos

### Fotogrametría:

- III.- Fichas de Restitución
- IV.- Certificado de Calibración
- V.- Informes de Restitución

### Modelo Virtual:

- VI.- Descripción de un Visor  
VRML
- VII.- Versiones del Modelo

# DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA Y REPRESENTACIÓN VIRTUAL DE LA IGLESIA DE SAN MARTÍN DE ARLUCEA (ÁLAVA)

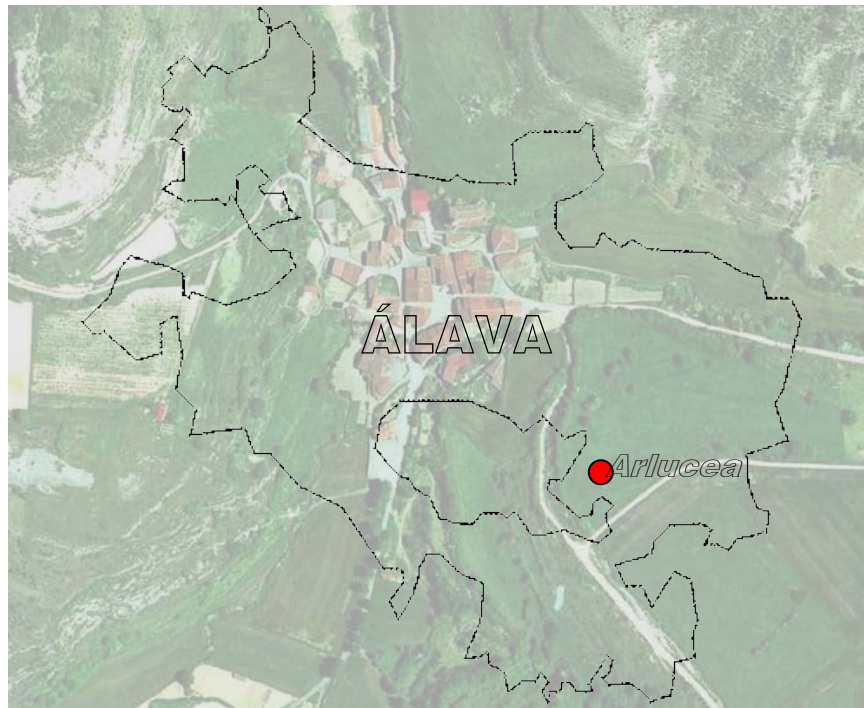
---

## 1.- Introducción:

Ante la próxima restauración de la iglesia de San Martín de Arlucea, el Servicio de Patrimonio de la Exma. Diputación Foral de Álava, solicitó la documentación geométrica de la misma con el fin de constatar su estado actual y servir de base a futuros trabajos.

## 2.- Localización:

La localidad de Arlucea se encuentra encuadrada en el municipio de Bernedo (Cuadrilla de Campezo-Montaña Alavesa) a 30 km de Vitoria.



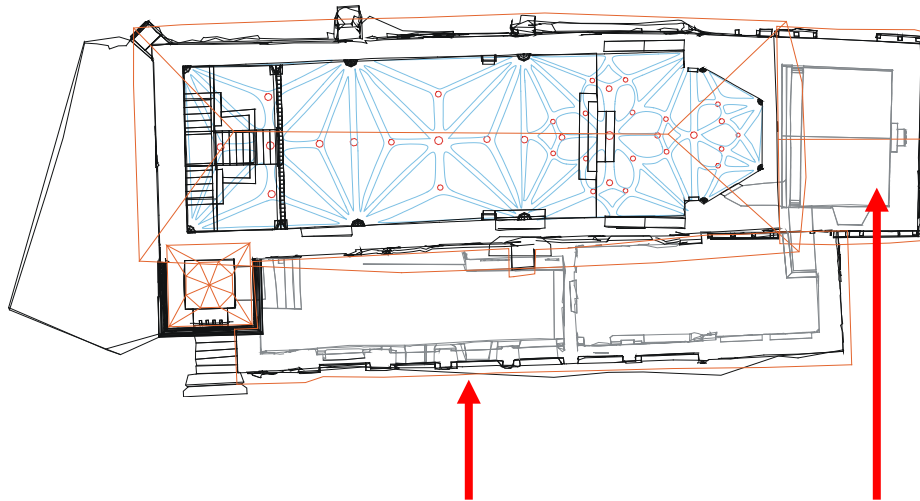
Saliendo de Vitoria por la A-2124 (a Logroño por Peñacerrada) coger la desviación a Bernedo y, finalmente, el desvío a Marquinez y Arlucea.



### 3.- Antecedentes:

El edificio se encuentra en malas condiciones. No se utiliza para el culto (se encuentra en la parte más alta del pueblo y no es muy accesible). Exteriormente presenta deficiencias en las cubiertas y suelos de madera, en mal estado e incluso derruidas en ciertas zonas; también problemas estructurales tanto en los contrafuertes de la pared norte como en la sacristía en cuyos muros se detecta una clara falta de verticalidad. El interior del edificio también se encuentra en mal estado (goteras y manchas de humedad).

Artísticamente<sup>1</sup> aún conserva parte de la fábrica del templo románico (s. XIII), concretamente la cabecera del ábside que se utiliza como sacristía y una de las escasas galerías porticadas (8 arcos) que quedan en la provincia.



*situación sobre la planta de los restos*

<sup>1</sup> "Catálogo Monumental de la Diócesis de Vitoria", Tomo II: "Arciprestazgos de Treviño-Albaina y Campezo". Portilla M., Euía J.

Catálogo de iglesias y ermitas de la Exma. Diputación Foral de Álava:  
<http://194.30.32.164/catalogo/catalogo.asp>

La galería está dividida por una pared y parte de sus arcos cegados para construir así una habitación que se ha estado utilizando como almacén, y un lavabo, al que se accede desde la sacristía.



*segunda parte del pórtico*

De este primer templo se conservan dos ventanas, una en el ábside y otra en la zona cubierta de la galería, ambas cegadas y parcialmente destruidas, uno de los capiteles de ésta ventana se encuentra incrustado en la pared de enfrente y algunos trozos de columna en el suelo:



*ventanas*

También se ha conservado la puerta de entrada desde la galería, pero su acceso desde ésta está tapiado de tal forma que se crea una pequeña habitación en el interior de la iglesia que se utiliza para la pila bautismal.

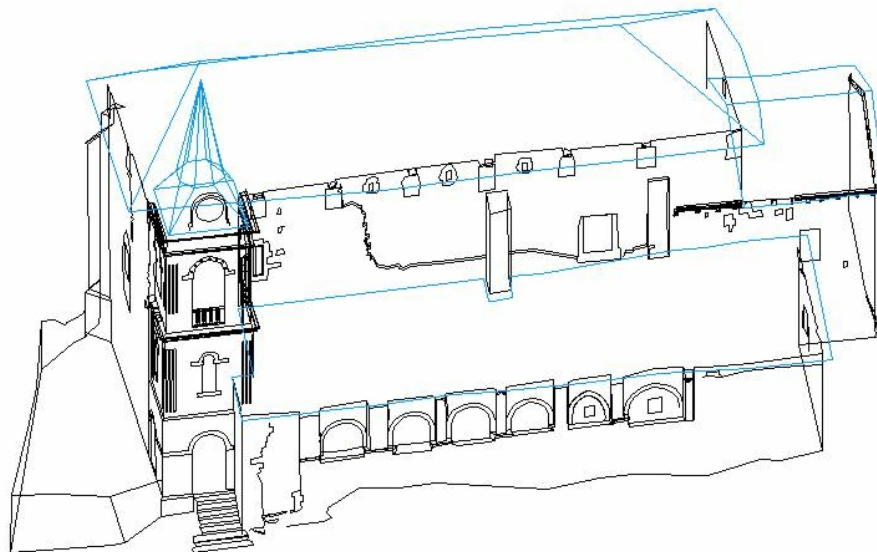
El templo actual es de construcción posterior que se edificó sobre el románico y, finalmente, se añadió la torre en fechas más recientes (s. XVII).

#### 4.- Objetivos:

El objetivo de este levantamiento es la documentación geométrica del edificio, tanto interior como exterior con precisión centimétrica. Se ha realizado mediante un modelo volumétrico tridimensional obtenido por topografía clásica. El volumétrico se presenta como modelo alámbrico, obteniendo de él las plantas, alzados y secciones necesarias para la correcta definición geométrica del mismo. Ocasionalmente, para la documentación de elementos arquitectónicos de detalle, como la puerta de acceso a la iglesia desde la galería y las ventanas románicas, se obtuvieron pares fotogramétricos, lo que permite, además del dibujo, el estudio tridimensional de éstos.



*exterior de la iglesia*

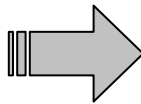


*modelo alámbrico*

Se precisaba, además, completar esta documentación con un conjunto de fotografías que permitieran estudios más minuciosos. En concreto, se quería sondear la posibilidad de incluir imágenes rectificadas (ortofotografías) que son fotografías modificadas en las que las medidas realizadas sobre ellas se correspondan (a escala) con las medidas reales y, por otro lado, modelos virtuales con texturas que consiste en situar estas imágenes, geoméricamente corregidas, en sus coordenadas tridimensionales.



*fotografía*



*fotografía rectificada*

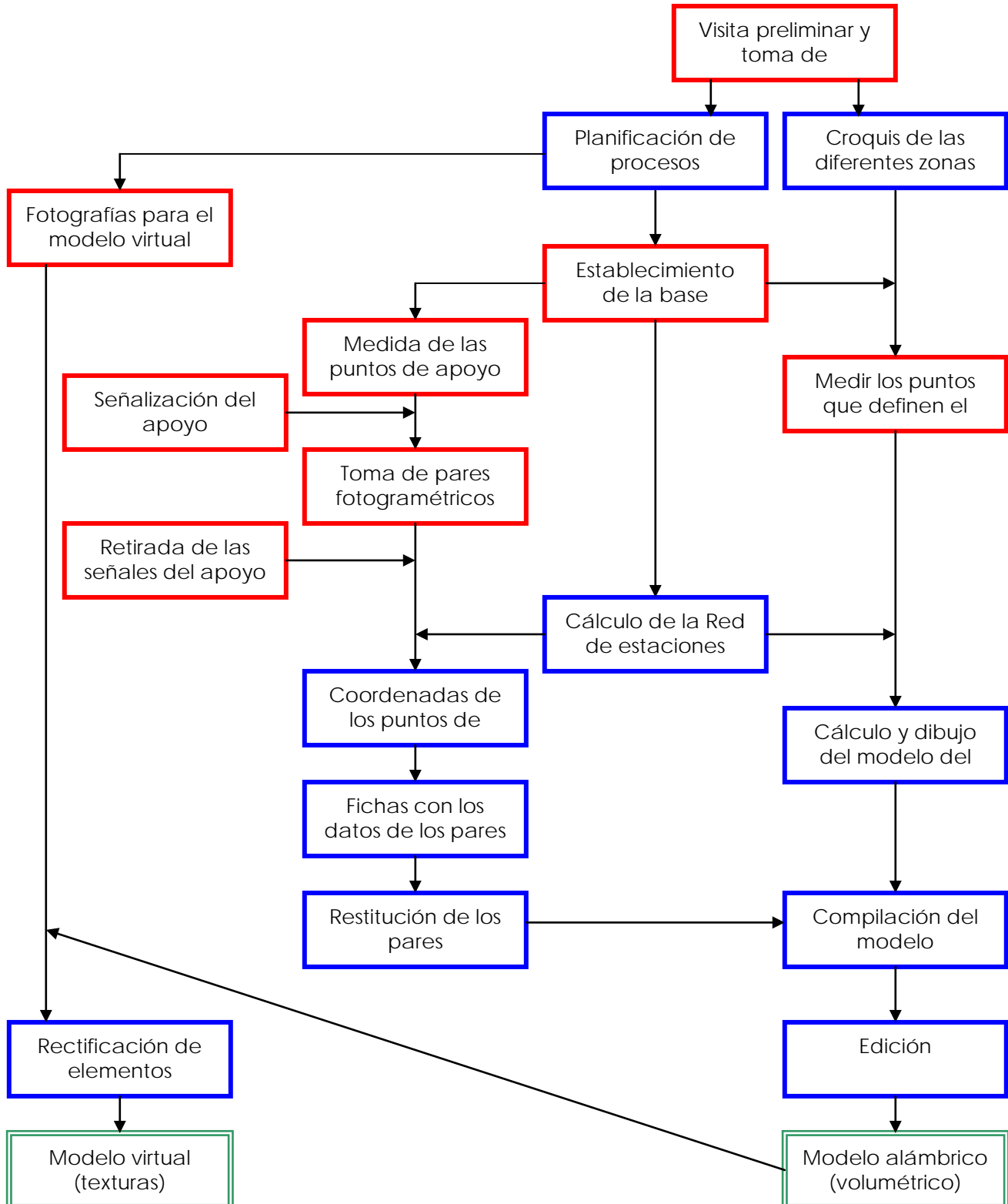
Estos modelos virtuales permiten una visión interactiva del edificio, ya que el usuario puede desplazarse por el modelo explorando los diferentes elementos que lo componen.



*modelo con texturas*

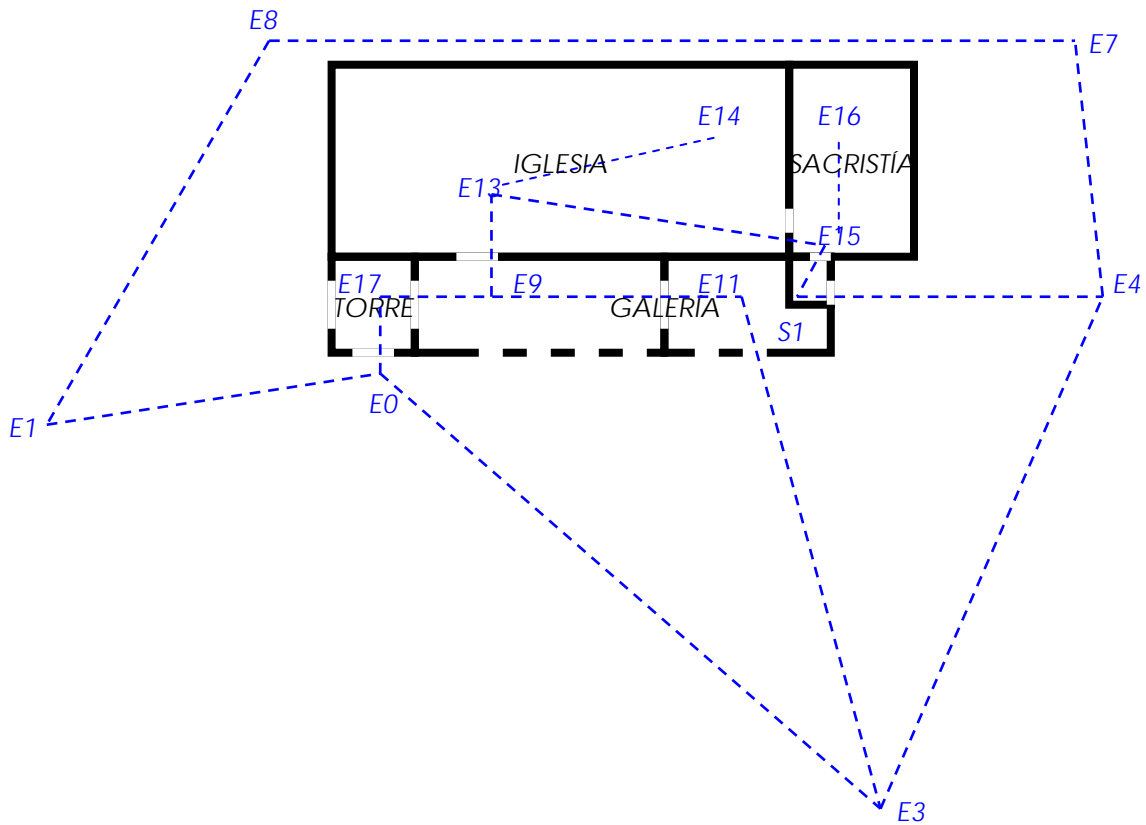
### 5.- Desarrollo del Trabajo:

Secuencia de realización del proyecto, se indican en rojo las trabajos de campo, en azul los de gabinete y en verde los productos finales obtenidos.



## 6.- Modelo Alámbrico (Volumétrico):

Se estableció una red de estaciones desde las que se cubre la totalidad de los elementos a representar, en el siguiente croquis se representan las estaciones y los enlaces establecidos, se han incluido también las estaciones de relleno (no incorporadas a los itinerarios entre estaciones) E14 y E16 y la señal S1 que consiste en una señal metálica situada sobre una pared y que permite relacionar E15 y E4.



Todas las estaciones están a nivel de suelo, ya que el mal estado de la torre no aconsejaba situar estaciones en las plantas superiores.

La observación se efectuó con estación total topográfica de características:

- apreciación: 20<sup>cc</sup>
- sensibilidad: 20"
- aumentos: 30x
- distanciómetro: 2 mm + 2 ppm

Con el fin de obtener mayores precisiones, se realizó doble lectura en cada visual.

Las coordenadas de las estaciones se han calculado mediante ajuste por el método de mínimos cuadrados, utilizando como punto fijo E0, ajuste planimétrico y altimétrico independiente y utilizando un sistema de coordenadas tridimensional relativo. Este sistema se utiliza para los cálculos y dibujo. Para facilitar la preparación de planos, estudio de los alzados, . . . , una vez que se dispone del modelo definitivo, se le aplica un giro para que las fachadas coincidan con los ejes X e Y de tal forma que el eje Y se corresponda aproximadamente con la dirección del Norte.

Como resultado del ajuste se obtienen las coordenadas tridimensionales de las estaciones en el sistema tridimensional y los errores medios cuadráticos asociados a estos valores.

<b>Estación</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>ex</b>	<b>ey</b>	<b>ez</b>
<b>E0</b>	500,000	500,000	500,000	-	-	-
<b>E1</b>	506,461	519,117	492,362	0,002	0,003	0,000
<b>E3</b>	458,741	499,565	492,055	0,003	0,003	0,001
<b>E4</b>	486,826	471,440	502,823	0,004	0,003	0,003
<b>E6</b>	497,610	458,615	507,172	0,005	0,004	0,004
<b>E8</b>	517,896	485,930	503,178	0,003	0,004	0,004
<b>E9</b>	499,846	491,808	502,183	0,003	0,003	0,001
<b>E11</b>	491,412	481,992	503,064	0,003	0,003	0,003
<b>E13</b>	506,601	490,149	502,779	0,004	0,003	0,003
<b>E15</b>	491,910	474,820	503,778	0,005	0,004	0,006
<b>E17</b>	503,091	496,462	501,099	0,002	0,002	0,003
<b>S1</b>	489,897	476,793	505,337			
<b>E14</b>	498,052	477,224	503,780			
<b>E16</b>	494,314	471,791	503,815			

Se comprueba que los errores están por debajo del centímetro en todos los casos, condición necesaria para garantizar las precisiones que habían sido definidas.



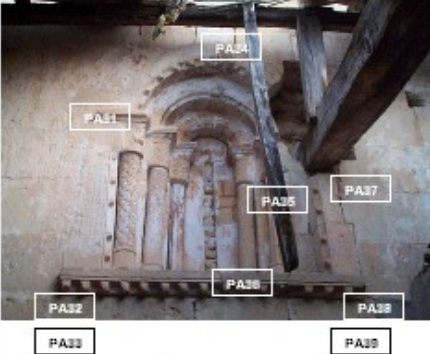
Desde estas estaciones se procedió a radiar los puntos de las líneas que definen los diferentes elementos que forman el edificio utilizando medida directa de distancias con láser (sin prima), la toma de datos se realiza siguiendo una codificación que permite su dibujo automático, es decir, sin intervención del operador.



*dibujo automático de los datos de campo*

Estas líneas obtenidas de forma automática se deben repasar, editar, agrupar y separar en capas. . . para obtener el modelo alámbrico final.

Desde las bases, también se dan coordenadas a los puntos de apoyo, necesarios para los pares fotogramétricos. De estos pares se preparan fichas que acompañan a las fotografías y contienen la información necesaria para la extracción de información gráfica: cámara, distancia, base, distribución y coordenadas del apoyo . . .

EQUIPO DE DOCUMENTACION ARQUITECTONICA (U.P.V. - E.H.U.)											
TRABAJO: Documentación Geométrica de la Iglesia de Arlucea (Álava)											
PAR: PAR-3	ALTURA: 5 m	BASE: 1 m	OBJETIVO: R50	FECHA: 1/02/2002							
				PUNTOS DE APOYO							
				PUNTO	X	Y	Z	PUNTO	X	Y	Z
				PA31	492.108	477.764	507.450				
				PA32	492.097	477.844	506.112				
				PA33	492.202	477.816	504.811				
				PA34	491.626	477.029	507.840				
				PA35	491.622	476.639	506.871				
				PA36	491.665	477.105	505.850				
				PA37	491.235	476.472	506.802				
				PA38	491.154	476.494	506.082				
				PA39	491.245	476.484	504.917				
ENTERRAMIENTOS:											
UNIDADES:											
NOTAS:											

*ficha que acompaña a los pares fotogramétricos*

La cámara utilizada es una Rollei 6006 calibrada, cuyas características son:

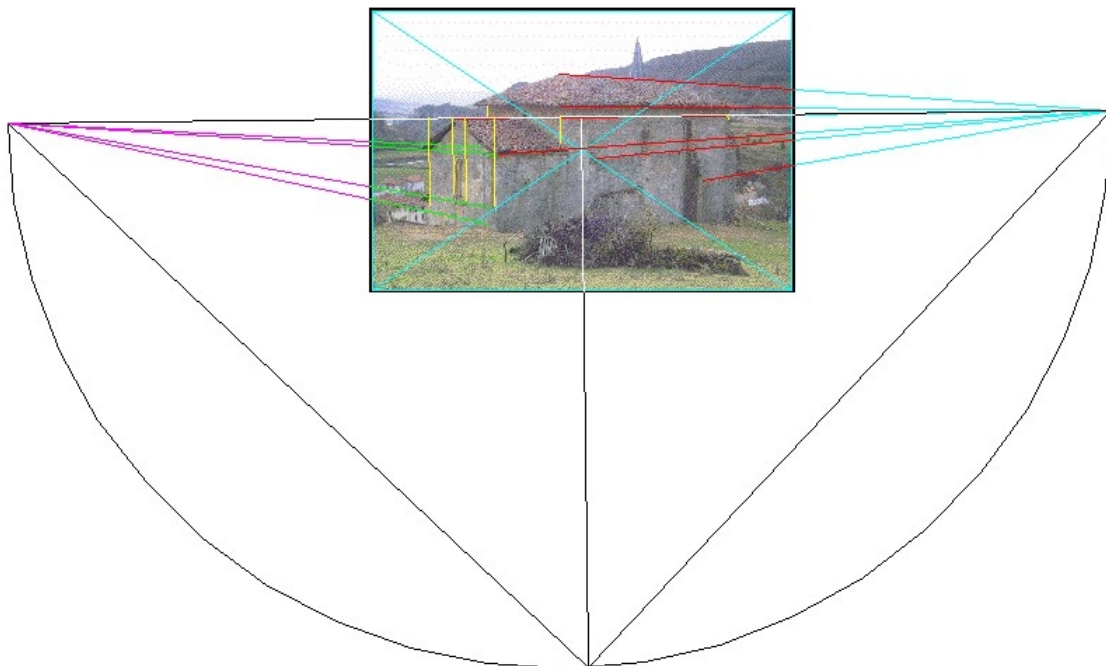
- focal: 50 mm.
- formato: 6x6 cm.
- placa réseau de 25 cruces.

La restitución estereoscópica se ha realizado con un equipo analítico ADAM MPS2, especialmente indicado para fotogrametría de objeto cercano, conectado a un programa de dibujo asistido por ordenador. Las características más destacadas del restituidor son:

- diámetro de la marca flotante: 25 micras.
- factor de amplificación: 8x a 35x.
- Precisión a escala de la fotografía: 4 micras (emc).

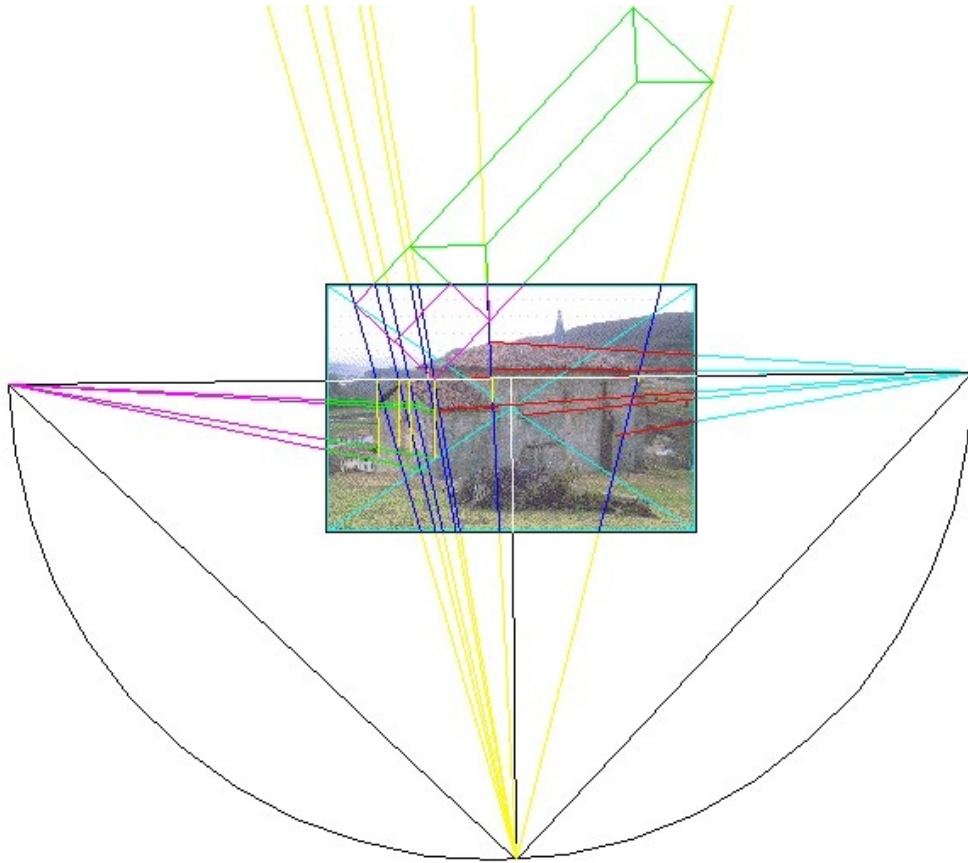
Los tejados se han dibujado por un proceso perspectivo, debido a las dificultades de la medición directa (hay que alejarse para verlos con buena geometría y a esas distancias las medidas directas con láser son muy problemáticas; alternativamente, se pueden medir por intersección angular desde dos estaciones, sin embargo, las medidas por intersección son bastante costosas y, al necesitarse sólo una representación aproximada de los estos elementos, se consideró que el análisis perspectivo era más adecuado).

El análisis dimensional perspectivo es una herramienta que se vale de los puntos de fuga para obtener medidas, es una técnica monoscópica (se utiliza una sola fotografía).



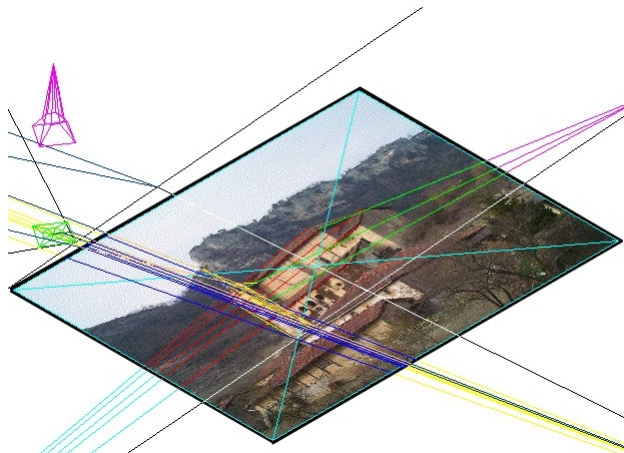
*puntos de fuga de una imagen de los muros Este y Norte de la iglesia*

A partir de construcciones gráficas se puede, por ejemplo, dibujar la planta de las cubiertas (verde).



*planta de las cubiertas de la sacristía y la iglesia*

También pueden medirse alturas, consiguiendo así una representación tridimensional de los tejados, la siguiente imagen es una vista en perspectiva (tridimensional) de la fotografía (bidimensional) utilizada para dibujar el tejado de la torre (en magenta, parte izquierda de la imagen):



Posteriormente se procede a la edición y case de la información gráfica obtenida individualmente desde cada estación y la procedente de fotogrametría.

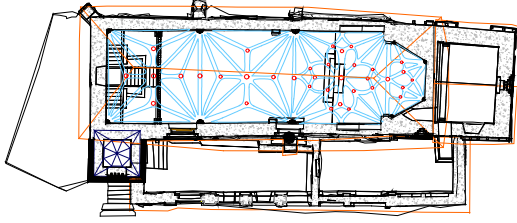
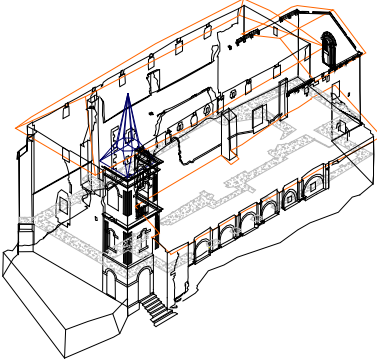
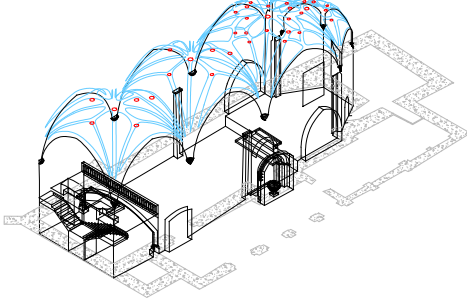
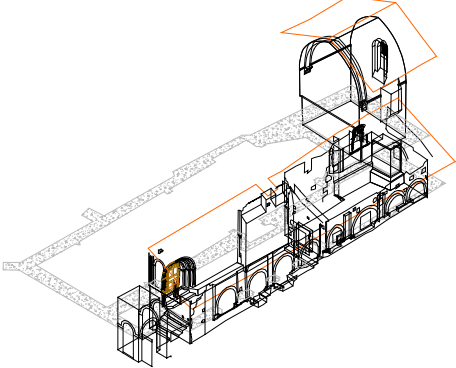
Una vez que se dispone del modelo completo y editado, se clasifica en capas relacionadas con los elementos arquitectónicos que representan: alzado norte exterior, alzado este de la sacristía, . . .

Estos elementos pertenecen a cuatro zonas del edificio bien diferenciadas:

<b>Zona</b>	<b>Representa</b>	<b>Planos</b>
Planta	<i>Espesor de los muros, corresponde a un corte de todo el modelo a una altura constante y está representada por un tramado gris claro.</i>	1
Exterior	<i>Fachadas exteriores del edificio.</i>	2-6
Interior de la Iglesia	<i>El área de culto, desde el coro al ábside, incluyendo las bóvedas, casi todo el conjunto pertenece al s. XVII.</i>	7-11
Galería y Sacristía	<i>Galería (las dos zonas) y la Sacristía, agrupadas por corresponder a la zona románica del edificio, se incluye también la parte baja de la torre (interior) que, aunque no pertenece al mismo periodo, es una continuación estructural de la galería.</i>	12-16

---

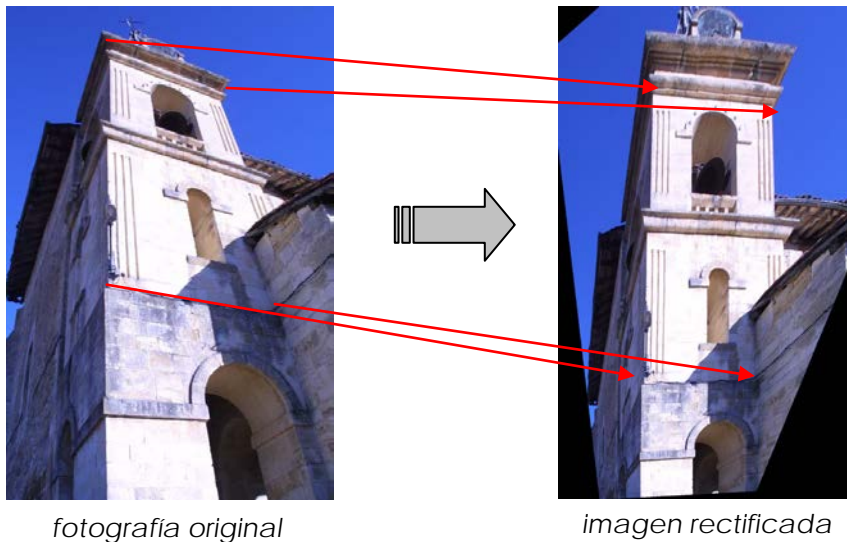
Respecto a la división en capas para cada zona:

Zona	Dibujo	Capas
Planta		Planta
Exterior		Fachada_E/_N/_O/_S Tejado_1/_2/_3 Ventana_FE
Interior de la Iglesia		Iglesia_Interior Medallones Nervios
Galería y Sacristía		Torre Sacristia_E/_N/_O/_S Portico_E/_N/_O/_S Portico2_E/_N/_O/_S Arcos_Por Puerta_Por Ventana_P2

## 7.- Modelo Virtual:

Para realizar el modelo virtual, se intentó aprovechar alguno de los programas que existen en el mercado. Estos programas pueden encuadrarse en alguno de estos grupos:

- Programas de Rectificación: se basan en la transformación proyectiva bidimensional y, por lo tanto, calculan la relación entre las coordenadas imagen (2D) y las coordenadas XY que corresponde al terreno. Son adecuados para rectificar fachadas aisladas o perspectivas de suelos, pero no sirven para elementos completos y es muy complicado unir las diferentes rectificaciones para formar un objeto tridimensional. Como característica positiva, la transformación proyectiva es independiente de los parámetros internos de la cámara por lo que puede utilizarse con cámaras no métricas.



- Fotogrametría monoscópica: se basan en las relaciones de colinealidad y ajuste de haces. Permiten trabajar directamente en el espacio 3D del objeto por lo que pueden obtener reconstrucciones realistas, según los modelos matemáticos que lleve implementado el programa, puede hasta no ser necesario incorporar puntos de apoyo (modelos sin escala). Este enfoque necesita, sin embargo, que la geometría interna de la cámara sea conocida para cada toma si se quieren obtener buenos resultados.

El problema que se planteaba es que las fotografías que se podían obtener provendrían de una cámara digital convencional y que además serían muy heterogéneas ya que sería necesario incluir imágenes con diferentes zooms (variaciones de focal), enfoque a diferentes distancias, . . .

Este tipo de fotografías no eran, en principio, adecuadas para estos programas, por lo que, previamente a utilizarlas en Arlucea, quisimos probar en edificios de geometría más sencilla para ver los resultados obtenibles.

Consideramos que la ermita de Nuestra Señora de Larrauri, situada en Urarte y visible desde la carretera de acceso a Arlucea era una construcción muy interesante ya que además de una geometría sencilla (dos naves rectas adosadas y tejado a dos aguas), está situada en un descampado por lo que se pueden obtener las fotografías a la distancia que se considere conveniente y sin obstáculos.



*ermita de Larrauri (Urarte)*

Se tomó la siguiente serie de ocho fotografías alrededor del edificio:





A partir de estas fotografías y sin apoyo topográfico se obtuvo el siguiente modelo:



*vistas del modelo virtual*

El resultado, como puede apreciarse, es muy evocador, pero aparece deformado: se aprecia falta de verticalidad en las paredes, esquinas no ortogonales y paredes que parecen "dobladas", cuando ninguno de estos efectos se dan realmente.

Aún así, se probó utilizar este método con fotografías de Arlucea, esta vez añadiendo información de coordenadas tridimensionales de algunos puntos para mejorar el resultado, aunque, como puede verse, el efecto de paredes dobladas era muy acusado y hubo que descartar este procedimiento.



*Imagen del modelo del  
nórtico*

Por todo esto, se optó por desarrollar en el Laboratorio un programa informático específico que nos permitiera obtener modelos tridimensionales a partir de las fotografías de que disponíamos. Este programa está descrito en la página web del Laboratorio ([www.vc.ehu.es/docarq](http://www.vc.ehu.es/docarq)), desde donde se puede descargar.

Como los programas del primer grupo, se vale de la transformación proyectiva para rectificar las texturas (esto le hace independiente de la geometría de la cámara, es decir, que puede utilizarse con cámaras no métricas e independientemente del zoom, enfoque, . . . ), sin embargo, para poder utilizarlo con objetos tridimensionales, el plano objeto se define a partir de un conjunto de puntos del modelo alámbrico. A continuación se resume el proceso de cálculo:

- Marcar puntos de proyección (X,Y,Z), calcula el plano medio y las coordenadas de cada punto en este plano.
- Cálculo de la transformación proyectiva de las coordenadas bidimensionales del plano medio a las coordenadas bidimensionales de la fotografía.
- Marcar el perímetro de la zona a rectificar (se supone que está en el plano medio antes definido).
- Generar un objeto VRML, planos con las coordenadas del perímetro y la textura de la fotografía. Estos elementos están en el sistema tridimensional del objeto.

A modo de ejemplo, se presenta, la misma parte del pórtico que aparecía en la imagen anterior (realizado con el programa de fotogrametría monoscópica):

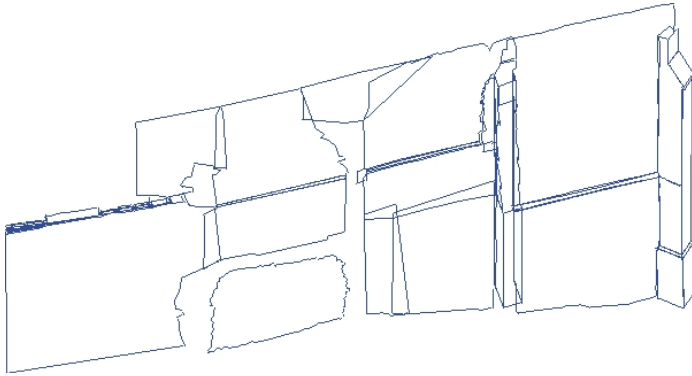


*modelo del pórtico*

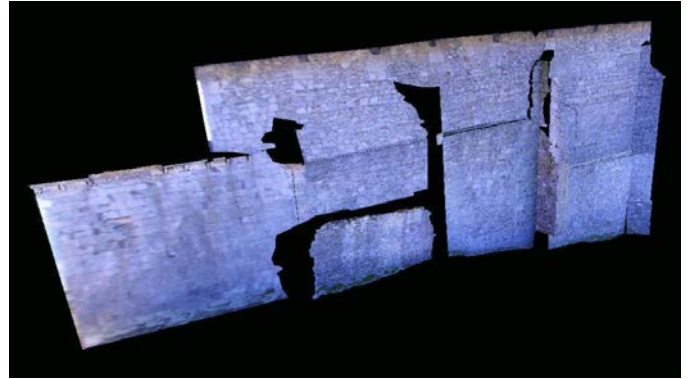
Comparándolos, se aprecia que el aspecto de las paredes es más real, el inconveniente de este método es que los diferentes elementos no casan perfectamente (aparecen pequeños huecos en los bordes), aún así, consideramos que los resultados son adecuados para el trabajo.

El modelo final se genera en formato VRML (Virtual Reality Modeling Language) que es un estándar y pueden visualizarse en cualquier navegador de internet sin más que instalar el correspondiente visor, la mayoría de los cuales son gratuitos. Además puede ser editado en programas de diseño asistido por ordenador para añadir luces, efectos, . . .

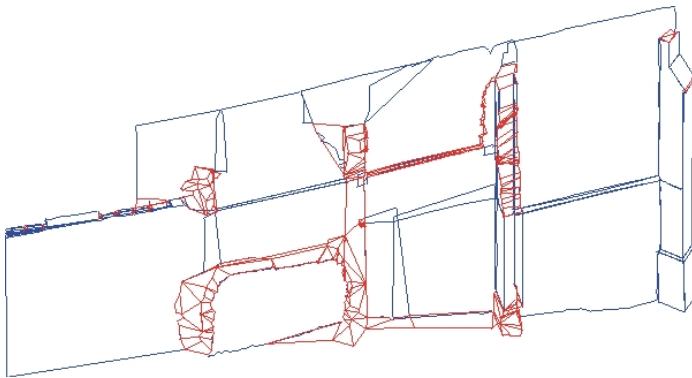
Adicionalmente, el programa puede generar un archivo para Autocad® con los perímetros de los elementos, permitiendo así, generar elementos adicionales, en las zonas que, al quedar ocultas en las fotografías, aparecen huecas.



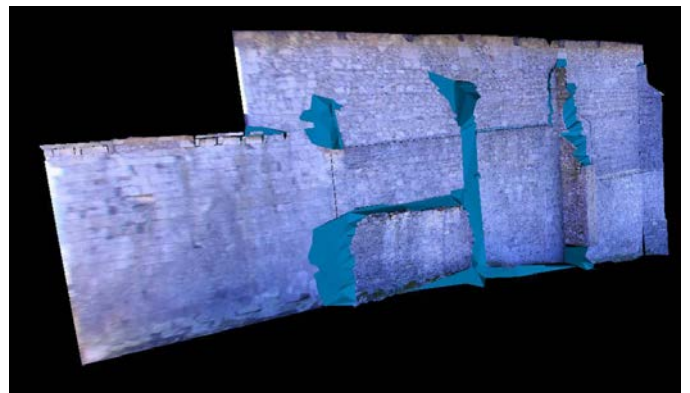
*perímetros de los elementos rectificados*



*escena VRML de los elementos rectificados*



*elementos adicionales*



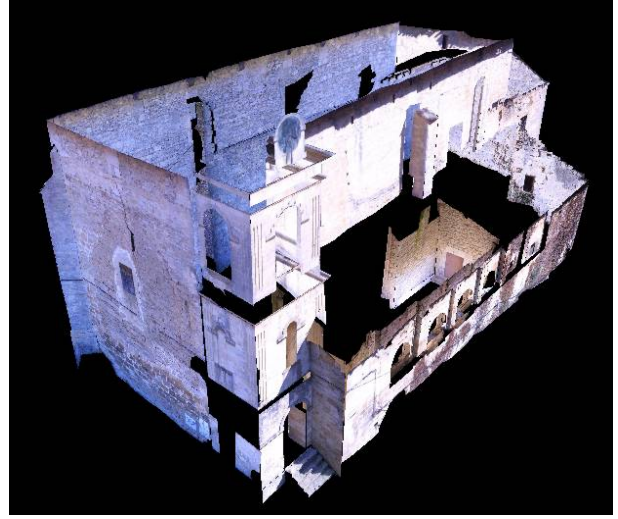
*escena VRML añadiendo los elementos adicionales*

En principio, a estos nuevos elementos se les puede dar texturas similares a sus vecinos, disimulándose en la escena; hemos preferido, sin embargo, dejarlos en color para marcar que no son elementos fotografiados, sino obtenidos a partir del modelo alámbrico.

Como todos los elementos están en el sistema tridimensional de coordenadas objeto, se pueden generar escenas con los que se consideren convenientes. Por ejemplo, a continuación se presentan dos vistas de los elementos de las cuatro fachadas sin y con el interior del pórtico:

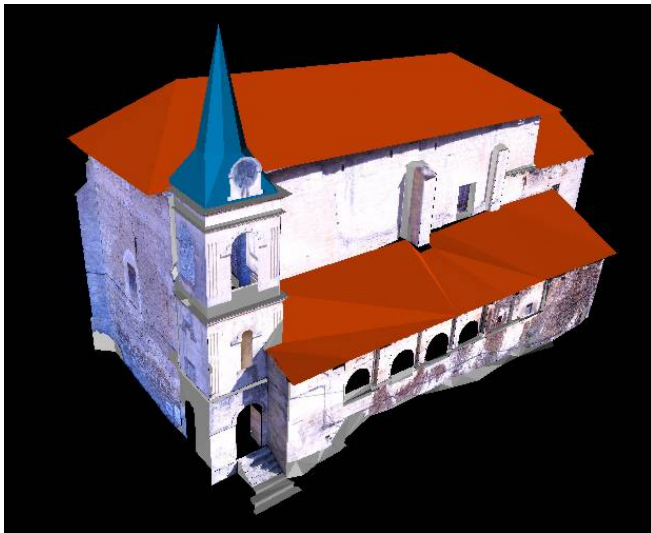


*escena VRML de los elementos exteriores*



*escena VRML incluyendo el interior del pórtico*

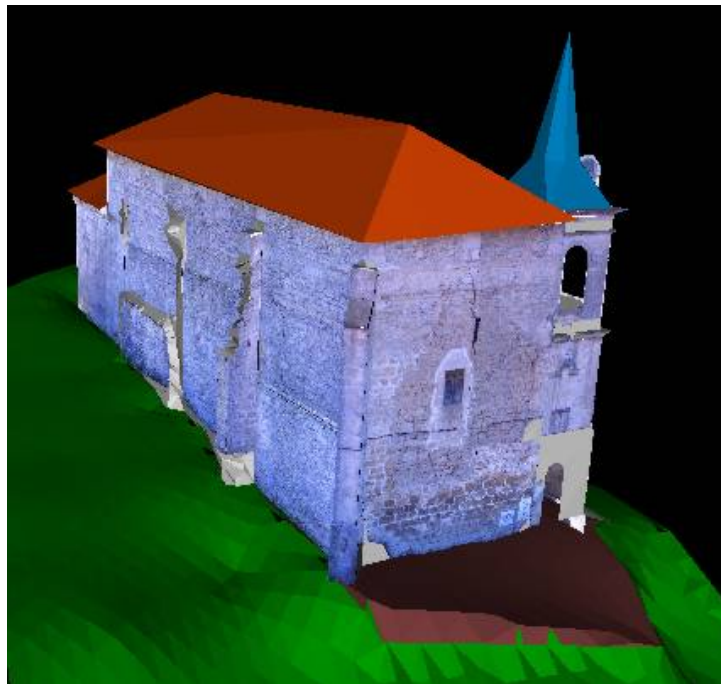
Completando el dibujo, con las zonas ocultas, tejados, . . . (Planos 19 y 20).



*modelo completo (añadiendo los tejados)*

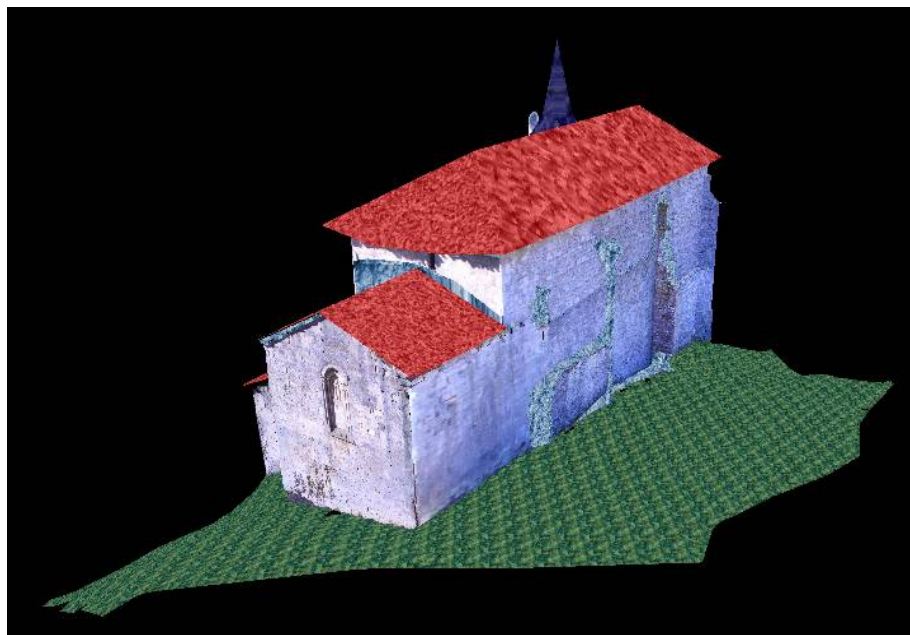


También pueden añadirse elementos externos procedentes, por ejemplo, de la cartografía oficial, en este caso se cogieron las curvas de nivel próximas y se generó el suelo de la zona próxima (Planos 17 y 18).



*escena con suelo*

Finalmente, para mejorar el aspecto estético de la representación, se puede recurrir a texturas para los elementos no fotográficos:



*escena con texturas*

A partir de este modelo pueden obtenerse también vistas isométricas a las que pueden superponérseles los alzados (planos 21-25):



El encaje no es perfecto debido al proceso de formación del modelo virtual. Analizando las distancias entre puntos de la fotografía y del volumétrico se encuentran diferencias máximas de 2 mm sobre las representaciones 1:100 (20 cm a escala terreno), manteniéndose la mayor parte de la imagen con una coincidencia próxima al milímetro (10 cm).

Este valor, 20 cm, sirve como estimador de la precisión métrica del modelo virtual, aunque, excepcionalmente, pueden existir elementos con diferencias mayores.

## **8.- Conclusiones:**

El presente trabajo constituye el primer paso en la determinación de una metodología adecuada para la documentación de edificios históricos, entendiendo por adecuada que sea capaz de conjugar la utilidad en los estudios arquitectónicos e históricos con la precisión métrica y coste económico-temporal del producto final.

Hasta la fecha, los documentos en los que se representaban los edificios estudiados eran: o bien la volumetría del edificio (modelo alámbrico sólo de los elementos más representativos) o bien una restitución fotogramétrica completa (documentación exhaustiva). Se entendía que ambos métodos son adecuados para casos extremos de economía y rapidez en el primer método y de precisión en el segundo.

En concreto, se ha completado la volumetría del edificio, que habitualmente se presentaba como único documento, con un modelo virtual realizado a partir de fotografía convencional. Este modelo virtual es, de por sí, un elemento altamente interesante ya que permite evocar perfectamente la geometría del edificio dado que puede explorarse interactivamente de forma tridimensional. Otro aspecto a tratar era, no sólo disponer de un modelo virtual, sino que este modelo cumpliera unos requisitos métricos. Finalmente, la posibilidad de trabajar conjuntamente con el volumétrico y el modelo virtual (por ejemplo, presentando alzados con imagen fotográfica rectificadas).

Se han analizado varios programas existentes en el mercado, pero los productos obtenidos no eran del todo satisfactorios por lo que se ha procedido a elaborar programas informáticos, en el propio Equipo de Documentación Arquitectónica, que proporcionasen resultados más acordes con las necesidades de este trabajo.

Actualmente, se encuentran abiertas varias líneas de investigación dentro del Equipo con el fin de ir mejorando los resultados, en concreto:

- Mejora de la resolución del modelo virtual.
- Posibilidad de incluir elementos no planos (cilíndricos, esféricos, . . .).
- Mejora geométrica del modelo final.

**DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA Y  
REPRESENTACIÓN VIRTUAL DE LA IGLESIA DE  
SAN MARTÍN DE ARLUCEA (ÁLAVA)**

*Anexo I: Datos de Campo*





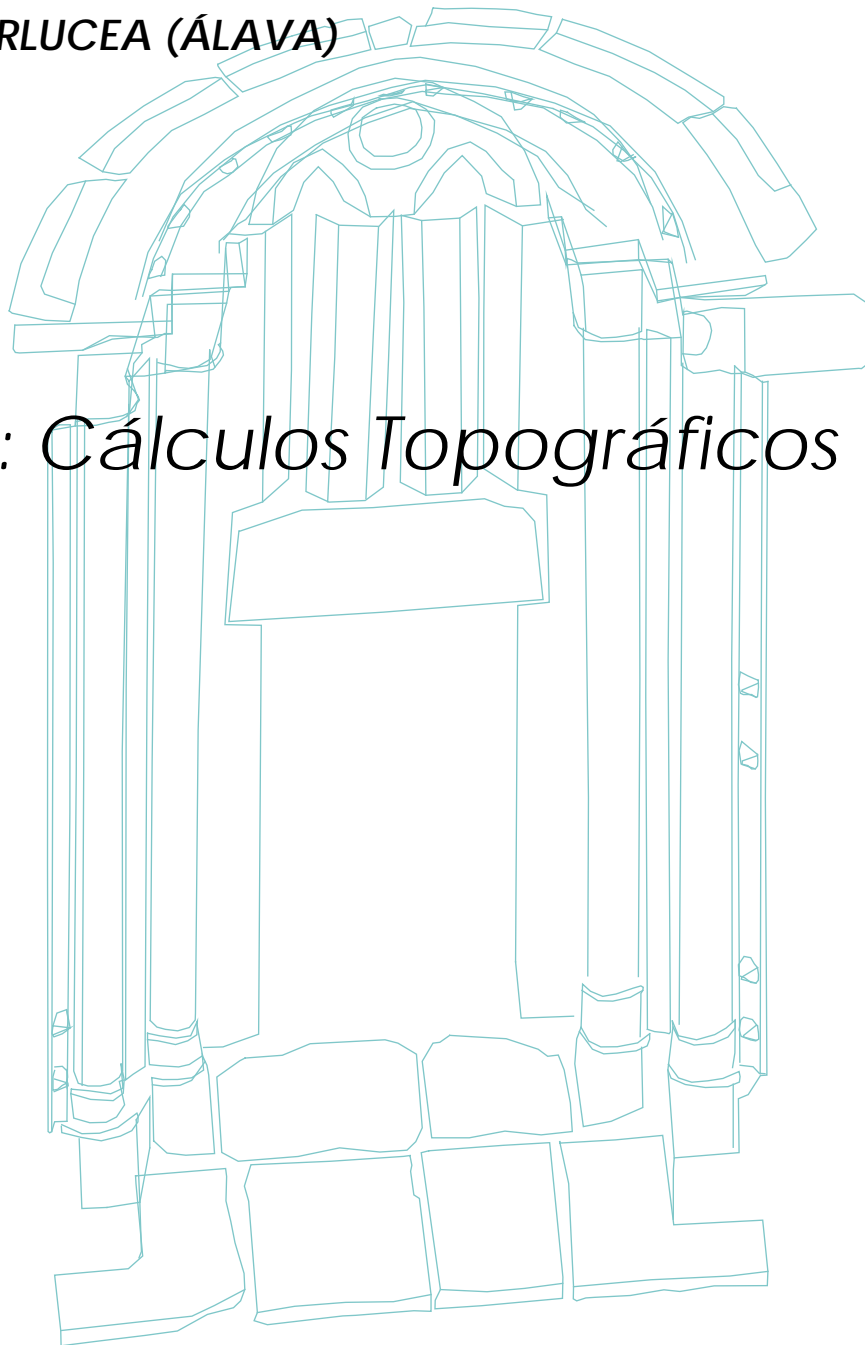
**Anexo I: Datos de Campo**

Observaciones de la red de estaciones,

Estación	Visual	LH	LV	dred	i	m
E0	E1	20.7472	124.2901	20.179	1.46	1
E0	E17	154.2881	103.4457	4.696	1.46	0.1
E0	E3	299.3261	111.0987	41.262	1.46	2.15
E0	N1	219.3386	113.1558	2.678	1.46	0.1
E1	E0	161.7527	77.6800	20.179	1.56	1.3
E1	E8	119.8740	81.3978	35.105	1.56	1.3
E8	E1	110.7877	120.1034	35.104	1.355	0.7
E8	E6	372.5751	94.8811	34.024	1.355	0.1
E6	E8	12.3893	109.7415	34.023	1.355	0.1
E6	E4	327.2122	120.5420	16.755	1.355	0.1
E4	E6	118.6455	83.7684	16.752	1.285	1.3
E4	S1	396.3122	87.6447	6.170	1.285	0
E4	E3	313.2043	118.6021	39.746	1.285	0.1
E4	S1	396.3122	87.6447	6.170	1.285	0
E3	S2	90.3809	82.1857	36.510	1.54	0
E3	E4	121.6941	83.5227	39.749	1.54	1.3
E3	E0	70.9782	87.5835	41.262	1.54	1.75
E3	E11	103.0650	82.0242	37.100	1.54	1.3
E17	E0	159.6854	131.8260	4.694	1.565	0.1
E17	E9	44.1834	104.2295	5.674	1.565	0.1
E17	E11	48.6340	97.2445	18.602	1.565	0.4
E17	S2	62.6206	92.4555	12.067	1.565	0
E9	E17	239.9470	123.7873	5.675	1.54	0.4
E9	E11	46.3781	101.2694	12.945	1.54	0.4
E9	S2	73.7675	96.5447	6.871	1.54	0
E9	E13	316.5202	104.9631	6.952	1.54	0.4
E11	E9	367.2805	108.5313	12.941	1.263	0.4
E11	E17	365.3367	106.5747	18.583	1.263	1.3
E11	E3	253.5180	118.3067	37.094	1.263	1.3
E13	E9	188.6307	116.2077	6.954	1.615	0.4
E13	E14	110.4736	100.9232	15.492	1.615	0.4
E13	E15	121.9491	100.6314	21.234	1.615	0.4
E13	E14	110.4736	100.9232	15.492	1.615	0.4
E15	E13	206.6985	106.5989	21.230	1.615	0.4
E15	E16	315.1863	118.9969	3.882	1.615	0.4
E15	S1	107.3919	101.5161	2.826	1.615	0
E15	E16	315.1863	118.9969	3.882	1.615	0.4
E15	S1	107.3919	101.5161	2.826	1.615	0

**DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA Y  
REPRESENTACIÓN VIRTUAL DE LA IGLESIA DE  
SAN MARTÍN DE ARLUCEA (ÁLAVA)**

*Anexo II: Cálculos Topográficos*



**Anexo II: Cálculos Topográficos**

A partir de los datos anteriores, se obtienen las siguientes coordenadas XY y desorientaciones aproximadas:

Estación	X	Y	Z	desorientación
E0	500	500	500	0
E1	506.460	519.117	492.364	58.9945
E3	458.741	499.563	492.043	28.3480
E4	486.834	471.431	502.834	36.8334
E6	497.619	458.609	507.181	28.2667
E8	517.900	485.928	503.184	268.0808
E9	499.843	491.810	502.193	-201.1609
E11	491.415	481.991	503.046	77.8949
E13	506.593	490.149	502.790	126.7287
E15	491.893	474.826	503.794	-158.0207
E17	503.090	496.463	501.106	194.6028
N1	499.199	497.445	500.799	
S1	489.903	476.783	505.332	
E14	498.047	477.228	503.780	
E16	494.313	471.790	503.815	

En cuanto a los desniveles entre estaciones, tenemos:

		directo	inverso	media
E0	E1	-7.636	7.640	-7.638
E0	E17	1.106	-1.099	1.102
E0	E3	-7.957	7.941	-7.949
E1	E8	10.820	-10.814	10.817
E8	E6	3.997	-3.992	3.994
E6	E4	-4.347	4.351	-4.349
E4	E3	-10.771	10.764	-10.768
E3	E11	11.003	-11.008	11.005
E17	E9	1.087	-1.085	1.086
E17	E11	1.971	-1.963	1.967
E9	E11	0.882	-0.882	0.882
E9	E13	0.597	-0.595	0.596
E13	E15	1.004	-0.993	0.999

Se ha realizado un ajuste independiente de planimetría y altimetría. El ajuste planimétrico da como resultado:

Estación	Coordenadas Iniciales			correcciones			Coordenadas finales			errores	
	X	Y	desorient	dX	dY	des	X	Y	des	emcx	emcy
E0	500.000	500.000	0	0	0	0	500.000	500.000	0.000	-	-
E1	506.460	519.117	58.9944	0.001	0.001	0.005	506.461	519.117	58.999	0.002	0.003
E3	458.741	499.563	28.3479	0.000	0.002	0.003	458.741	499.565	28.351	0.003	0.003
E4	486.834	471.431	36.8333	-0.008	0.009	0.008	486.826	471.440	36.841	0.004	0.003
E6	497.619	458.609	28.2666	-0.009	0.006	0.010	497.610	458.615	28.277	0.005	0.004
E8	517.900	485.928	268.0808	-0.004	0.002	0.010	517.896	485.930	268.090	0.003	0.004
E9	499.843	491.810	-201.1608	0.003	-0.002	-0.024	499.846	491.808	-201.185	0.003	0.003
E11	491.415	481.991	77.8949	-0.003	0.001	0.005	491.412	481.992	77.900	0.003	0.003
E13	506.593	490.149	126.7287	0.008	0.000	-0.029	506.601	490.149	126.700	0.004	0.003
E15	491.893	474.826	-158.0207	0.017	-0.006	-0.031	491.910	474.820	-158.052	0.005	0.004
E17	503.090	496.463	194.6027	0.002	-0.002	-0.008	503.091	496.462	194.594	0.002	0.002
S1	489.903	476.783		-0.006	0.010		489.897	476.793		0.004	0.004

Respecto al ajuste en Z:

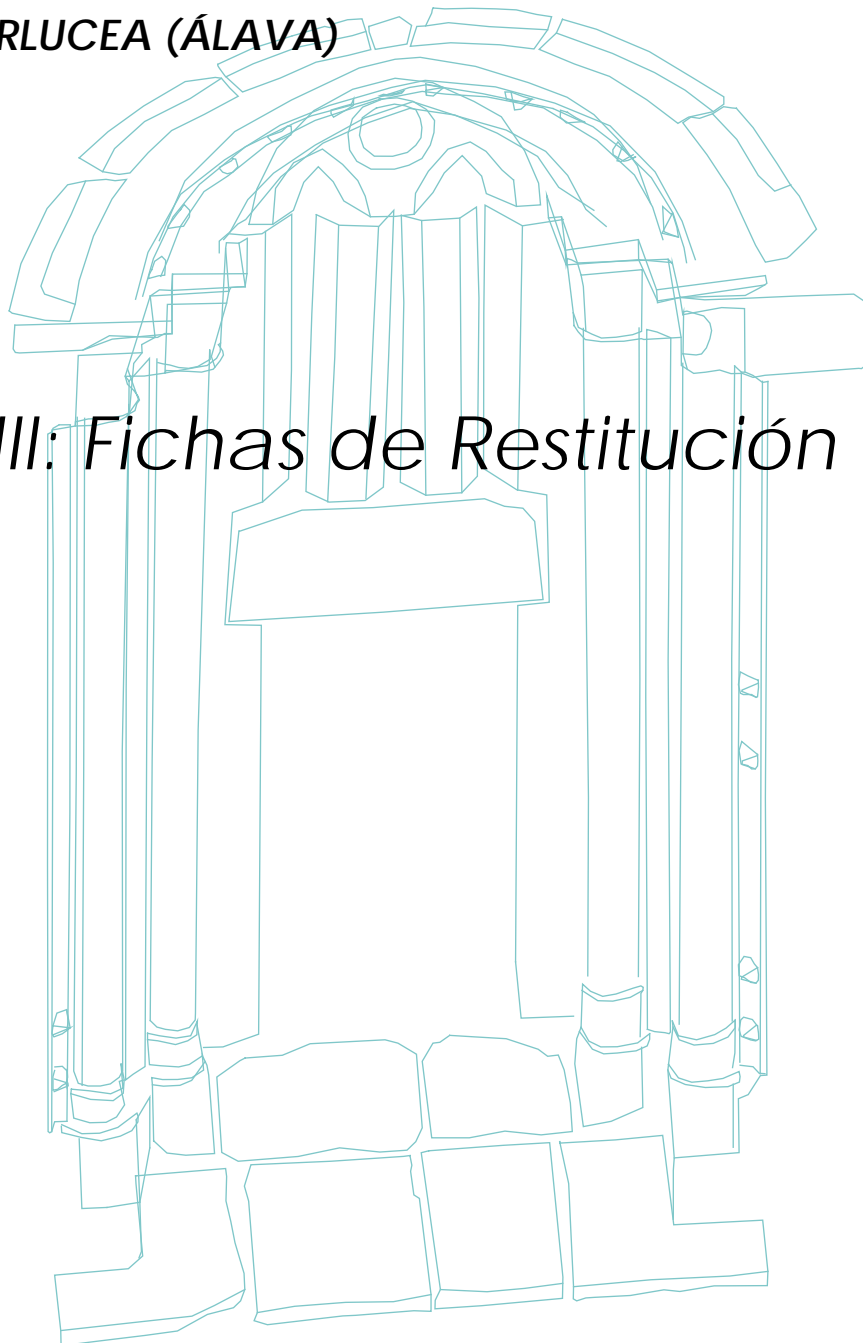
Estació n	Zinicial	correcció n	Zfinal	emc
E0	500	0	500.000	-
E1	492.364	-0.002	492.362	0
E3	492.043	0.012	492.055	0.001
E4	502.834	-0.011	502.823	0.003
E6	507.181	-0.009	507.172	0.004
E8	503.184	-0.006	503.178	0.004
E9	502.193	-0.010	502.183	0.001
E11	503.046	0.018	503.064	0.003
E13	502.790	-0.011	502.779	0.003
E15	503.794	-0.016	503.778	0.006
E17	501.106	-0.007	501.099	0.003

Finalmente, las coordenadas de las estaciones, con sus correspondientes errores medios cuadráticos son:

<b>Estación</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>ex</b>	<b>ey</b>	<b>ez</b>
<b>E0</b>	500.000	500.000	500.000	-	-	-
<b>E1</b>	506.461	519.117	492.362	0.002	0.003	0.000
<b>E3</b>	458.741	499.565	492.055	0.003	0.003	0.001
<b>E4</b>	486.826	471.440	502.823	0.004	0.003	0.003
<b>E6</b>	497.610	458.615	507.172	0.005	0.004	0.004
<b>E8</b>	517.896	485.930	503.178	0.003	0.004	0.004
<b>E9</b>	499.846	491.808	502.183	0.003	0.003	0.001
<b>E11</b>	491.412	481.992	503.064	0.003	0.003	0.003
<b>E13</b>	506.601	490.149	502.779	0.004	0.003	0.003
<b>E15</b>	491.910	474.820	503.778	0.005	0.004	0.006
<b>E17</b>	503.091	496.462	501.099	0.002	0.002	0.003
<b>S1</b>	489.897	476.793	505.337			
<b>E14</b>	498.052	477.224	503.780			
<b>E16</b>	494.314	471.791	503.815			

**DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA Y  
REPRESENTACIÓN VIRTUAL DE LA IGLESIA DE  
SAN MARTÍN DE ARLUCEA (ÁLAVA)**

*Anexo III: Fichas de Restitución*



EQUIPO DE DOCUMENTACIÓN ARQUITECTÓNICA  
(U.P.V. - E.H.U.)

TRABAJO: **Documentación Geométrica de la Iglesia de Arlucea (Álava)**

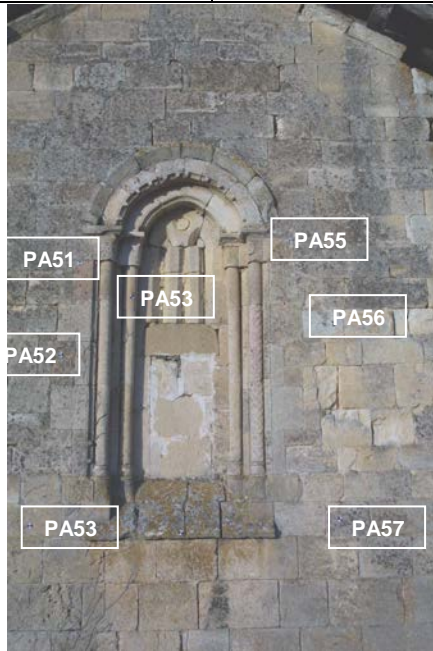
PAR: PAR-1

ALTURA: 5 m

BASE: 0.5 m

OBJETIVO: R50

FECHA: 1/02/2002



PUNTOS DE APOYO

PUNTO	X	Y	Z	PUNTO	X	Y	Z
PA51	490.253	470.015	509.521				
PA52	490.361	469.938	508.067				
PA53	490.102	470.135	506.773				
PA54	490.844	469.831	509.154				
PA55	492.032	468.653	509.734				
PA56	491.812	468.828	508.338				
PA57	492.363	468.417	506.894				

ENTERRAMIENTOS:

UNIDADES:

NOTAS:

EQUIPO DE DOCUMENTACIÓN ARQUITECTÓNICA  
(U.P.V. - E.H.U.)

TRABAJO: **Documentación Geométrica de la Iglesia de Arlucea (Álava)**

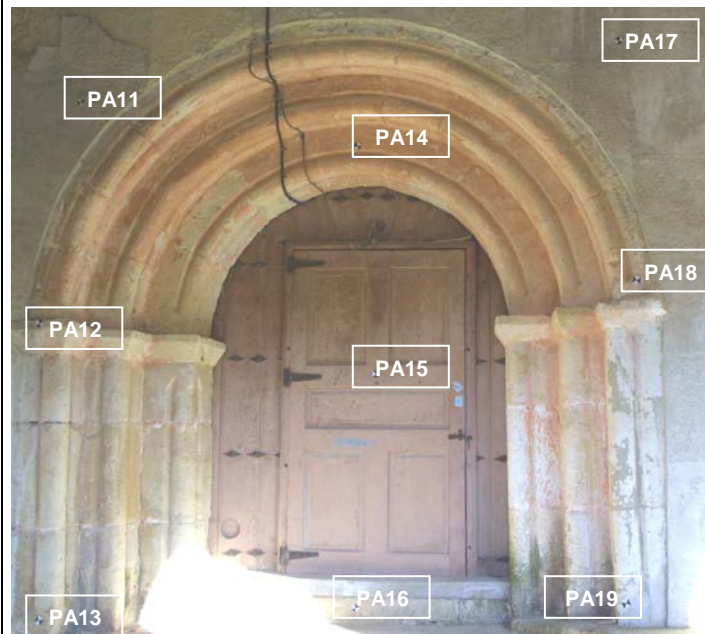
PAR: PAR-2

ALTURA: 5 m

BASE: 1 m

OBJETIVO: R50

FECHA: 1/02/2002



PUNTOS DE APOYO

PUNTO	X	Y	Z	PUNTO	X	Y	Z
PA11	502.07	493.206	505.355				
PA12	502.14	493.321	504.171				
PA13	502.156	493.253	502.691				
PA14	501.663	491.784	505.221				
PA15	501.848	491.572	503.962				
PA16	501.78	491.715	502.683				
PA17	500.515	490.842	505.6				
PA18	500.507	490.791	504.351				
PA19	500.573	490.85	502.808				

ENTERRAMIENTOS:

UNIDADES:

NOTAS:



EQUIPO DE DOCUMENTACIÓN ARQUITECTÓNICA  
(U.P.V. - E.H.U.)

TRABAJO: Documentación Geométrica de la Iglesia de Arlucea (Álava)

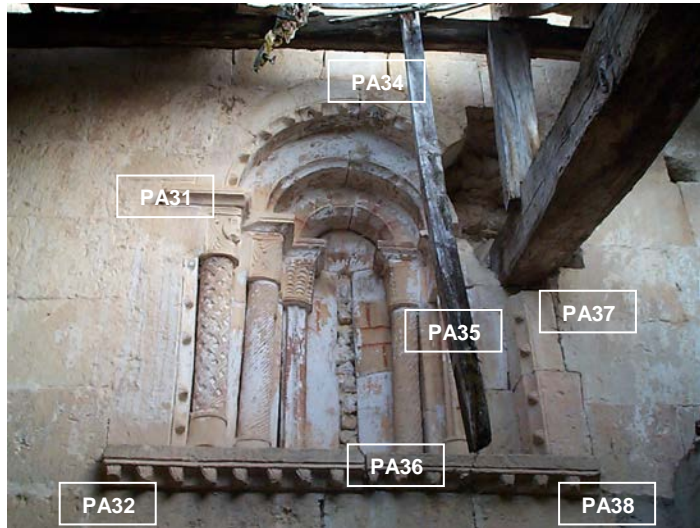
PAR: PAR-3

ALTURA: 5 m

BASE: 1 m

OBJETIVO: R50

FECHA: 1/02/2002



PA32

PA39

PUNTOS DE APOYO

PUNTO	X	Y	Z	PUNTO	X	Y	Z
PA31	492.108	477.764	507.450				
PA32	492.097	477.844	506.112				
PA33	492.202	477.816	504.811				
PA34	491.626	477.039	507.840				
PA35	491.632	476.639	506.871				
PA36	491.665	477.105	505.850				
PA37	491.235	476.472	506.802				
PA38	491.154	476.494	506.082				
PA39	491.245	476.484	504.917				

ENTERRAMIENTOS:

UNIDADES:

NOTAS:

**DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA Y  
REPRESENTACIÓN VIRTUAL DE LA IGLESIA DE  
SAN MARTÍN DE ARLUCEA (ÁLAVA)**

*Anexo IV: Certificado de  
Calibración*



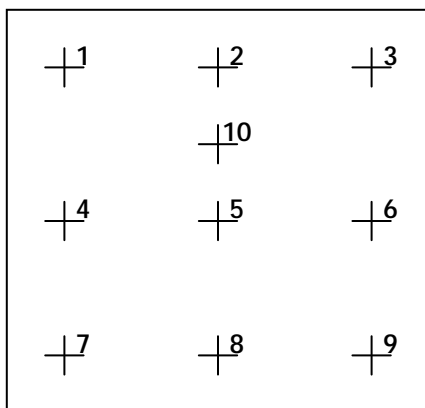
**Certificado de calibración:** Rollei 6006, focal 50 mm

Distorsión radial:  $r \rightarrow 0'9111 \text{ e-2}$   
 $r^3 \rightarrow -0'2401 \text{ e-4}$   
 $r^5 \rightarrow 0'1225 \text{ e-7}$   
 $r^7 \rightarrow -0'1161 \text{ e-11}$

Distorsión asimétrica:  $r \rightarrow 0'1607 \text{ e-4}$   
 $r^3 \rightarrow 0'3832 \text{ e-6}$

Punto principal:  $x \rightarrow 0'000 \text{ mm}$   
 $y \rightarrow 0'000 \text{ mm}$

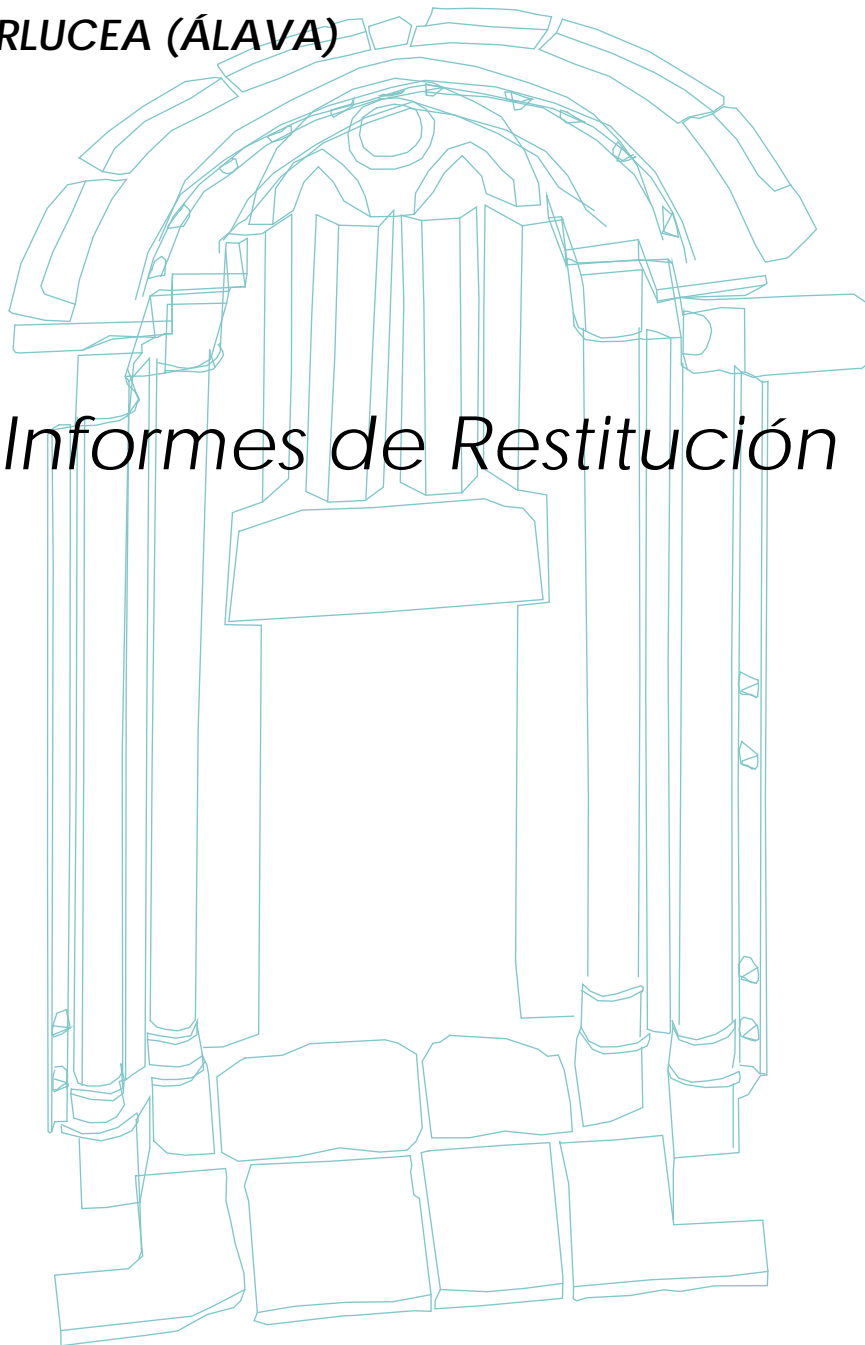
Formato: 55 x 55 mm



Marca	X(mm)	Y(mm)
1	-20'000	20'000
2	0'000	20'000
3	20'000	20'000
4	-20'000	0'000
5	0'000	0'000
6	20'000	0'000
7	-20'000	-20'000
8	0'000	-20'000
9	20'000	-20'000
10	0'000	10'000

**DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA Y  
REPRESENTACIÓN VIRTUAL DE LA IGLESIA DE  
SAN MARTÍN DE ARLUCEA (ÁLAVA)**

*Anexo V: Informes de Restitución*



## Anexo V: Informes de Restitución

%%TM 25 Feb 2002 16:45:42

\*ar\_par-1 par1

Interior Orientation Report

Job name: ar\_par-1  
 Model name: par1  
 Date: 25 Feb 2002  
 Time: 16:45

Left side.

Photo name: 1  
 Orientation: Unrotated  
 Camera: rollei  
 Lens: r50be (focal length = 50.000)  
 Transformation: Linear

	Name	X	Y	X-resid	Y-resid
1		-20.000	20.000	-0.002	-0.011
2		0.000	20.000	0.001	-0.018
3		20.000	20.000	-0.011	-0.013
4		20.000	0.000	0.016	0.008
5		0.000	0.000	0.006	0.008
6		-20.000	0.000	-0.013	0.011
7		-20.000	-20.000	-0.022	0.001
8		0.000	-20.000	0.003	0.015
9		20.000	-20.000	0.016	-0.001
10		0.000	10.000	0.006	0.001

RMS Errors: 0.018

Right side.

Photo name: 2  
Orientation: Unrotated  
Camera: rollei  
Lens: r50be (focal length = 50.000)  
Transformation: Linear

	Name	X	Y	X-resid	Y-resid
1		-20.000	20.000	0.000	-0.006
2		0.000	20.000	0.007	-0.015
3		20.000	20.000	-0.005	-0.010
4		20.000	0.000	0.006	0.005
5		0.000	0.000	-0.003	0.006
6		-20.000	0.000	-0.009	0.006
7		-20.000	-20.000	-0.015	-0.001
8		0.000	-20.000	0.000	0.015
9		20.000	-20.000	0.020	0.000
10		0.000	10.000	-0.002	-0.001

RMS Errors: 0.014

%%TM 25 Feb 2002 17:03:32

\*ar\_par-1 parl

Exterior Orientation Report

Job name: ar\_par-1  
 Model name: parl  
 Date: 25 Feb 2002  
 Time: 17:03  
 Orientation: Absolute

		Left	Right
Camera position:	X	487.699	488.378
	Y	465.526	465.111
	Z	507.011	507.283
Camera orientation:	Omega	107.23653	107.76304
	Phi	-38.59630	-41.37819
	Kappa	11.85923	11.56782

Point	Plate coordinates					Model coordinates							
Point	Name	Left-x	Left-y	Right-x	Right-y	Residual	X	Y	Z	X-resid	Y-resid	Z-resid	
	pa51	-8.158	11.578	-18.680	9.991	-0.002	490.251	470.016	509.521	0.002	-0.001	0.000	pa51
	pa52	-7.594	-1.325	-18.413	-3.714	0.001	490.364	469.944	508.070	-0.003	-0.006	-0.003	pa52
	pa57	16.836	-13.360	6.979	-15.773	-0.003	492.363	468.424	506.894	0.000	-0.007	-0.000	pa57
	pa56	9.774	0.736	0.006	-1.260	0.000	491.811	468.822	508.338	0.001	0.006	0.000	pa56
	pa55	11.880	12.614	2.482	11.117	0.004	492.035	468.650	509.734	-0.003	0.003	-0.000	pa55
	pa54	-2.945	7.560	-12.892	5.846	-0.003	490.841	469.826	509.151	0.003	0.005	0.003	pa54
	Rel Only	-11.009	24.141	-21.398	23.323	0.002							
	Rel Only	24.140	23.930	15.156	22.721	-0.001							
	Rel Only	23.363	-19.636	13.513	-22.063	0.001							
	Rel Only	-8.304	-15.697	-19.562	-19.047	-0.001							
	Rel Only	1.143	-12.185	-9.346	-15.018	0.002							
	Rel Only	0.417	19.527	-9.445	18.338	-0.000							
	Rel Only	3.804	5.110	-5.624	3.383	-0.002							
	Rel Only	-5.514	-10.516	-16.438	-13.445	-0.001							
	Rel Only	7.041	-6.771	-2.956	-9.145	0.001							

RMS Errors:

0.002

0.007

%%TM 5 Feb 2002 13:37:11

\*ar\_par-2 parl

Interior Orientation Report

Job name: ar\_par-2  
 Model name: parl  
 Date: 5 Feb 2002  
 Time: 13:37

Left side.

Photo name: 1  
 Orientation: Unrotated  
 Camera: rollei  
 Lens: r50be (focal length = 50.000)  
 Transformation: Linear

	Name	X	Y	X-resid	Y-resid
1		-20.000	20.000	0.010	-0.006
2		0.000	20.000	-0.008	0.008
3		20.000	20.000	-0.002	0.015
4		20.000	0.000	-0.007	0.000
5		0.000	0.000	-0.001	0.002
6		-20.000	0.000	0.014	0.001
7		-20.000	-20.000	0.007	-0.003
8		0.000	-20.000	-0.005	-0.011
9		20.000	-20.000	-0.010	-0.014
10		0.000	10.000	0.001	0.009

RMS Errors: 0.013



Right side.

Photo name: 2  
Orientation: Unrotated  
Camera: rollei  
Lens: r50be (focal length = 50.000)  
Transformation: Linear

	Name	X	Y	X-resid	Y-resid
1		-20.000	20.000	0.013	-0.000
2		0.000	20.000	-0.002	0.010
3		20.000	20.000	-0.007	0.016
4		20.000	0.000	-0.015	-0.005
5		0.000	0.000	-0.000	0.002
6		-20.000	0.000	0.018	-0.001
7		-20.000	-20.000	0.007	0.000
8		0.000	-20.000	-0.007	-0.017
9		20.000	-20.000	0.001	-0.012
10		0.000	10.000	-0.007	0.008

RMS Errors: 0.015

%%TM 5 Feb 2002 13:51:13

\*ar\_par-2 par1

Exterior Orientation Report

Job name: ar\_par-2  
 Model name: par1  
 Date: 5 Feb 2002  
 Time: 13:51  
 Orientation: Absolute

		Left	Right
Camera position:	X	498.701	498.255
	Y	494.283	493.609
	Z	503.616	503.625
Camera orientation:	Omega	-95.79344	-97.19725
	Phi	-52.36140	-63.08409
	Kappa	176.07300	171.03307

Point	Plate coordinates					Model coordinates							
Point	Name	Left-x	Left-y	Right-x	Right-y	Residual	X	Y	Z	X-resid	Y-resid		
	Z-resid	Name											
pa11		-17.225	22.565	-19.356	19.902	-0.000	502.072	493.208	505.358	-0.002	-0.002	-0.003	pa11
pa12		-19.782	5.443	-20.709	3.775	-0.000	502.133	493.319	504.169	0.007	0.002	0.002	pa12
pa13		-19.566	-16.921	-19.236	-16.794	0.000	502.151	493.249	502.689	0.005	0.004	0.002	pa13
pa16		1.900	-15.033	2.031	-14.799	0.000	501.785	491.710	502.677	-0.005	0.005	0.006	pa16
pa19		22.359	-14.826	22.492	-14.378	-0.000	500.573	490.848	502.810	0.000	0.002	-0.002	pa19
pa18		23.276	6.881	22.251	9.126	0.001	500.506	490.797	504.350	0.001	-0.006	0.001	pa18
pa17		22.516	23.888	20.332	27.439	-0.001	500.514	490.849	505.598	0.001	-0.007	0.002	pa17
pa14		2.446	17.256	0.434	17.515	0.002	501.664	491.786	505.227	-0.001	-0.002	-0.006	pa14
pa15		2.825	1.061	2.401	1.368	-0.002	501.854	491.569	503.964	-0.006	0.003	-0.002	pa15

RMS Errors:

0.002

0.008

%%TM 21 Feb 2002 15:40:36

\*ar\_par-3 parl

Interior Orientation Report

Job name: ar\_par-3  
Model name: parl  
Date: 21 Feb 2002  
Time: 15:40

Left side.

Photo name: 1  
Orientation: Unrotated  
Camera: rollei  
Lens: r50be (focal length = 50.000)  
Transformation: Linear

	Name	X	Y	X-resid	Y-resid
1		-20.000	20.000	0.000	-0.004
2		0.000	20.000	0.002	-0.021
3		20.000	20.000	-0.000	0.000
4		20.000	0.000	0.014	0.007
5		0.000	0.000	0.004	0.005
6		-20.000	0.000	-0.009	0.002
7		-20.000	-20.000	-0.019	-0.002
8		0.000	-20.000	-0.000	0.011
9		20.000	-20.000	0.004	0.008
10		0.000	10.000	0.005	-0.006

RMS Errors: 0.013

Right side.

Photo name: 2  
Orientation: Unrotated  
Camera: rollei  
Lens: r50be (focal length = 50.000)  
Transformation: Linear

	Name	X	Y	X-resid	Y-resid
1		-20.000	20.000	-0.008	-0.007
2		0.000	20.000	0.006	-0.017
3		20.000	20.000	0.000	-0.003
4		20.000	0.000	0.012	-0.000
5		0.000	0.000	-0.002	0.009
6		-20.000	0.000	-0.008	0.004
7		-20.000	-20.000	-0.013	0.001
8		0.000	-20.000	0.012	0.013
9		20.000	-20.000	0.001	0.001
10		0.000	10.000	0.001	-0.001

RMS Errors: 0.013

%%TM 21 Feb 2002 16:45:34

\*ar\_par-3 parl

Exterior Orientation Report

Job name: ar\_par-3  
 Model name: parl  
 Date: 21 Feb 2002  
 Time: 16:45  
 Orientation: Absolute

		Left	Right
Camera position:	X	94.729	93.861
	Y	98.027	97.745
	Z	101.901	101.779
Camera orientation:	Omega	-119.34328	-116.48281
	Phi	-23.91640	-24.89090
	Kappa	165.71820	167.18340

Point	Plate coordinates					Model coordinates						
Point	Name	Left-x	Left-y	Right-x	Right-y	Residual	X	Y	Z	X-resid	Y-resid	
	Z-resid	Name										
pa34		4.128	17.958	-6.112	20.245	-0.000		105.109		0.002	pa34	
pa31		-6.286	14.579	-16.741	16.914	-0.000	96.519	104.723	-0.001	-0.002	-0.003	pa31
pa32		-7.936	-0.316	-20.108	2.539	-0.001	96.545	103.380	-0.001	-0.001	0.002	pa32
pa36		5.072	-4.207	-7.874	-1.199	-0.000	95.831	103.121	0.002	0.005	-0.001	pa36
pa38		16.651	-0.454	3.353	2.286	0.002	95.107	103.353	-0.002	-0.001	-0.000	pa38
pa37		14.301	7.698	2.524	10.112	-0.000	95.170	104.074	-0.001	0.000	-0.001	pa37
pa35		8.855	6.710	-2.082	9.170	0.002	95.597	104.141	0.002	-0.001	0.001	pa35
Rel Only		-13.860	15.262	-24.030	17.606	0.002						
Rel Only		9.763	18.245	-0.516	20.519	-0.000						
Rel Only		18.717	-18.983	3.201	-14.857	-0.001						
Rel Only		-9.401	-21.644	-23.113	-17.057	0.001						
Rel Only		3.304	4.179	-6.597	6.743	-0.005						
Rel Only		2.257	14.602	-7.729	16.929	0.002						
Rel Only		-3.763	6.066	-15.051	8.607	-0.002						

RMS Errors:

0.002

0.004

**DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA Y  
REPRESENTACIÓN VIRTUAL DE LA IGLESIA DE  
SAN MARTÍN DE ARLUCEA (ÁLAVA)**

*Anexo VI: Descripción de un Visor  
VRML*



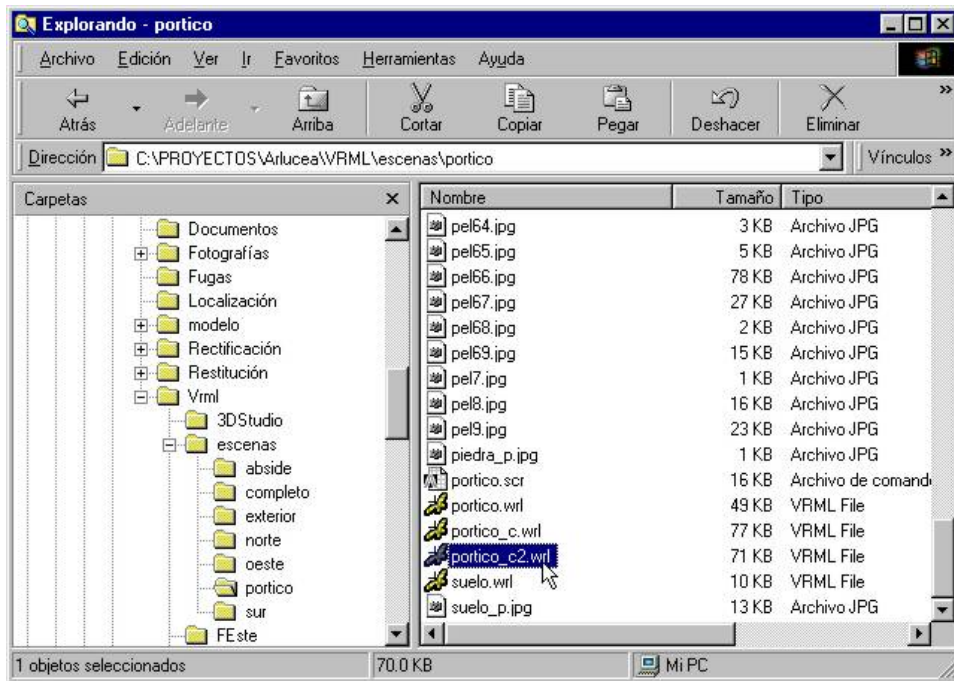
## Anexo VI: Descripción de un Visor VRML

En el cd, junto al modelo virtual, se ha incluido un visualizador VRML, existe una gran variedad de visualizadores, la mayoría de ellos se pueden descargar de forma gratuita por internet, concretamente, se ha incluido el Cortona v. 3.1. debido a su fácil manejo y reducido tamaño (1'3 Mb), algunas direcciones donde se pueden conseguir son:

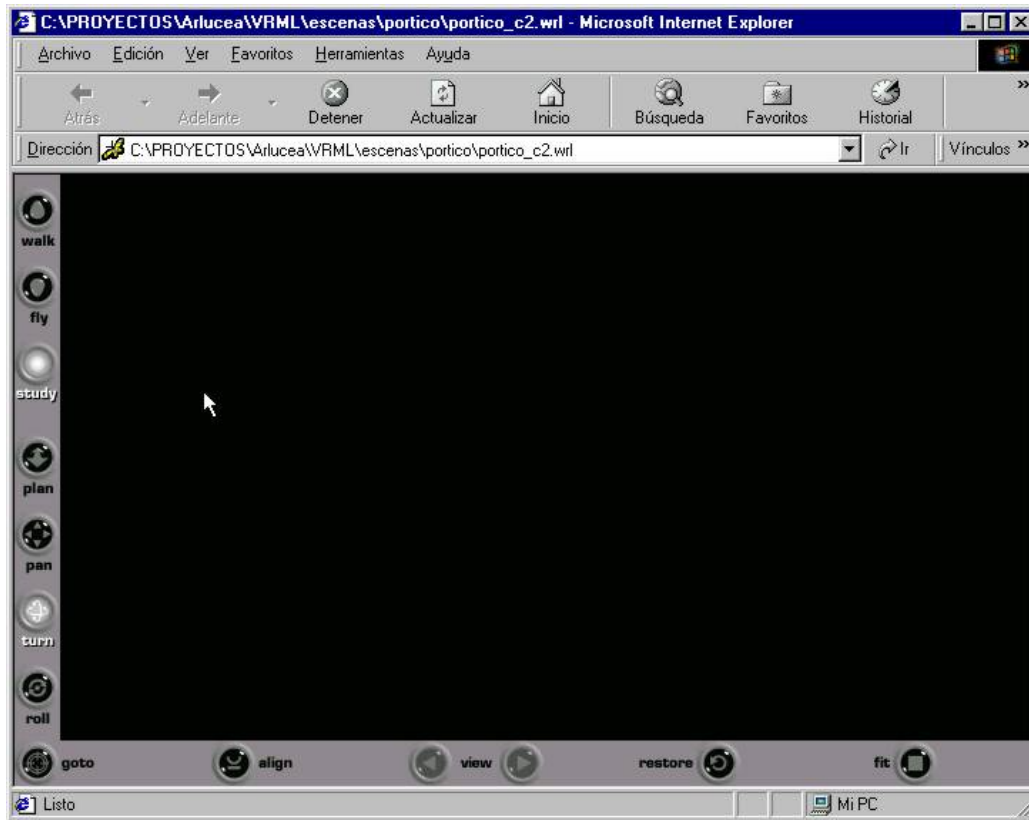
- Cortona: <http://www.parallelgraphics.com>
- Cosmo: <http://www.karmanaut.com/cosmo/player>
- Atmosphere: <http://www.adobe.com>
- FreeWRL (Linux): <http://www.crc.ca/FreeWRL>

El objetivo de estas páginas es dar una referencia básica para poder manejarse en las escenas VRML aparte de la documentación que proporcionan los propios visualizadores.

Una vez instalado el correspondiente visor, los archivos con extensión .wrl se convierten en ejecutables, al hacer "doble-click" sobre ellos, se abrirá una ventana del navegador de internet que tengamos por defecto y se empezará a cargar la escena.



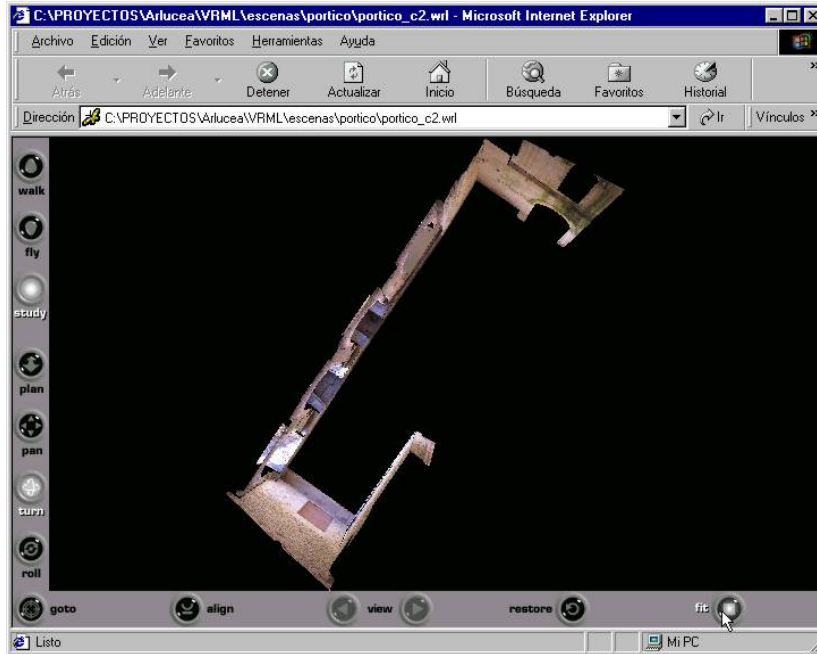
El aspecto del visor es el siguiente:



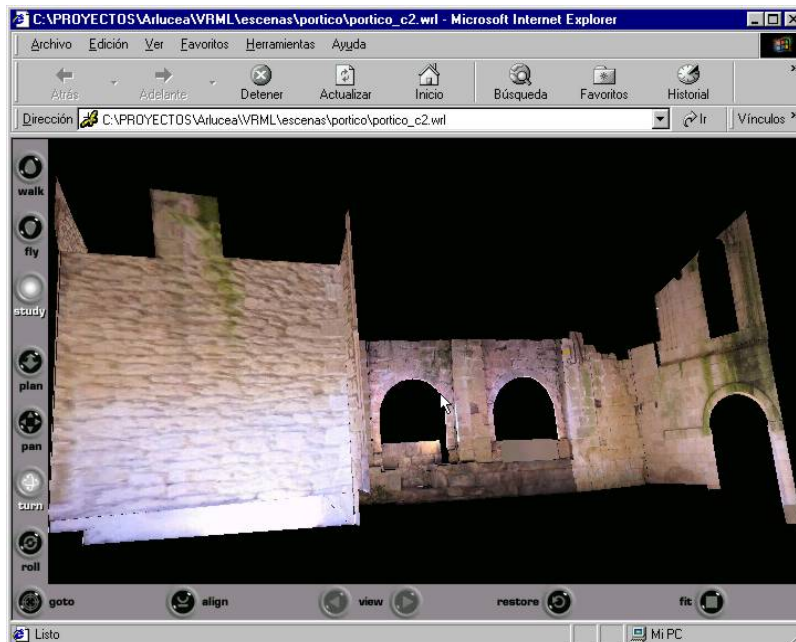
En la parte izquierda se ven una serie de botones, los tres de arriba indican el modo en que nos queremos desplazar ("walk": andar, "fly" volar y "study" si lo que queremos es desplazar la escena quedándonos quietos, normalmente este último es el más adecuado), los cuatro siguientes definen cual es el movimiento que se va a realizar ("plan": acercarse o alejarse, "pan" desplazar la imagen, "turn" girar y "roll" rotar), cualquier movimiento se realiza pinchando sobre la zona de imagen y moviendo el ratón manteniendo el botón pulsado (el punto en el que se pincha es el que utiliza como referencia para girar, acercarse, ... por lo que hay que elegir correctamente entre los elementos de la escena).



De los botones de la parte inferior, "goto" sirve para acercarse a un punto concreto (se marca sobre la imagen), "restore" permite volver a la situación inicial y "fit" encuadra toda la escena en el campo de visión. Precisamente, como las escenas generadas están en coordenadas objeto y, por defecto, los visores "miran" a las coordenadas 0,0,0, lo primero que hay que hacer es encuadrar la escena (también cuando debido a un movimiento brusco, saquemos la escena fuera del campo de visión).



Inicialmente, veremos una visión en planta, pero utilizando los controles, podemos modificar el punto de vista interactivamente.



**DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA Y  
REPRESENTACIÓN VIRTUAL DE LA IGLESIA DE  
SAN MARTÍN DE ARLUCEA (ÁLAVA)**

*Anexo VII: Versiones del Modelo  
Virtual*



## **Anexo VII: Versiones del Modelo Virtual**

Se presentan varios archivos con diferentes partes del edificio, en el Cd adjunto:

- Exterior: incluye las fachadas exteriores del edificio.
  - **exterior.wrl** → sólo fotografías rectificadas.
  - **exterior\_c.wrl** → fotografías rectificadas completando las zonas vacías e incluyendo tejados.
  - **exterior\_c4.wrl** → fotografías rectificadas completando las zonas vacías, tejados y entorno.
  
- Pórtico: incluye el modelo del interior del primer tramo de la galería.
  - **portico.wrl** → sólo fotografías rectificadas.
  - **portico\_c2.wrl** → fotografías rectificadas, zonas vacías y suelo.
  
- Completo: fachadas exteriores y pórtico.
  - **completo.wrl** → sólo fotografías rectificadas.

Además se incluye el modelo de la ermita de Larrauri (Urarte).



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

