



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA,
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

APRENDIZAJE-SERVICIO: CREACIÓN DE PORTAL WEB Y VISITA VIRTUAL MEDIANTE UNITY DEL REFUGIO ANTIAÉREO DEL AYUNTAMIENTO DE VALÈNCIA

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y GEOINFORMACIÓN

ALUMNO: Josep Mas Bolufer

TUTOR: José Luis Lerma García

Curso Académico 2018/2019

VALÈNCIA, JULIO DE 2019

"El presente documento ha sido realizado completamente por el firmante; no ha sido entregado como otro trabajo académico previo y todo el material tomado de otras fuentes ha sido convenientemente entrecomillado y citado su origen en el texto, así como referenciado en la bibliografía"

Firmado: Josep Mas Bolufer

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis padres, a mi hermano Àngel y a mi amiga Adela por todo el apoyo mostrado durante el transcurso del proyecto, así como al resto de amigas que también me han ofrecido su ayuda y consejo siempre que lo he necesitado.

Agradecer a mis compañeras de máster por estos dos años juntos, un placer haberos conocido.

Dar las gracias también a los técnicos del Ayuntamiento, por su esfuerzo por contribuir en este proyecto y ofrecerme la posibilidad de realizarlo.

Y finalmente, agradecer a mi tutor José Luis Lerma por toda la ayuda prestada y estar siempre disponible cuando necesitaba asesoramiento en el trabajo.



RESUMEN

El presente Trabajo Fin de Máster (TFM) pretende explicar el proceso seguido para la obtención de un portal web que incluye una visita virtual del Refugio Antiaéreo del Ayuntamiento de València. Este trabajo se ha realizado siguiendo la metodología aprendizaje-servicio, por lo que es fruto de una colaboración con el Ayuntamiento de València.

Durante la Guerra Civil, València se estableció como capital de la República, y por ello era constantemente bombardeada por la aviación fascista italiana. Para proteger a la población se construyeron refugios por la ciudad, existiendo cinco tipologías distintas. El Refugio Antiaéreo del Ayuntamiento de València fue construido por José Luis Testor en 1938 para proteger a los 700 alumnos que formaban parte del Grupo Escolar del actual Ayuntamiento.

Se han realizado 37 escaneados con el láser escáner Trimble TX6 para obtener la totalidad del refugio y el pasillo del Ayuntamiento en forma de nube de puntos. A partir de los datos extraídos con Trimble RealWorks, se ha realizado un mallado y texturizado en 3DReshaper para obtener el modelo final, a partir del cual se trabaja para la realización con Unity de un entorno visitable. El resultado del videojuego creado con Unity se exporta a HTML para añadirlo en una web creada y publicada en la Universitat Politècnica de València. El resultado del TFM se puede visitar en la dirección web <http://refugivalencia.webs.upv.es>

PALABRAS CLAVE

Aprendizaje-servicio (ApS); escaneado láser terrestre; modelado 3D; refugio; desarrollo web

RESUM

El present Treball Fi de Màster (TFM) pretén explicar el procés seguit per a l'obtenció d'un portal web que inclou una visita virtual del Refugi Antiaeri de l'Ajuntament de València. Aquest treball s'ha realitzat seguint la metodologia aprenentatge servei, per la qual cosa és fruit d'una col·laboració amb l'Ajuntament de València.

Durant la Guerra Civil, València es va establir com a capital de la República, i per això era constantment bombardejada per l'aviació feixista italiana. Per a protegir a la població es van construir refugis per la ciutat, existint cinc tipologies diferents. El Refugi Antiaeri de l'Ajuntament de València va ser construït per José Luis Testor en 1938 per a protegir als 700 alumnes que formaven part del Grup Escolar de l'actual Ajuntament.

S'han realitzat 37 escanejats amb el làser escàner Trimble TX6 per a obtenir la totalitat del refugi i el corredor de l'Ajuntament en forma de núvol de punts. A partir de les dades extretes amb Trimble RealWorks, s'ha realitzat un mallat i texturitzat en 3DReshaper per a obtenir el model final, a partir del qual es treballa per a la realització amb Unity d'un entorn visitable. El resultat del videojoc creat amb Unity s'exporta a HTML per a afegir-ho en una web creada i publicada a la Universitat Politècnica de València. El resultat del TFM es pot visitar en l'adreça web <http://refugivalencia.webs.upv.es>

PARAULES CLAU

Aprenentatge-servei (ApS); escanejat làser terrestre; modelat 3D; refugi; desenvolupament web

ABSTRACT

The present Master's Thesis aims to explain the process followed to obtain a web portal that includes a virtual visit of the Anti-Aerial Refuge of the València City Council. This work has been done following the learning service methodology, so it is the result of a collaboration with the City of Valencia.

During the Civil War, València was established as the capital of the Republic, and for that reason it was constantly bombarded by the Italian fascist aviation. To protect the population, refuges were built around the city, with five different types. The Anti-aerial Refuge of the Valencia City Hall was built by José Luis Testor in 1938 to protect the 700 students who were part of the School Group of the current City Council.

37 scans were performed with the Trimble TX6 laser scanner to obtain the entire refuge and hall of the City Hall in the form of a point cloud. From the data extracted with Trimble RealWorks, meshing and texturing was done in 3DReshaper to obtain the final model, from which work is carried out for the development with Unity of a visitable environment. The result of the video game created with Unity is exported to HTML to add it in a website created and published at the Universitat Politècnica de València. The result of the Master's Thesis can be visited at the web address <http://refugivalencia.webs.upv.es>

KEYWORDS

learning service; terrestrial laser scanning; 3D modelling; refuge; web development

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Plano impactos y refugios - Fuente: propia, foto del plano existente en el pasillo del Ayuntamiento.....	2
Figura 2. Estado anterior del refugio - Fuente: (La vanguardia)	3
Figura 3. Trimble TX6	6
Figura 4. Ubicación escaneados sobre nube de puntos.....	7
Figura 5. Organigrama del trabajo	9
Figura 6. Vista del corredor mayor del Refugio	10
Figura 7. Plano ubicaciones aproximadas de los escaneados a realizar	11
Figura 8. Trimble TX6 ubicado dentro del Refugio.....	12
Figura 9. Esferas de referencia utilizadas en el décimo escaneado	12
Figura 10. Ubicación láser escáner en las escaleras de acceso al Refugio.....	13
Figura 11. Nubes de puntos sin registrar en Trimble RealWorks.....	14
Figura 12. Modos de registro de Trimble RealWorks.....	15
Figura 13. Proceso de registro de nubes de puntos.....	15
Figura 14. Informe de errores estación 1.....	16
Figura 15. Nube de puntos completa.....	17
Figura 16. Logotipo 3DReshaper - Fuente: 3DReshaper	17
Figura 17. Limpieza nube de puntos con 3DReshaper	18
Figura 18. Importación nube de puntos en CloudCompare.....	19
Figura 19. Cálculo normales CloudCompare	19
Figura 20. Parámetros transformación nube de puntos a malla	21
Figura 21. Malla obtenida del Refugio	21
Figura 22. Herramientas edición de malla de 3DReshaper	22
Figura 23. Opciones relleno de orificios 3DReshaper	23
Figura 24. Herramienta Limpiar/Separar 3DReshaper.....	24
Figura 25. Limpieza triángulo a triángulo.....	24
Figura 26. Opciones de la herramienta Limpiar/Separar	25
Figura 27. Barra herramientas Imagen	25
Figura 28. Fotografía adquirida por el láser escáner en la estación 11	26
Figura 29. Selección puntos homólogos.....	26
Figura 30. Aplicación de textura a partir de foto	27
Figura 31. Ajustar texturas	27
Figura 32. Texturas ajustadas.....	27
Figura 33. Creación proyecto Unity.....	29
Figura 34. Configuración modelo del Refugio en Unity	29
Figura 35. Pantalla principal de Unity con el Refugio texturizado	30
Figura 36. Propiedades del asset First Person All-in-one - Fuente: (Unity Asset Store)	30
Figura 37. Personaje ubicado en la visita	31
Figura 38. Propiedades Capsule Collider del personaje	31
Figura 39. Propiedades ratón y movimiento del personaje.....	32
Figura 40. Propiedades cámara del personaje	33
Figura 41. Vista en primera persona del resultado de la visita	33
Figura 42. Plantilla Loader - Fuente: (Unity Asset Store)	34
Figura 43. Plantilla inicio modificada	34
Figura 44. Función On Click () del botón Entrar	34
Figura 45. Parámetros configuración para la exportación de la visita en WebGL	35

Figura 46. Ejemplo View State del Refugio en ReCap Pro.....	36
Figura 47. Edición de vídeo en Final Cut Pro para Mac.....	37
Figura 48. Aspecto vídeo visita en YouTube.....	37
Figura 49. Plantilla Art Museum - Fuente: (Colorlib)	38
Figura 50. Vista página inicio en escritorio (izq.) y versión móvil (dcha.)	39
Figura 51. Vista de la sección historia	39
Figura 52. Vista de la sección Galería	40
Figura 53. Funcionamiento hover sección Proceso.....	41
Figura 54. Pop up Procesos	41
Figura 55. Vista de la sección Créditos.....	42
Figura 56. Código video-responsive	43
Figura 57. Aspecto pantalla inicio visita Unity	43
Figura 58. Función JS reconocimiento dispositivo de acceso	44
Figura 59. Diferencias entre visita virtual para escritorio (izq.) y para dispositivo móvil (dcha.)45	
Figura 60. Código Google Analytics.....	46
Figura 61. Ortoimagen del refugio por la sección longitudinal mayor	46
Figura 62. Digitalización contornos	47
Figura 63. Personas sentadas en el banco del Refugio	47
Figura 64. Parte de la sección del Refugio texturizada en Adobe Photoshop	48
Figura 65. Fachada posterior del Ayuntamiento a partir de valores de intensidad de la nube de puntos	48
Figura 66. Página principal servidor Plesk donde se aloja la web.....	50
Figura 67. QR web refugivalencia.....	50

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de escaneo Trimble TX6 - Fuente: Ficha técnica Trimble	6
Tabla 2. Gastos de personal	51
Tabla 3. Gastos software y material.....	52
Tabla 4. Gastos totales	52
Tabla 5. Gastos + Beneficios e IVA	52

ÍNDICE

1.	Introducción	1
1.1.	Histórica	1
1.2.	Tecnológica.....	3
1.3.	Aprendizaje-servicio.....	4
2.	Objetivos	5
3.	Instrumentación.....	6
4.	Datos	7
5.	Metodología.....	8
5.1.	Proceso.....	8
5.2.	Planteamiento del proyecto al Ayuntamiento.....	10
5.3.	Escaneado láser terrestre del Refugio	11
5.4.	Obtención del modelo 3D	14
5.4.1.	Unión nubes de puntos con Trimble RealWorks.....	14
5.4.2.	Tratamiento de datos con 3DReshaper	16
5.4.3.	Nube de puntos a malla	20
5.4.4.	Reducción de triángulos.....	21
5.4.5.	Llenado de orificios	23
5.4.6.	Limpieza malla y rellenado final.....	24
5.5.	Texturizado.....	25
5.6.	Desarrollo visita virtual Unity.....	28
5.6.1.	Entorno Unity	28
5.6.2.	Creación proyecto e importación del modelo	28
5.6.3.	Movimiento y cámara en primera persona.....	30
5.6.4.	Pantalla inicio	33
5.6.5.	Exportación a WebGL.....	35
5.7.	Desarrollo vídeo visita virtual.....	36
5.8.	Desarrollo web	38
5.8.1.	Elección de plantilla.....	38
5.8.2.	Creación y edición de las secciones	39
5.8.3.	Integración visita en vídeo	43
5.8.4.	Integración visita Unity	43
5.8.5.	Reconocimiento acceso dispositivo móvil desde la pestaña Visita.....	44
5.8.6.	Google Analytics.....	45
5.9.	Creación de planos.....	46
6.	Resultados	49

6.1.	Publicación web y visita	49
6.1.1.	Servicio de publicaciones web avanzado de la UPV.....	49
6.1.2.	Nombre del sitio web y URL.....	50
7.	Presupuesto	51
8.	Conclusiones	53
9.	Referencias.....	54
10.	Cartografía.....	56
10.1.	Plano 1/3: Sección longitudinal del refugio desde el corredor mayor de la construcción.....	56
10.2.	Plano 2/3: Plano de planta	59
10.3.	Plano 3/3: Ubicación del refugio respecto a la fachada de la calle del Arzobispo Mayoral	63
11.	Anexos	67
11.1.	Informe registro Trimble RealWorks.....	67
11.2.	Ejemplo código HTML de la sección Visita virtual.....	88

1. Introducción

1.1. Histórica

Durante la Guerra Civil, València se estableció como capital de la República, y por ello era constantemente bombardeada por la aviación fascista italiana. Fue bombardeada un total de 237 veces, siendo los objetivos principales el puerto y la estación de trenes, principales vías de abastecimiento y transporte de la ciudad. A pesar de ello, algunas bombas también alcanzaban algunos puntos no estratégicos con el objetivo de infundir el miedo entre la población civil.

De todo el bombardeo, uno de los artefactos impactó en el Ayuntamiento, y aunque no llegó a detonar, debido a su propio peso, atravesó el edificio y creó un gran agujero en las escaleras principales que, a pesar de las reparaciones, aún se puede intuir hoy día.

Esta situación no era segura para la población, que debía protegerse de los bombardeos, y para ello se crearon más de 250 refugios, que según narra el libro *Tempesta de ferro: els refugis antiaeris a València*, “la construcción de refugios en València para proteger a la población contra los bombardeos se inició poco después del golpe de estado y se mantuvo hasta unos días antes del fin de la guerra. Inicialmente, se adaptaron sótanos y bajos mientras se empezaban a edificar refugios exprofeso” (Ajuntament de València. Regidoria de Patrimoni Cultural i Recursos Culturals, 2017).

Se crearon refugios de cinco tipologías distintas según el uso al que estaban destinados: públicos o de distrito, escolares, de fábricas y talleres, gubernamentales y particulares.

La mayoría de ellos se concentraban en el centro de la ciudad, donde mayor cantidad de impactos había, tal como se puede comprobar en la *Figura 1*. En el puerto también había un gran número de impactos de bombas, ya que en esta zona había ataques tanto por aire como por mar, siendo estos últimos más difíciles de prevenir debido a la gran distancia a la que podían lanzar las bombas los buques de guerra. En esta área de la ciudad existían muy pocos refugios debido a la dificultad de construirlos por culpa del nivel freático de la zona, por lo cual la gente debía huir a los campos cuando sonaban las sirenas y esperar tirados en el suelo a que pasara el bombardeo para poder volver a sus hogares.

Entre enero y julio de 1938 se construyó el del Grupo Escolar ubicado en el actual Ayuntamiento de València, debajo del salón de plenos, con capacidad para 700 alumnos.

“El arquitecto fue José Luis Testor Gómez, uno de los tres que firmó la mayoría de refugios antiaéreos de la ciudad (junto a Luis Costa Serrano y Antonio Gómez Davo). Testor Gómez también es el autor de los refugios del Instituto Lluís Vives (donde se solicitó que se habilitara un museo sobre la guerra civil) y el de los grupos escolares, ya demolidos, de Octubre y de Quart extramuros o el colegio Cervantes” (Ballester, 2007).

Según narra Navarro para eldiario.es sobre el estado original del refugio, “la infraestructura era subterránea y tenía retretes y baños con un pozo seco. Además, contaba con una sala de máquinas cuyo objetivo era hacer circular el aire del exterior” (Navarro Castelló, 2017).



Figura 1. Plano impactos y refugios - Fuente: propia, foto del plano existente en el pasillo del Ayuntamiento

El refugio estaba formado por cinco naves con bancos corridos y con dos accesos simétricos. Las paredes estaban pintadas según el nivel de protección que la zona de la construcción representaba, de este modo, las entradas y escaleras eran de color rojo, indicando la peligrosidad y el riesgo que en ellas existía de recibir el impacto de la posible metralla. En el interior, predominaba el color azul en las paredes, indicando que la zona era segura y que se encontraban fuera de peligro.

Una vez finalizada la guerra, estos refugios dejaron de ser útiles y se utilizaron para múltiples actividades, como el refugio de la calle Serranos que se utilizó como casal fallero. En la actualidad, muchos siguen destinados a otros usos o se encuentran directamente tapiados y sin posibilidad de acceso.

En el caso del refugio del Ayuntamiento, este permaneció en el olvido durante los últimos años, siendo utilizado como almacén municipal (Figura 2), hasta que en el año 2016 el gobierno de la ciudad decide restaurar este refugio y el de la calle Serranos para abrirlos a la ciudadanía, hecho que ocurre en 2017.

En la actualidad, la visita a estos monumentos es gratuita y para ello únicamente es necesario llamar por teléfono para concertar una visita. No obstante, gran parte de la población, tanto de la ciudad como de fuera de esta, sigue desconociendo su existencia, es por ello que se cree conveniente poder hacer este monumento más accesible a la sociedad, creando para ello un visor web que permita realizar una visita virtual que incremente el conocimiento de este en la población.



Figura 2. Estado anterior del refugio - Fuente: (La vanguardia)

1.2. Tecnológica

Es importante poder conservar el patrimonio cultural para que perdure en el tiempo, para ello se utilizará el escáner láser, una de las técnicas más ampliamente utilizada en trabajos de documentación y conservación de patrimonio en todo el mundo. Buena prueba de ello es el artículo (Abmayr, Härtl, Reinköster, & Fröhlich, 2005), en el que los autores coinciden en afirmar que “Los escáneres láser se utilizan cada vez más como instrumentos para diversas tareas en la conservación del patrimonio cultural. Especialmente los edificios antiguos y los sitios arqueológicos son relevantes para ofrecer una variedad de aplicaciones”. Es necesaria la intervención utilizando técnicas de escaneado láser y fotogrametría para conservar el patrimonio, ya que ofrece multitud de aplicaciones, como es el caso de la digitalización del castillo de Neuschwanstein y su posterior modelado tridimensional.

Otro ejemplo más próximo en distancia y tiempo se encuentra en el artículo (Lerma, Navarro, Cabrelles, & Villaverde, 2010), en él, los autores evidencian que “Si se requiere un monitoreo del estado de conservación, esta tarea debe realizarse antes de la intervención, durante y después de la finalización de los trabajos de forma repetitiva”. Por tanto, queda patente que se deberían utilizar estas técnicas para la conservación patrimonial, no obstante, este no debe ser un proceso que se aplique una única vez, sino que se debería realizar según se van produciendo los cambios en un proceso de conservación.

La construcción de los refugios se realizaba para soportar el impacto de las bombas, por ello, sus formas eran abovedadas, transfiriendo de este modo toda la carga sobre el suelo y dificultando su derrumbe, por tanto, este tipo de técnicas de digitalización 3D también se utiliza para efectuar los cálculos de soporte de carga que tiene la estructura, pudiendo realizar todo ello sin resultar una técnica invasiva, tal como documentan Riveiro y sus colegas de las Universidades de Navarra y de Vigo en su artículo (Riveiro, Morer, Arias, & De Arteaga, 2011), “La tecnología de escaneado láser terrestre es el mejor ejemplo de los avances tecnológicos en técnicas geomáticas para medir la geometría tridimensional de objetos sin hacer contacto directo con ellos”

Finalmente, tal como se detalla en el artículo (Mañana-Borrazás, Paz, & Blanco-Rotea, 2008) publicado en la revista *Arqueología de la Arquitectura*, este tipo de técnicas supone un gran avance en tiempo y calidad respecto a los métodos tradicionales para la documentación del patrimonio cultural, “Las ventajas son notables respecto los métodos que habíamos empleado con anterioridad (estación total, dibujo a escala con medidas de cinta métrica), especialmente en términos de la agilidad de la captura de los datos en campo y la definición y detalle del registro obtenido, pero también en los propios productos que se obtienen de manera directa de este uso, en la rentabilidad a nivel de análisis de este registro y los productos finales que se pueden presentar.”

1.3. Aprendizaje-servicio

Este TFM apuesta por la metodología de trabajo de aprendizaje-servicio, que tal y como indica la fundadora de la Red Española de Aprendizaje-Servicio, Roser Batlle, “el aprendizaje-servicio es un método para unir el aprendizaje con el compromiso social” (Batlle, 2019).

En su sitio web, la autora indica que el verdadero éxito en la educación no consiste únicamente en el currículum personal, sino que consiste en formar buenos ciudadanos que sean capaces de mejorar la sociedad. Además, resalta que el aprendizaje mediante este método es uno de los más eficaces, razón por la cual los y las estudiantes encuentran una aplicación práctica con sentido a sus conocimientos y habilidades formando parte de una práctica solidaria.

El mismo documento ofrece una definición más completa respecto al Aprendizaje-Servicio, de este modo, según indica el Centre Promotor d'Aprenentatge Servei: “El aprendizaje-servicio es una propuesta educativa que combina procesos de aprendizaje y de servicio a la comunidad en un solo proyecto bien articulado donde los participantes aprenden al trabajar en necesidades reales del entorno con la finalidad de mejorarlo”.

Por tanto, trabajando bajo esta metodología, el alumno aprende a desarrollar sus capacidades profesionales ofreciendo un servicio al organismo de forma desinteresada para realizar un trabajo que sea útil a la sociedad o al organismo o entidad para el que se hace este. Se pretende mejorar las capacidades adquiridas durante el transcurso del máster en el uso del láser escáner, la documentación del patrimonio y la programación centrada en el ámbito del desarrollo web.

Por su parte, el Ayuntamiento recibe un producto que puede distribuir libremente entre la ciudadanía en forma de página web, así como una representación de la realidad del refugio en formato nube de puntos y malla con la cual poder realizar los estudios que puedan considerar necesarios, además de garantizar la persistencia a lo largo del tiempo del estado actual de la construcción.

2. Objetivos

El objetivo del presente proyecto es la puesta en valor del refugio escolar existente en el Ayuntamiento de València y que en 2017 fue abierto al público para su visita, creando para ello una página web que explicará la historia del refugio del Ayuntamiento y la existencia de otros refugios, el proceso que se ha seguido para su restauración y permitir la realización de una visita virtual desde cualquier dispositivo con una conexión a internet sin la necesidad de acudir presencialmente al lugar.

En primer lugar, se realizará una visita a modo de videojuego en primera persona mediante el motor de videojuegos de Unity para su acceso desde ordenadores. En segundo lugar, se realizará una visita para su acceso desde cualquier dispositivo, ya sea un ordenador o un dispositivo móvil, a modo de video ambientado en la época de la Guerra Civil.

Sendas visitas se crearán a partir del resultado de escanear el refugio, en formato nube de puntos para el tour en formato video, y transformando el resultado a un objeto sólido texturizado para el videojuego con Unity.

De este modo se consigue ampliar el conocimiento de la existencia del refugio entre la población y se ofrece por tanto una mejora en la publicidad de este y al mismo tiempo, permite la visita a quien no pueda acudir presencialmente al lugar.

Este proyecto se desarrollará bajo la metodología aprendizaje servicio, de este modo, el Ayuntamiento obtiene un producto que distribuir y promocionar, además de obtener un producto topográfico de gran precisión que permitirá conservar el lugar siempre con su aspecto actual y realizar los estudios que se consideren, y el alumno conseguirá en primera instancia, mejorar sus conocimientos sobre el trabajo con el láser escáner y la documentación del patrimonio arquitectónico, en segundo lugar, se mejoraran los conocimientos de programación en HTML, CSS y JavaScript, además de aprender nuevas metodologías con gran presencia en la actualidad, como es la creación de videojuegos con el motor de Unity y su publicación en un sitio web.

3. Instrumentación

El escaneado del refugio y los pasillos de acceso a este se han realizado con el Trimble TX6, propiedad del Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría, de la Universitat Politècnica de València.

“El Trimble TX6 proporciona un campo de visión de 360° x 317°. El tiempo de escaneo típico es de tan solo 3 minutos para capturar 34 millones de puntos, o de 6 minutos para capturar 138 millones de puntos. El Trimble TX6 mantiene su alta precisión en todo su alcance de 80 m sin necesidad de reducir la velocidad. Y, además, está disponible con una actualización opcional que aumenta el alcance a 120 m” (Trimble, 2019), como es el caso del escáner láser utilizado

Se trata de un escáner de espejo rotativo vertical sobre una base rotativa horizontal capaz de obtener hasta 500000 puntos/s con un ruido menor de 2mm en la mayoría de las superficies.

El alcance mínimo del láser es de 0.6 m y la longitud de la onda láser es de 1.6 μm , invisible y de clase 1 con protección de los ojos, por lo que se puede trabajar en zonas muy concurridas sin causar daños en la vista de las personas.

Los parámetros completos de escaneado se pueden observar en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Parámetros de escaneo Trimble TX6 - Fuente: Ficha técnica Trimble

Parámetros de escaneo	Vista preliminar	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Alcance máximo	80/120m	80/120m	80/120m	80/120m
Duración escaneado (minutos)	2:00	3:00	5:00	19:00
Espaciamiento entre puntos a 10m	15.1mm			
Espaciamiento entre puntos a 30m		22.6mm	11.3mm	5.7mm
Espaciamiento entre puntos a 300m				
Número de puntos	8.7 Mpts	34 Mpts	138 Mpts	555 Mpts

“Para colorear los escaneados, se dispone de una cámara integrada capaz de tomar imágenes HDR completas de todo el campo de visión en tan solo dos minutos” (Trimble, 2019).

Esta cámara tiene una resolución de 10 megapíxeles y es capaz de obtener el campo de visión completo, lo que permitirá a posteriori texturizar todo el escaneado en una misma fotografía y obtener un modelo fotorrealista.



Figura 3. Trimble TX6

4. Datos

Para la realización de este proyecto, los datos obtenidos son los correspondientes a la realización de 37 escaneados con el Trimble TX6 a distintos niveles de precisión.

Dos de ellos se han ejecutado a Nivel 2, que ofrece un espaciamiento de 11.3 mm a los 30 m, aunque en la zona de estudio las distancias no son superiores a los 10-15 m, por lo tanto, el espaciamiento entre los puntos es menor y suficiente para obtener con suficiente resolución todas las molduras que componen la fachada del Ayuntamiento.

Los 35 escaneados restantes, se han realizado a Nivel 1, que ofrece un espaciamiento entre puntos de 22.6 mm a los 30 m. No obstante, las distancias en las que se ha realizado el proyecto son muy inferiores, del orden de 2-4 m en la mayoría de las estaciones, por lo que la densidad de puntos es muy elevada en todo el refugio.

La ubicación de todas las estaciones se puede observar en la *Figura 4*, que representa la vista superior del trabajo realizado.

La unión de los escaneados se realiza de forma manual en modo Cloud-Based Registration de Trimble RealWorks, obteniendo un error global entre nubes de puntos de 2.95 mm.

El número de puntos comprimido obtenido tras la unión de todas las estaciones es 38.239.000, que al descomprimir para trabajar con los datos externamente, se convierten en 65.734.929.



Figura 4. Ubicación escaneados sobre nube de puntos

5. Metodología

5.1. Proceso

En primer lugar, se mantendrá una reunión con el Ayuntamiento para acordar los contenidos del trabajo a realizar.

A partir de dicha reunión, se crean los tres trabajos a realizar, que pueden coexistir en paralelo y avanzar indistintamente en ellos:

- Escaneado láser del refugio
- Desarrollo Unity
- Creación web

Dentro del proceso de escaneado el primer paso será el tratamiento de los datos con Trimble RealWorks, se unirán los diferentes escaneados y se limpiará la nube de puntos para poder realizar la visita en formato vídeo utilizando el resultado de este proceso, y la obtención del modelo tridimensional del refugio texturizado.

La visita en formato vídeo se creará con Autodesk ReCap a partir de la nube de puntos representando el trayecto a realizar. El resultado final se ambientará en la época de la Guerra Civil cuando el refugio estaba en uso y se subirá a la plataforma YouTube.

A partir de la nube de puntos, se transformará a malla y se rellenarán los posibles agujeros o vértices aberrantes que puedan resultar del proceso, y se texturizará a partir de las fotografías obtenidas del láser escáner con la finalidad de poder exportar el modelo e insertarlo en el proyecto de desarrollo en Unity.

En Unity, se creará un proyecto sobre el cual crear el personaje con los movimientos necesarios para realizar la visita, y se importará el resultado del modelo para obtener el resultado final, que será exportado para su publicación en el sitio web que se está desarrollando.

Tomando como base una plantilla web, se realizarán las modificaciones necesarias hasta adaptarla al resultado deseado, en el cual se incluirán tanto la visita en Unity como la visita en vídeo publicada en YouTube, y se alojará el contenido de toda la web en el servicio de publicación de webs avanzadas de la Universitat Politècnica de València.

Para finalizar, se presentarán los resultados obtenidos en una nueva reunión con los miembros del Servicio de Patrimonio Histórico del consistorio, publicando finalmente la web en una versión abierta accesible a cualquier ciudadano.

El organigrama seguido se puede observar de modo resumido en la *Figura 5*.

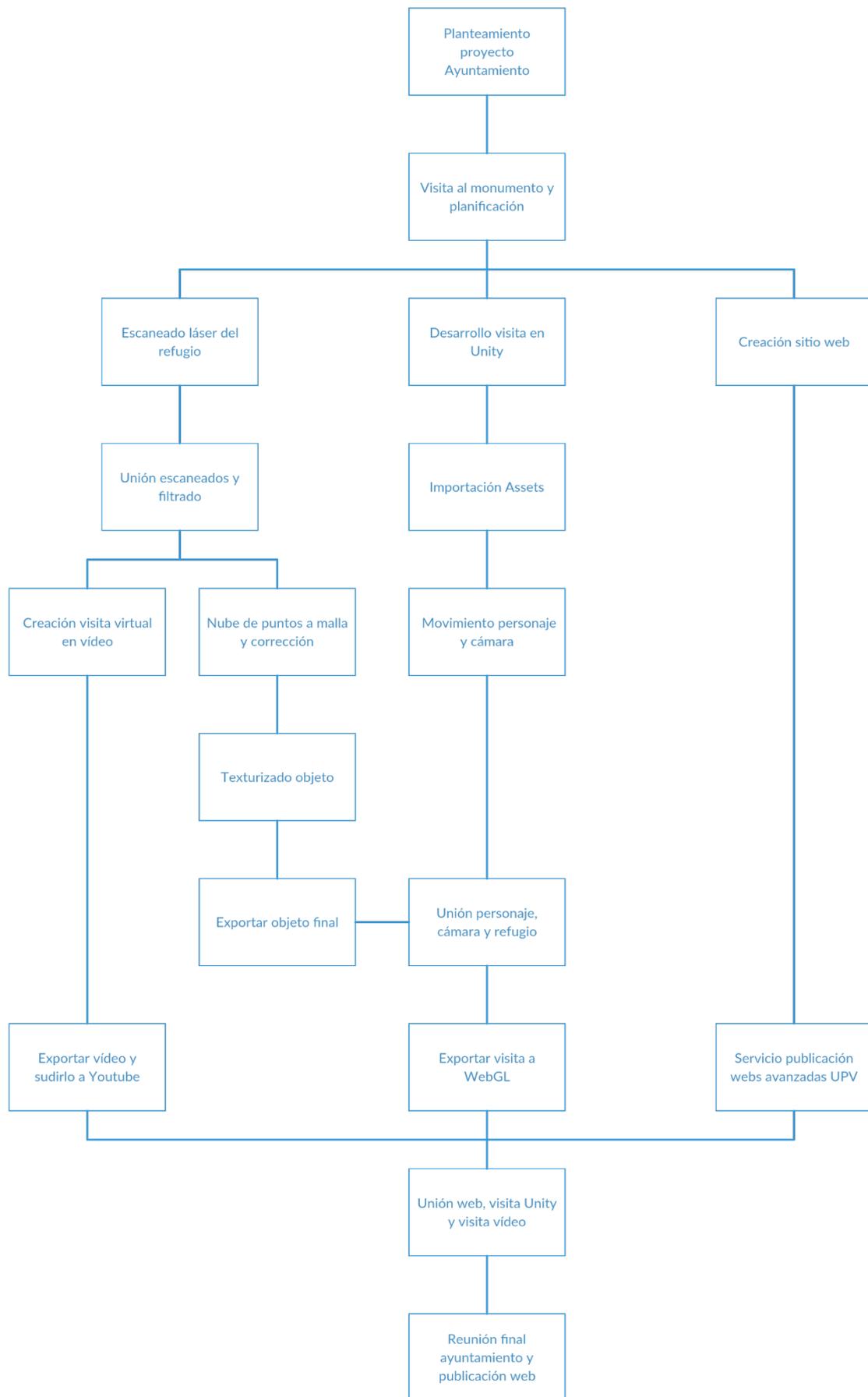


Figura 5. Organigrama del trabajo

5.2. Planteamiento del proyecto al Ayuntamiento

Dado que el proyecto está planteado siguiendo la metodología de trabajo aprendizaje-servicio, el primer paso es contactar con el Ayuntamiento de València para la propuesta del trabajo y acordar los términos en que este se debe llevar a cabo y los productos que se van a desarrollar.

El primero de los pasos será reunirse con el Servicio de Patrimonio Histórico del consistorio para solicitar en primer lugar, los permisos necesarios para proceder con el escaneado del Refugio, para ello se habla con la arqueóloga municipal, responsable de los refugios de la ciudad y siendo ella quien debe autorizar el acceso y conocer los proyectos o trabajos que en estos se van a desarrollar.

Además del conocimiento por parte de la arqueóloga y sus superiores en el departamento, también se debe realizar una petición formal en el consistorio. Esta petición se realiza de manera formal el día 11 de diciembre de 2018, rellenando la instancia disponible para tales efectos en el registro general del Ayuntamiento. Dicha solicitud se presenta para que quede constancia a efectos administrativos sobre que se va a realizar el trabajo y que se cederán los resultados de manera desinteresada al consistorio, ya que ya se dispone de la autorización por parte de los responsables para su acceso.

Se recibe respuesta afirmativa el día 21 de enero de 2019, especificando en ella que no hay inconveniente en acceder al refugio para realizar el trabajo solicitado, siempre y cuando se mencione la colaboración con el Ayuntamiento de València en el trabajo y se entregue un ejemplar de cualquier publicación dónde aparezcan los resultados de este estudio a la Biblioteca de la Sección de Arqueología Municipal.

A parte de los permisos necesarios que se solicitan, se mantiene otra reunión con la jefa del Servicio de Patrimonio Histórico y Artístico del organismo público para detallar los contenidos que el Ayuntamiento considera que debe incluir el trabajo y que elementos se deben incluir en la web. De este modo, se solicita que se inserte un apartado en ella en el cual se incluya el proceso de restauración que se siguió hasta llegar el estado actual del refugio.

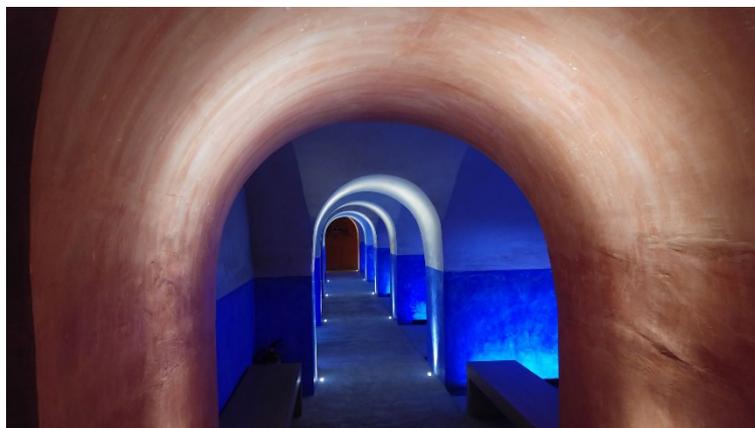


Figura 6. Vista del corredor mayor del Refugio

Se deberán entregar los resultados obtenidos del escaneado total del refugio en formato nube de puntos para conservarlo en el fondo documental, así como un plano de planta a un metro de altura respecto el suelo del refugio para estudiar las dimensiones de este, una sección longitudinal del refugio desde el corredor mayor de la construcción (*Figura 6*), ubicado en la parte oeste de este, con la vista orientada hacia el este, y un último plano con la ubicación del refugio con vista de la fachada en alzado.

5.3. Escaneado láser terrestre del Refugio

Antes de iniciar el escaneado del refugio, se realizará una visita a este para planificar y observar las estaciones óptimas del escáner láser, plasmar estas sobre un boceto del refugio (*Figura 7*) y concertar con el personal que se encuentra en el control de acceso del monumento las fechas que se han acordado con la arqueóloga para proceder con el trabajo.

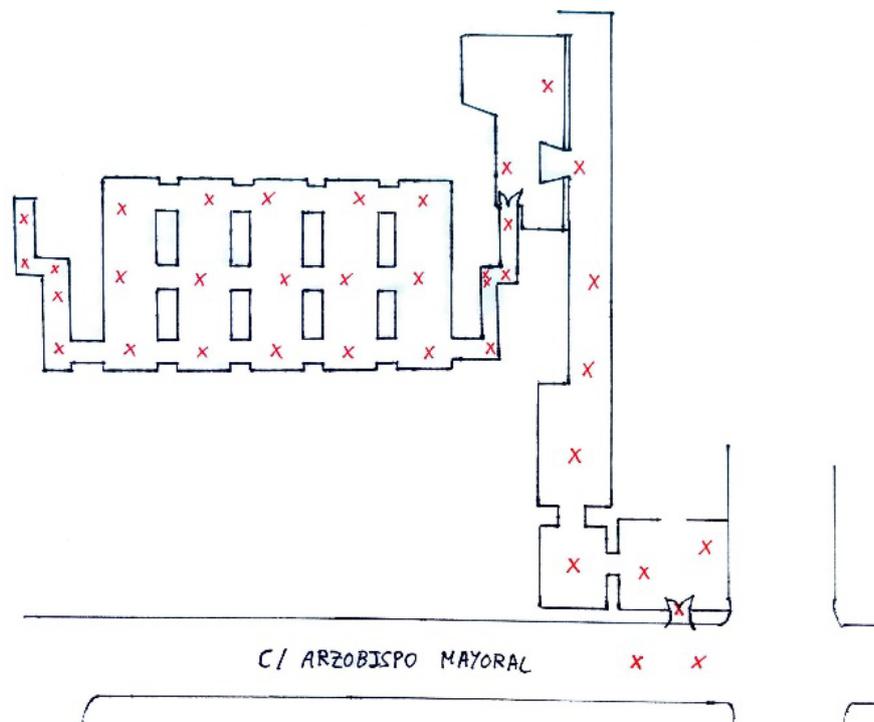


Figura 7. Plano ubicaciones aproximadas de los escaneados a realizar

Una vez obtenidos los permisos necesarios, se realizan los escaneados los días 26 y 27 de enero de 2019, con el refugio cerrado al público para poder realizar el trabajo sin interrupciones.

Se realizan un total de 37 escaneados para completar la calle de acceso al edificio, el hall, el pasillo, el patio interior y la totalidad del refugio. Para poder llevar a cabo este trabajo se utiliza el láser escáner Trimble TX6 (*Figura 8*).



Figura 8. Trimble TX6 ubicado dentro del Refugio

Este láser escáner permite la posterior unión de los escaneados por semejanza de las nubes de puntos o bien mediante el uso de esferas de referencia.

Se ha optado por la utilización de esferas de referencia, de 14 cm de diámetro, de color blanco y con base magnética desmontable, con la finalidad de su posterior uso para enlazar los diferentes escaneados tomando estas esferas como puntos precisos de referencia para la unión y de este modo comprobar la diferencia de realización mediante los dos métodos.

Cada estación debe contar con un mínimo de tres esferas de referencia visibles para poder unir los escaneados correlativos, aunque se utilizarán cuatro para obtener una mayor consistencia y redundancia en los resultados, pretendiendo mejorar así los valores obtenidos.

La *Figura 9* representa las tres esferas que se presentarían a continuación del décimo escaneado, y que se utilizarán también en los escaneados undécimo y duodécimo, sirviendo aún dos de estas esferas para dos escaneados más. De este modo, se consigue que una misma esfera esté presente en diferentes procesos, asegurando una correcta unión de las nubes de puntos.



Figura 9. Esferas de referencia utilizadas en el décimo escaneado

De las 37 estaciones de las cuales consta el proyecto, se efectuarán dos escaneados en la Calle del Arzobispo Mayoral a nivel 2 de precisión, que tendrán como objetivo la adquisición de la

fachada del edificio, que es más compleja debido al elevado número de molduras que presenta. Este nivel ofrece un espaciamiento de 11.3 mm a los 30 m, suficiente para el trabajo, ya que en la zona de estudio las distancias no son superiores a los 10-15 m, por lo que se obtiene una elevada densidad de puntos.

El resto de escaneados se han realizado con el nivel 1 del instrumento, que ofrece un espaciamiento entre puntos de 22.6 mm a los 30 m. No obstante, las distancias a las que se encuentran la mayoría de los objetos presentes en el proyecto son aún inferiores a las encontradas en la fachada del edificio, ya que en este caso se trabaja con distancias del orden de 2-4 m en la mayoría de las estaciones (*Figura 10*), por lo que la densidad de puntos es muy elevada en todo el refugio.



Figura 10. Ubicación láser escáner en las escaleras de acceso al Refugio

No es necesario realizar el trabajo a una mayor resolución, puesto que el refugio se trata de paredes lisas que no presentan grandes quiebras. De este modo, el proceso de escaneado es mucho más rápido, puesto que en el nivel 1 el escáner realiza el escaneado (3 minutos) y la adquisición de fotografías (2 minutos en HDR) en únicamente 5 minutos, que es el tiempo que se utilizaría únicamente para realizar un escaneado a nivel 2 sin adquisición fotográfica, y con el tiempo que se tardaría en realizar un escaneado de nivel 3, se consiguen cuatro completos a nivel 1.

Además del tiempo, el factor más importante para el trabajo que se va a desarrollar es el tamaño ocupado por el objeto final tras unir los escaneados. De este modo, un escaneado a nivel 1 ofrece 34 millones de puntos, una cuarta parte de los obtenidos a nivel 2 (138 Mpts), y una dieciseisava parte del número de puntos que ofrece el nivel 3 de este escáner (555 Mpts).

Se han necesitado 8 h para completar los 37 escaneados, los que supondría un tiempo medio por escaneado de 12,6 minutos. Este incremento de tiempo respecto al tiempo inicial en el cual debería obtenerse un estacionamiento completo se debe a que se debe ir trasladando el escáner cada vez, debiendo nivelar este nuevamente. Además, los tramos de escaleras resultan de acceso complicado, y el estacionamiento en ellas se hace más costoso. También se deben tener en cuenta el tiempo dedicado a la planificación de la ubicación idónea de las esferas en cada punto para poder observar estas desde el mayor número de estaciones y obtener de este modo una mayor redundancia.

5.4. Obtención del modelo 3D

5.4.1. Unión nubes de puntos con Trimble RealWorks

Una vez finalizado el trabajo de campo se procede a la extracción de los datos obtenidos y a su procesamiento. Para ello, se hará uso del software Trimble RealWorks, software propietario de la empresa y que es necesario para poder extraer los datos y realizar la unión de las nubes de puntos.

Según el sitio web de la propia empresa, “Trimble RealWorks está diseñado específicamente para el procesamiento y análisis de la nube de puntos. El software proporciona una solución completa para registrar, analizar, modelar y crear productos de manera eficiente utilizando datos de prácticamente cualquier fuente” (Trimble, 2019).

El primer paso que hay que realizar es la importación de todas las nubes de puntos extraídas directamente del escáner láser y abrirlas en el programa. Al no estar estas registradas y en su ubicación real, se presentan todas unidas por el centro del escaneado en una misma zona (*Figura 11*), por lo que el siguiente paso es registrar dichos escaneos.

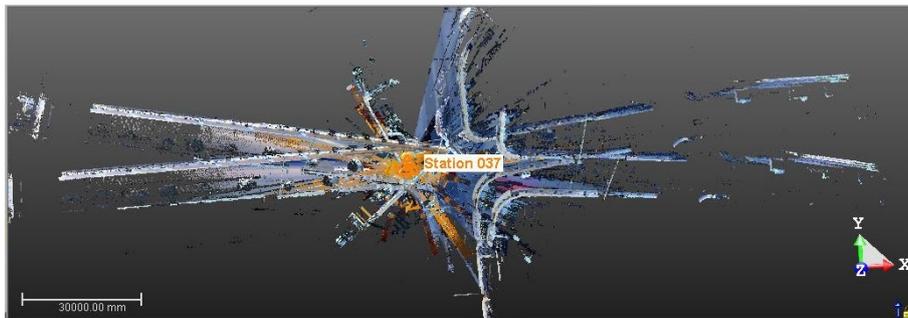


Figura 11. Nubes de puntos sin registrar en Trimble RealWorks

Trimble RealWorks permite realizar esta unión en los distintos modos que a continuación se detallan, con la información extraída de la guía de usuario de Trimble RealWorks (*Figura 12*):

- Auto registrar usando planos: “registra automáticamente escaneos nivelados de entornos estructurados, es decir, que contienen una cantidad significativa de paredes predominantemente planas. Extrae automáticamente todos los planos principales, los compara automáticamente entre escaneos y los utiliza para registrar los escaneos.”
- Registro basado en nube de puntos: “el propósito de esta herramienta es registrar dos estaciones de escaneo seleccionadas (o dos grupos de estaciones). El usuario puede elegir entre utilizar un método automático o elegir un par de puntos de ambas nubes de puntos para iniciar el registro. Luego, el software puede refinar este registro utilizando las partes comunes de las dos nubes de puntos. El error de registro se mostrará como una distancia promedio entre las dos nubes de puntos.”
- Auto extracción de dianas: “permite la extracción de dianas de los TZF Scans, para que coincidan con los puntos comunes y registrar las estaciones a las que pertenecen las dianas extraídas.”
- Registro basado en dianas: “permite registrar un conjunto de estaciones mediante el uso de dianas. Las dianas podrían ser las obtenidas durante el escaneo, las creadas manualmente durante un registro, o las obtenidas mediante el uso de instrumentos

topográficos tradicionales, como las estaciones totales. El registro se basa en un método de ajuste de mínimos cuadrados utilizando las dianas correspondientes de cada estación. Se creará un informe de registro después del registro.”

(Trimble, 2019)

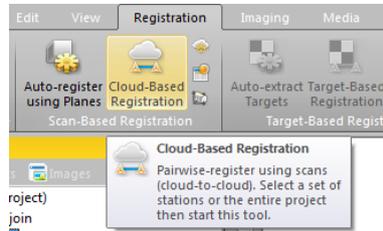


Figura 12. Modos de registro de Trimble RealWorks

La unión de los escaneados se realiza de forma manual usando el modo Cloud-Based Registration. Para ello, se seleccionan dos escaneados contiguos y se realiza la primera unión de estos, en primer lugar, rotando uno de ellos y acercándolo a la posición del otro, para que finalmente el programa detecte automáticamente la posición real de este y lo ubique, permitiendo al usuario refinar la ubicación de este. Tras aceptar, ambos escaneados se unen y se abre un nuevo escaneado para asociarlo a estos. De este modo, se puede observar (Figura 13) como aparece en la ventana superior izquierda el conjunto de escaneos ya unidos, en la superior derecha la nube de puntos actual, y en la parte inferior, la posición relativa de estas dos, que es la que se debe ajustar hasta que finalmente se le indique al programa que las una automáticamente.

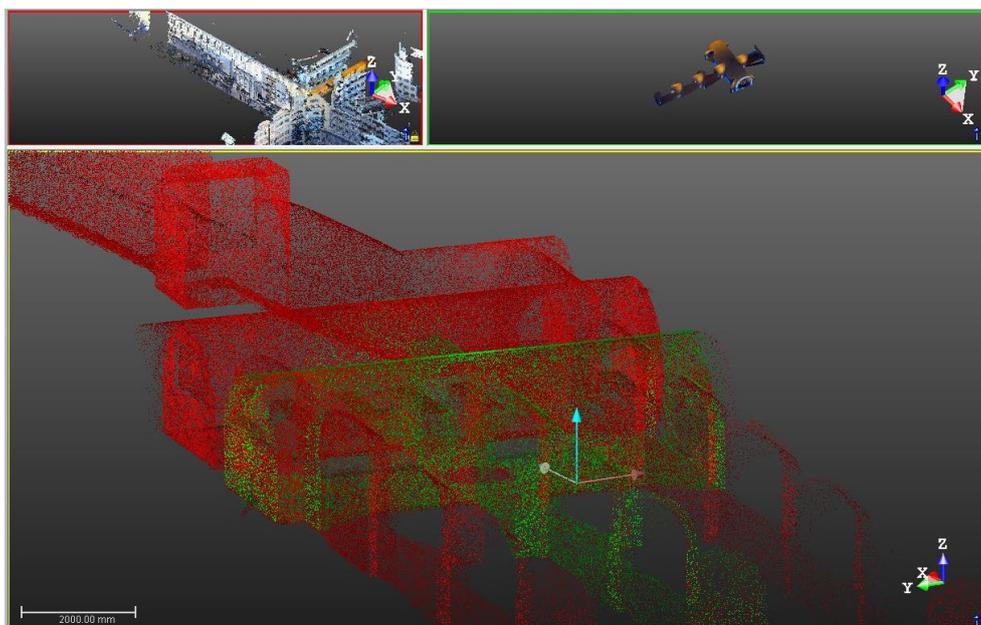


Figura 13. Proceso de registro de nubes de puntos

Tras finalizar el registro, RealWorks ofrece un informe de dicho proceso con los errores en unión entre las nubes en milímetros, el porcentaje de puntos coincidentes y la fiabilidad de dichos datos. De este modo, se deben analizar aquellas cuya fiabilidad sea alta, ya que al estar unidas todas las nubes, aquellas que indica unos errores elevados es debido a que los puntos coincidentes en estos son ruido y no representan la realidad. Así pues, se puede observar (*Figura 14*) que el primer escaneado tiene relación con el segundo, con el cual comparte un 77% de los puntos, ya que ambos se encuentran en la calle y próximos, seguidamente, comparte un 27% de los puntos con el tercero, ubicado en la puerta de acceso del Ayuntamiento. En ambos casos, el error es próximo a un milímetro, lo que indica una precisión aceptable en el trabajo y una correcta unión de las distintas nubes de puntos.

El informe entero obtenido se puede encontrar en el apartado 11. Anexos del presente TFM.

Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
tfm_refugio_join			
Station 001			
Station 002	0.79 mm	77%	100%
Station 003	1.07 mm	27%	100%
Station 004	1.90 mm	8%	73%
Station 005	2.85 mm	3%	100%
Station 006	41.36 mm	2%	5%
Station 007	52.17 mm	2%	3%
Station 008	51.66 mm	2%	6%
Station 009	74.07 mm	2%	11%
Station 010	68.61 mm	3%	13%
Station 011	46.18 mm	0%	2%
Station 012	64.79 mm	0%	1%
Station 013	49.68 mm	0%	2%
Station 014	41.30 mm	3%	16%
Station 015	49.00 mm	2%	10%
Station 016	48.24 mm	2%	11%
Station 035	57.48 mm	1%	4%
Station 036	49.27 mm	1%	3%
Station 037	48.64 mm	1%	7%

Overall Cloud-to-Cloud Error: 2.95 mm

Figura 14. Informe de errores estación 1

5.4.2. Tratamiento de datos con 3DReshaper

A partir de la nube de puntos obtenida tras la unión de los escaneados con el software Trimble RealWorks (*Figura 15*), se exporta esta para su posterior apertura con 3DReshaper, programa con el que se procederá a su tratamiento para filtrar los puntos aberrantes y obtener una nube de puntos final con la que se trabajará hasta conseguir el objeto en forma de malla texturizada para su uso en Unity.

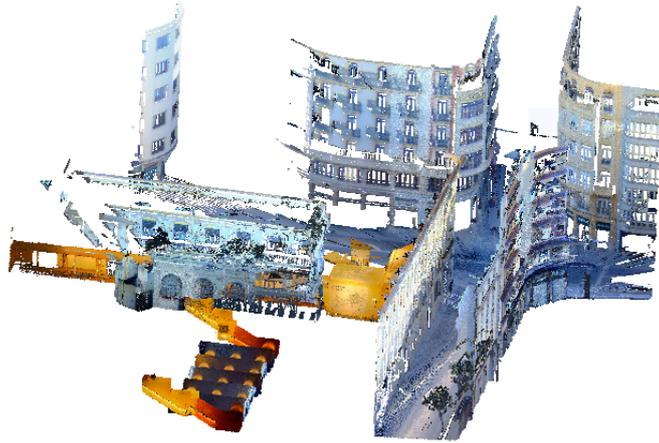


Figura 15. Nube de puntos completa

Según la web de la propia empresa de software, “3DReshaper es un programa de manejo sencillo y muy versátil, dedicado al procesamiento de todo tipo de nubes de puntos para diversas aplicaciones. De la nube de puntos al producto final, desde aplicaciones de ingeniería hasta patrimonio, pasando por la topografía o las aplicaciones industriales, 3DReshaper es un completo conjunto de herramientas para hacer frente a todas las necesidades del modelado 3D y la inspección.” (TECHNODIGIT part of HEXAGON, 2015)



Figura 16. Logotipo 3DReshaper - Fuente: 3DReshaper

El programa está dedicado a varios usos, entre los cuales destacan los centrados en arquitectura y arte y patrimonio, permitiendo generar modelos a partir de cientos de millones de puntos. Al tratarse de un software específico para el tratamiento de este tipo de datos, el procesado de grandes archivos se realiza de un modo rápido y sencillo, obteniendo fácilmente modelos con elevada precisión y que ocupan poco espacio de almacenamiento, por lo cual es el programa óptimo para poder crear objetos que se puedan cargar en poco tiempo en una página web, permitiendo al usuario final interactuar fácilmente con ellos.

Este software permite el texturizado de mallas tridimensionales a partir de fotografías, bien mediante los parámetros de orientación internos y externos de la cámara o bien relacionando los puntos coincidentes entre imagen y malla 3D. Finalmente, permite la exportación de estos modelos texturizados para su uso externo, al igual que permite la extracción de ortoimágenes, que serán útiles para la realización de los planos mediante AutoCAD.

Del mismo modo, también permite texturizar una malla a partir de los valores RGB de una nube de puntos que se asemeje a esta, no necesitando el uso de imágenes externas para obtener un modelo a todo color.

En primer lugar, se debe limpiar la nube de puntos (*Figura 17*), para ello, con la ayuda de planos de corte, se van limpiando las diferentes partes del proyecto con la herramienta limpiar/separar nubes hasta obtener un producto sin zonas aberrantes fruto de la interacción con distintos objetos que no se van a utilizar.

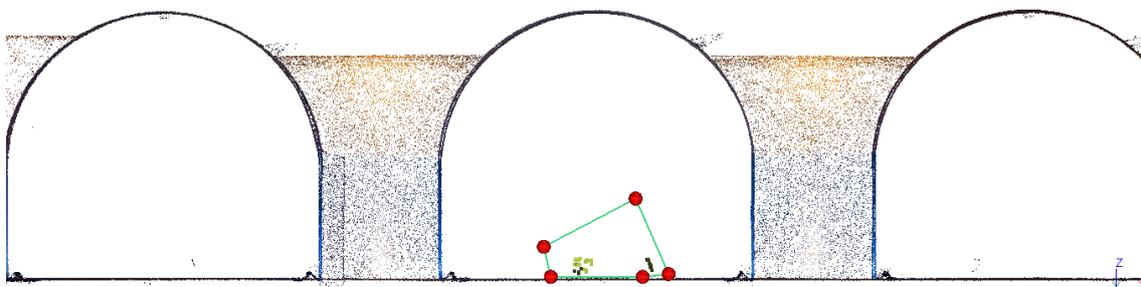


Figura 17. Limpieza nube de puntos con 3DReshaper

Dado que el tamaño del archivo es demasiado grande para ser ejecutado por una aplicación web, se opta por realizar la visita completa a todo el refugio, incluyendo la fachada del Ayuntamiento y los pasillos mediante un tour animado en formato vídeo, dejando únicamente el patio interior del Ayuntamiento y el propio refugio para la visita virtual en primera persona con Unity.

Tras el filtrado de la nube de puntos, se extrae la parte del refugio y se exporta para orientar correctamente las normales de esta y que de este modo todas apunten en la dirección correcta. De lo contrario, las normales que se encuentren invertidas no se podrían visualizar en el resultado final y únicamente se vería transparente por las caras que deberían estar texturizadas, estando texturizadas estas por la cara opuesta, que no es visible en el proyecto.

Para poder realizar esto, se abrirá con el CloudCompare, que es un software libre de procesamiento de nubes de puntos 3D y mallas triangulares, creado a partir del proyecto que inició en 2003 el Dr. Daniel Girardeau-Montaut durante una colaboración entre Telecom ParisTech y la división de innovación y desarrollo de Électricité de France (EDF).

“Originalmente fue diseñado para realizar una comparación entre dos nubes de puntos 3D (como las obtenidas con un escáner láser) o entre una nube de puntos y una malla triangular. Se basa en una estructura de octárbol que está altamente optimizada para este uso. También estaba destinado a lidiar con enormes nubes de puntos (generalmente más de 10 millones de puntos y hasta 120 millones con 2 Gb de memoria)” (CloudCompare, 2018).

De este modo, permite trabajar con archivos de gran tamaño con unos requisitos mínimos de uso de memoria del ordenador, lo que facilita su uso al procesar rápidamente los resultados.

El primer paso es la importación de la nube de puntos. El software soporta los formatos ASCII, LAS y E57 entre otros. En este caso, se abrirá en formato PTS, y aparece la ventana que se puede ver en la *Figura 18*, en la cual se indicarán a que valor pertenece cada columna, siendo las tres primeras las coordenadas de cada punto, la cuarta el valor escalar que se asigna a este punto, y las tres últimas, el valor RGB que tiene dicho punto.

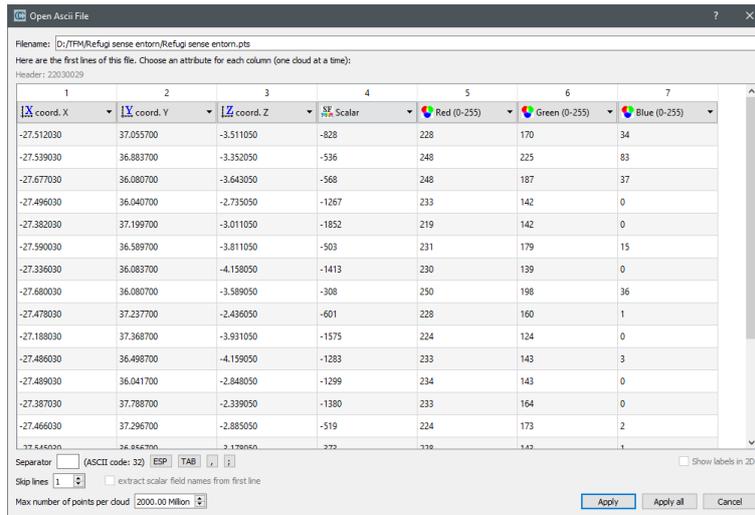


Figura 18. Importación nube de puntos en CloudCompare

El siguiente paso es realizar el cálculo de las normales, para ello se seleccionará la pestaña Edit, y dentro de esta, en la sección Normals, se ejecutará la herramienta Compute con los valores por defecto (Figura 19).

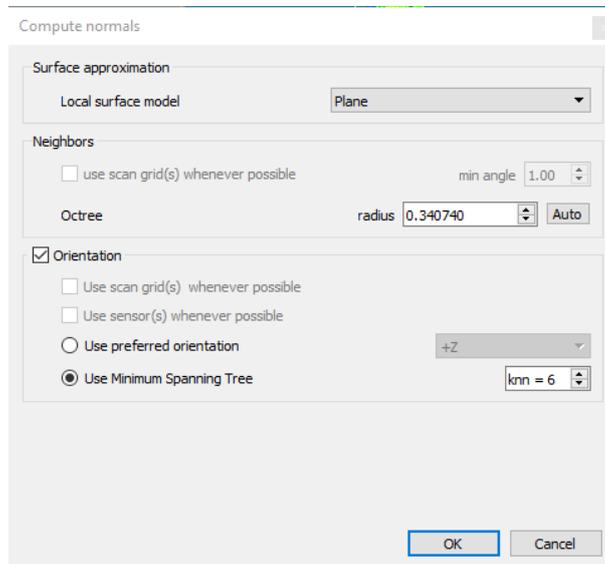


Figura 19. Cálculo normales CloudCompare

El resultado será una nube de puntos con todas las normales apuntando en la misma dirección, es decir, hacia las caras internas de la nube de puntos. En caso de no obtener el resultado opuesto al deseado, se pueden invertir todas las normales y obtener el producto correcto.

5.4.3. Nube de puntos a malla

Una vez obtenida la nube de puntos filtrada y con las normales debidamente orientadas, con unas dimensiones de 21.5 millones de puntos, se debe crear una malla a partir de esta. El objetivo es conseguir un objeto único sobre el cual trabajar y aplicar las texturas necesarias. Para ello, se utilizará la herramienta Malla 3D, la cual, según la ayuda del propio programa, "analiza los objetos seleccionados para determinar automáticamente los parámetros predeterminados que darán un buen resultado con mayor frecuencia".

Esta herramienta permite la reducción de ruido en su primer paso para limpiar los vértices aberrantes de la nube, con las siguientes opciones disponibles:

1. Malla en dos pasos: crea una malla áspera con triángulos regulares en el primer paso, ingresando para ello el tamaño de triángulo aproximado. La reducción de ruido es más eficaz a mayor distancia. En el siguiente paso, se abrirá otro cuadro de diálogo para refinar la malla con distintos criterios de error de desviación. Esta opción se desactiva automáticamente si el número de puntos utilizados es bajo.
2. Muestreo regular: la nube se muestrea para mantener los puntos menos ruidosos. Se debe introducir la distancia aproximada entre los puntos. La reducción de ruido será más eficiente si esta distancia es grande. Esta opción se desactiva automáticamente si el número de puntos utilizados es demasiado bajo.
3. Sin reducción de ruido: se considera que todos los puntos tienen el mismo "peso" según el ruido. No hay muestreo para reducir el ruido. Esta opción proporciona un cálculo más rápido en caso de puntos "matemáticamente exactos" (por ejemplo, provenientes del muestreo en un modelo CAD). Los puntos son elegidos para satisfacer el criterio de error de desviación.
4. Mantener todos los puntos: todos los puntos se mantienen dentro de la malla. Esta opción está disponible solo si su nube de puntos contiene menos de 400.000 puntos. Esta opción se desactiva automáticamente si el número de puntos es demasiado alto.

El segundo paso que realiza la herramienta es la gestión de agujeros, que se encarga de rellenar y/o alisar agujeros, con tres opciones disponibles:

1. Detección de orificios: los agujeros con una extensión más pequeña que el tamaño del triángulo ingresado serán cerrados por el algoritmo. Se debe seleccionar el tamaño máximo de triángulo para rellenar y alisar los agujeros grandes.
2. Intentar mantener solo el borde externo: si es posible, intenta crear un poliedro con un borde externo y sin orificios.
3. Intentar crear una malla estanca: si es posible, intenta crear un poliedro sin ningún agujero (cerrado).

Para el presente proyecto, se indica que se desea que realice un muestreo normal para la reducción del ruido tomando puntos cada dos centímetros, y que realice un relleno de orificios entre triángulos de menos de seis centímetros (*Figura 20*).

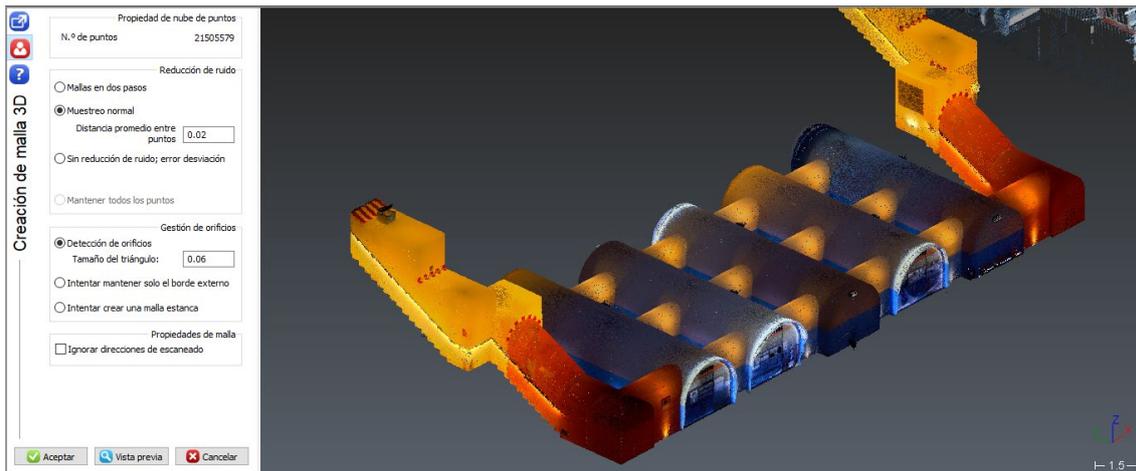


Figura 20. Parámetros transformación nube de puntos a malla

Se crea de este modo una malla formada por 4.212.787 triángulos que se puede observar en la Figura 21.

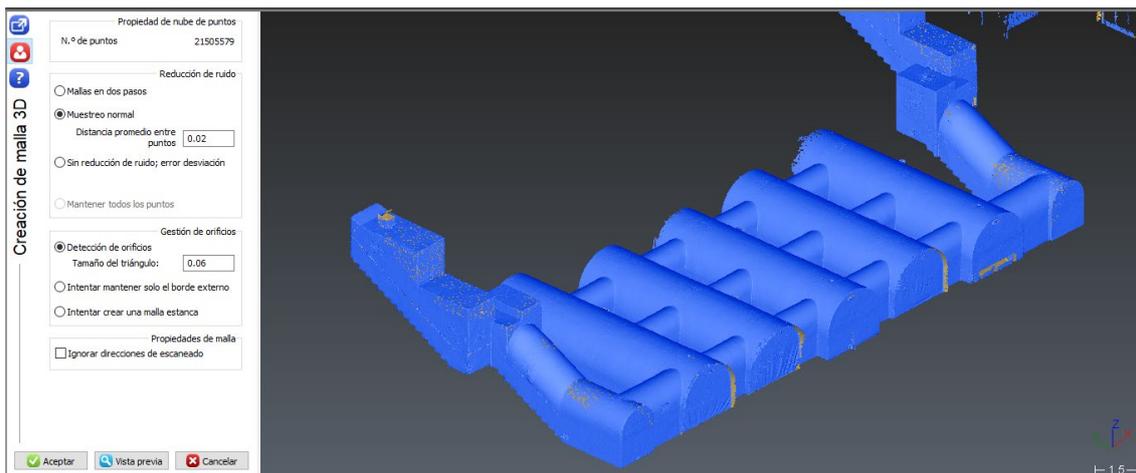


Figura 21. Malla obtenida del Refugio

5.4.4. Reducción de triángulos

Seguidamente, se debe reducir el tamaño de la malla para poder trabajar con ella, ya que de lo contrario los tiempos de procesamiento son mayores, ralentizando el trabajo. Para ello, se utiliza la herramienta Reducir (Figura 22), que permite elegir si se desea realizar esta según la desviación o el ángulo.

El método de reducción según la desviación se basa en la distancia entre el modelo original y el modelo simplificado. Opcionalmente, se puede introducir una tolerancia específica en áreas con bordes afilados.

En primer lugar, se debe ingresar la desviación que desea aplicar para la deformación de la malla. Posteriormente permite seleccionar distintas opciones para su optimización:

- Optimizar la posición de los vértices: modificación de la posición de los vértices de los triángulos para optimizar el aspecto general de la malla simplificada.
- Reducir en los bordes libres: la reducción también se realiza en las fronteras libres.
- Intentar conservar la equilateralidad: para mantener triángulos más regulares (análisis de elementos finitos).

La última opción de la herramienta permite conservar los bordes afilados: manteniendo los bordes afilados. Los triángulos, con un ángulo menor o igual a cierto grado, se deformarán de acuerdo con una desviación inferior específica.

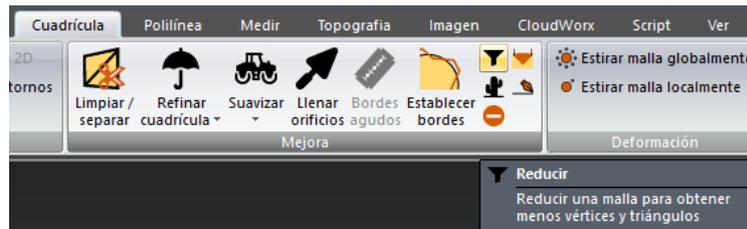


Figura 22. Herramientas edición de malla de 3DReshaper

Por otro lado, la opción de reducción según los ángulos se basa en los ángulos entre las caras adyacentes y los resultados en la minimización de la diferencia visual entre el modelo original y simplificado. En este caso, la deformación del modelo no está controlada.

Esta opción es la recomendada para crear una malla más ligera para realizar una animación 3D de un modo fluido.

En primer lugar, se debe seleccionar la intensidad de reducción con una de las dos opciones disponibles:

- Tasa de reducción (porcentaje): número entre 0 y 100. El cero corresponde a ninguna reducción y "100" corresponde a la supresión de todos los vértices.
- Número máximo de vértices: después del cálculo, cada malla seleccionada tendrá un número de vértices menor o igual a este valor. El número de triángulos obtenidos será aproximadamente 2 veces este valor.

Finalmente se puede seleccionar la opción de triángulos vértices agudos autorizados, que permite la creación de triángulos muy "delgados". Estos triángulos mejorarán la precisión en las zonas de ángulo afilado. Si deshabilita esta opción, se podrá controlar la forma (relación de aspecto) de los triángulos, lo que es útil para el cálculo de elementos finitos.

Se ha utilizado la opción por desviación, con un valor de 0.01 e indicando que se desea optimizar la posición de los vértices y que intente conservar la equilateralidad. De este modo, se consiguen reducir los triángulos que forman el objeto de 4.2 millones del original, a 281.929 el reducido, y por consecuente el tamaño del objeto, que pasa de ocupar 400MB a ocupar únicamente 25MB, facilitando su manejo posterior tanto en el propio programa como en su exportación para el uso en Unity y en la web.

5.4.5. Llenado de orificios

El proceso de paso de nube de puntos a malla, al igual que su posterior reducción, presentan una malla con orificios que deben ser rellenados para obtener de este modo un mallado continuo. De lo contrario, se verían agujeros en la visita virtual que entorpecerían la experiencia de inmersión del visitante y contribuirían a crear un mal resultado final.

La herramienta Llenar orificios/suavizar bordes de 3DReshaper (*Figura 22*) es la que dispone el programa para corregir estos errores.

Una vez seleccionada la malla y ejecutado el servicio, se muestran las opciones que se pueden observar en la *Figura 23*.

En primer lugar, el programa indica el total de orificios que existen en la malla y permite su selección mediante clic en aquellos que se desean rellenar o bien por la longitud de los bordes de estos, debiendo especificar el tamaño que se desea seleccionar.

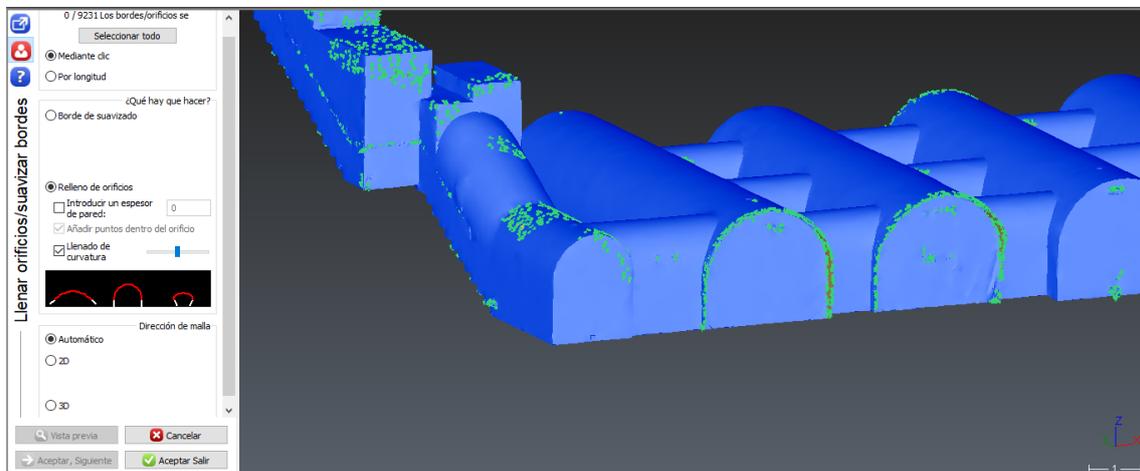


Figura 23. Opciones relleno de orificios 3DReshaper

Una vez realizada la selección deseada, el software pregunta que se desea realizar con dichos elementos, pudiendo corregir los bordes de suavizado o bien el relleno de orificios.

- Introducir un espesor de pared: permite definir un grosor que permitirá un mejor llenado de los orificios que se encuentren cerca de una pared. El cálculo está guiado por el grosor aproximado de la pared.
- Añadir puntos dentro del orificio: algunos puntos se agregan dentro del orificio. Si no se activa el llenado de curvatura, la forma será lo más plana posible. En caso de estar activada la última opción, esta estará siempre activa. Esta opción es útil en paredes lisas sin gran dificultad.
- Llenado de curvatura: la forma se genera para preservar la continuidad (tangencia y curvatura) con bordes libres. La curvatura se puede ajustar con el control deslizante y se puede ver una curva que se mueve para mostrar la "tensión" de la forma. Si, por alguna razón, el orificio no puede llenarse completamente, no se hará continuidad de la superficie. Esta opción es útil para aquellos elementos de forma redondeada, como podrían ser agujeros en bóvedas o molduras.

5.4.6. Limpieza malla y relleno final

En el proceso de paso de nube de puntos a malla, además de agujeros, crea algunos artefactos que no se corresponden con la realidad del terreno y que deben ser corregidos. Para ello, existe en 3DReshaper la herramienta Limpiar/Separar (Figura 24).



Figura 24. Herramienta Limpiar/Separar 3DReshaper

Esta herramienta funciona en dos pasos, eliminando o separando los triángulos que se deseen. En primer lugar, se seleccionan los triángulos a limpiar o separar, y posteriormente, se valida su ejecución para que el software recree la topología de cada elemento eliminado.

Para realizar la selección, existen varios métodos disponibles:

- Triángulo a triángulo (Figura 25): permite la selección manual de cada triángulo.
- Con un polígono: permite dibujar un polígono que selecciona todos los triángulos que se encuentren dentro de este.
- Con un contorno dibujado a mano alzada: permite dibujar un trazado que selecciona todos los triángulos que se encuentren dentro de este.
- Dentro de un círculo (lápiz): selecciona todos aquellos puntos sobre los que se traza una línea imaginaria a lápiz.
- A lo largo de una polilínea: selecciona los triángulos que coincidan con la línea creada.
- De acuerdo con su tamaño: selecciona los triángulos que coincidan con el tamaño mínimo o máximo seleccionado.
- De acuerdo con su radio: selecciona los triángulos que coincidan con el radio mínimo o máximo seleccionado.

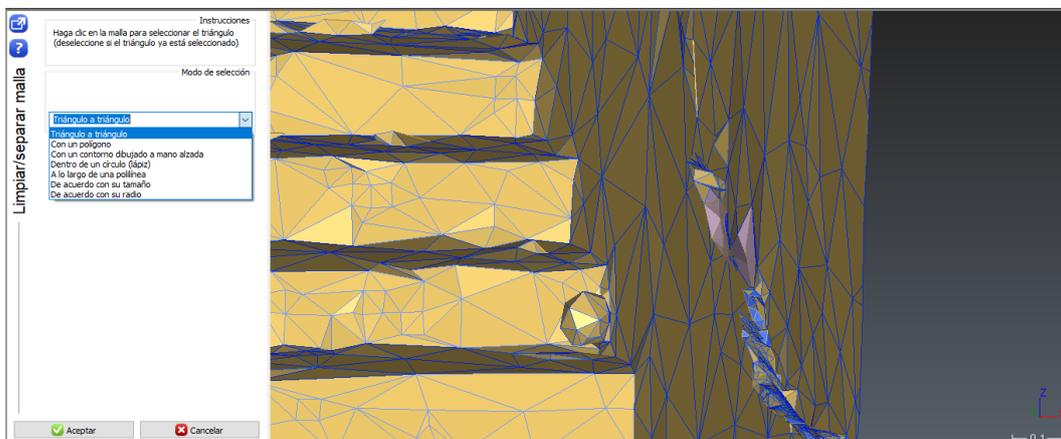


Figura 25. Limpieza triángulo a triángulo

La selección mediante polígono o dibujo a mano alzada permite elegir a que triángulos afectará la selección:

- Seleccionar a través: todos los triángulos son seleccionados: visibles y ocultos.
- Seleccionar visible (cara o dorso): selecciona solo los triángulos que se ven.
- Seleccionar la cara visible: selecciona solo los triángulos que se ven en el lado de la cara.
- Seleccionar el dorso: selecciona solo los triángulos que ve en la parte posterior (el lado opaco).

Finalmente, al aceptar el resultado, la herramienta permite suprimir las caras seleccionadas, mantener únicamente aquellas caras seleccionadas, o separar y mantener ambas partes en dos mallas diferentes (Figura 26).



Figura 26. Opciones de la herramienta Limpiar/Separar

Una vez limpiados todos los artefactos erróneos, se deben rellenar nuevamente los posibles agujeros que hayan podido resultar de este proceso antes de proceder con el texturizado de la malla.

5.5. Texturizado

3DReshaper permite el texturizado de objetos a partir de varios elementos (Figura 27). En primer lugar, permite la realización a partir de imagen, dejando elegir si se desea mapear estas a partir de puntos de referencia, de los parámetros de la cámara o a partir de una ortoimagen de textura. Además, también es capaz de realizar texturas a partir de un único color, insertar un atlas prediseñado con las texturas a aplicar o aplicar una textura a modo de material. Finalmente, permite ajustar las posibles texturas que se hayan aplicado.



Figura 27. Barra herramientas Imagen

En este caso se realizará el texturizado del objeto con las imágenes panorámicas obtenidas con el láser escáner para obtener el resultado final a exportar (Figura 28).



Figura 28. Fotografía adquirida por el láser escáner en la estación 11

Para ello, se seleccionarán los puntos homólogos entre las distintas fotografías y el modelo 3D (Figura 29) y se escoge que se desea realizar una representación esférica para que sea capaz el programa de desarrollar las imágenes panorámicas que obtiene el láser. Según el tipo de proyección fotográfica elegida, se deben seleccionar un número mínimo de puntos homólogos, en el caso de utilizar una representación esférica, el programa es capaz de realizarla a partir de tres puntos homólogos, no obstante, si no se insertan los parámetros de la cámara utilizada, el resultado puede no ser el correcto y en ese caso se debe insertar un mayor número de puntos.

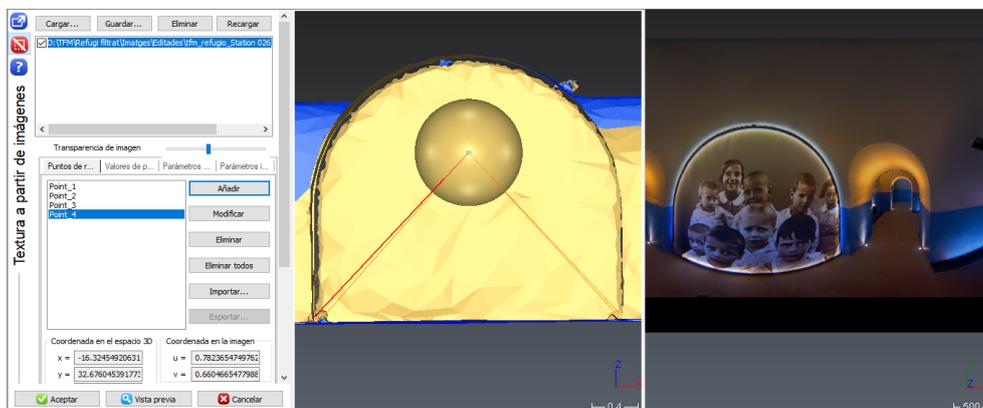


Figura 29. Selección puntos homólogos

Tras aplicar la textura, esta se traslada directamente sobre la malla (Figura 30), permitiendo elegir que caras se desean texturizar (visibles, ocultas o todas) y si también se aplicará en aquellas zonas en las que ya exista algún tipo de textura o no.



Figura 30. Aplicación de textura a partir de foto

Se realiza el mismo procedimiento con todas las imágenes hasta obtener el modelo final, sobre el cual se deberán ajustar las texturas. Para ajustar las texturas, al igual que para texturizar o eliminar triángulos, el programa permite elegir únicamente los vértices visibles, los triángulos visibles o texturizar también aquellas zonas invisibles, es decir, que no se tiene visión directa de ellas desde el láser. Para ello, se selecciona la textura que se desea ajustar y se dibuja con ella las zonas a modificar, quedando el resultado de este ajuste visible en los colores que representa cada textura en la *Figura 31*.



Figura 31. Ajustar texturas

De este modo, se consiguen homogeneizar las texturas, tal como se observa en la *Figura 32* de la misma bóveda, y rellenar así las zonas que hayan podido quedar sin texturizar. El resultado final se exportará en formato .obj con las texturas para su utilización en Unity.



Figura 32. Texturas ajustadas

5.6. Desarrollo visita virtual Unity

5.6.1. Entorno Unity

“Unity se utiliza para crear la mitad de los juegos del mundo. Nuestra plataforma en tiempo real, impulsada por herramientas y servicios, ofrece increíbles posibilidades para desarrolladores de juegos y creadores de distintas industrias y aplicaciones” (Unity, 2019).

Unity ofrece tres planes distintos según las necesidades del desarrollador:

- Versión para principiantes (gratuita): pensada para utilizar si los ingresos o fondos no superan los \$100.000 anuales, y no incluye servicio de atención al cliente.
- Versión para aficionados (\$25 mensuales por pago anual, o \$35 por pago mensual): pensado para aficionados que desean acelerar su aprendizaje y desarrollo, permite el acceso a cursos para desarrolladores, 25GB de almacenamiento en la nube y servicio de atención al cliente. No se pueden superar los \$200.000 anuales en ingresos o fondos recaudados.
- Versión para equipos y freelancers (\$125 al mes): permite el trabajo en equipo, mayor almacenamiento en la nube, más información sobre los usuarios de los juegos creados, acceso gratuito a contenido creado por profesionales y servicio de atención al cliente prioritario. No tiene restricciones de ingresos ni fondos.

El lenguaje de programación utilizado en Unity es UnityScript o C#, aunque también permite la interacción con su interfaz en comandos más sencillos, tales como modificar propiedades de las texturas, comportamiento de personajes o dinámicas.

También dispone de una tienda de “assets” con infinidad de complementos desarrollados por la comunidad y que bien se pueden obtener gratuitamente o previo pago. En esta sección se incluyen tanto plugins como objetos o entornos descargables, así como ejemplos de implementación de todos ellos.

5.6.2. Creación proyecto e importación del modelo

El primer paso es la creación de un nuevo proyecto en Unity, para ello, únicamente es necesario el nombre de proyecto, la ubicación dónde se almacenará y la plantilla que se cargará como base del proyecto (*Figura 33*). Estas plantillas pueden ser:

- 2D: plantilla vacía para aplicaciones en 2D
- 3D: plantilla vacía para aplicaciones en 3D
- 3D con extras: plantilla 3D que incluye una configuración preestablecida y contenido de ejemplo
- Flujo de renderizado con scripts de alta definición (HDRP): utiliza un renderizado de alta definición, lo que lo convierte en un buen punto de partida para personas centradas en gráficos de alta gama que desean desarrollar juegos para plataformas que admitan el modelo de sombreado 5.0
- Flujo de renderizado con scripts ligero (LWRP): diseñado para usuarios centrados en plataformas móviles con hardware de potencia media o baja, o para desarrolladores con luces en tiempo real limitadas
- Flujo de renderizado con scripts en realidad virtual ligera (VR LWRP): centrada en la realidad virtual con los mismos usuarios finales que la LWRP.

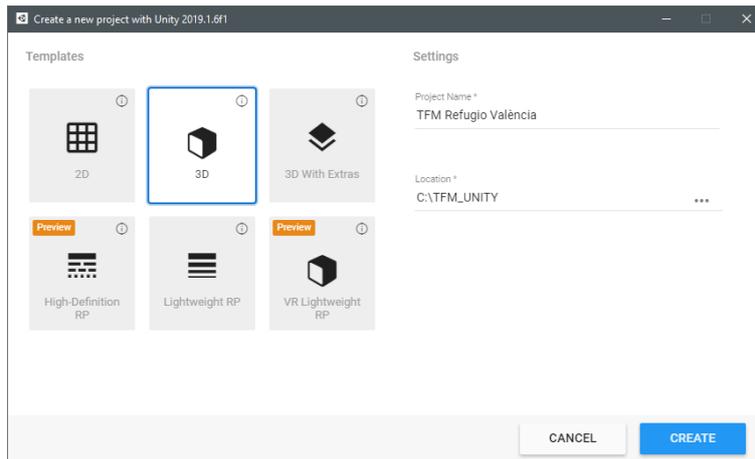


Figura 33. Creación proyecto Unity

Se creará una plantilla 3D en el cual se importará el objeto del refugio obtenido con 3DReshaper y todas sus texturas. Para ello, únicamente es necesario arrastrar el objeto a la carpeta assets del proyecto. Una vez importada, se dejan los parámetros de luces, visibilidad y geometría por defecto y crean los colisionadores (*colliders*) para el objeto, esto sirve para que el personaje que se creará para la visita no atraviese las paredes y los suelos (Figura 34).

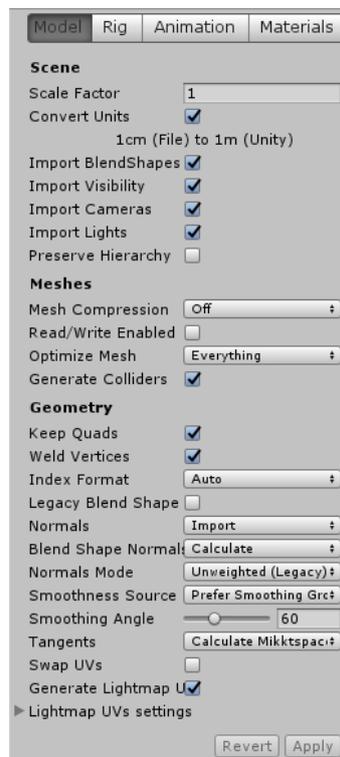


Figura 34. Configuración modelo del Refugio en Unity

Con todo esto creado, se añade el refugio a la pantalla de Unity y se elimina la cámara que aparece por defecto, ya que esta va a ser sustituida por otra en primera persona que se moverá a través del refugio.

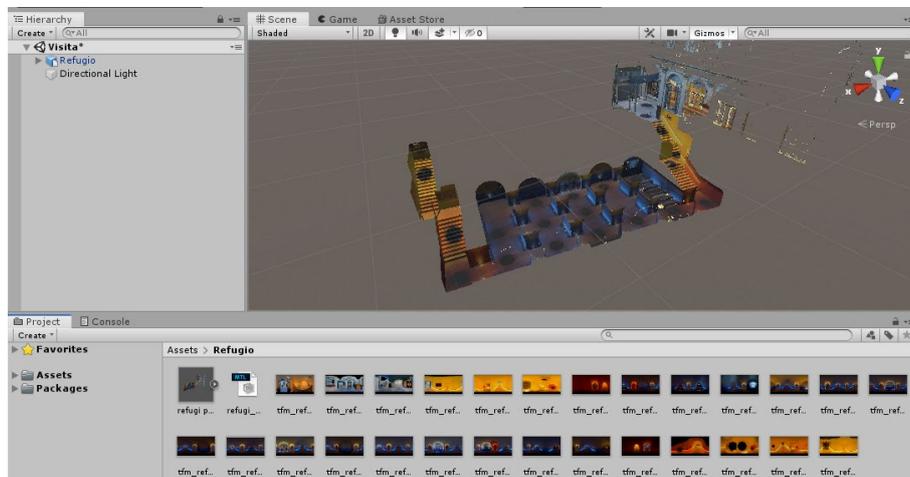


Figura 35. Pantalla principal de Unity con el Refugio texturizado

5.6.3. Movimiento y cámara en primera persona

Para el personaje se utiliza el asset First Person All-in-one, creado por Aedan Graves y escrito completamente en único archivo en C#, que permite personalizar el comportamiento del personaje a través de multitud de opciones (Figura 36).

“First Person AIO es un controlador de Open Source en primera persona para Unity Engine. Ofrece muchas opciones de personalización a la vez que sigue siendo amigable para los principiantes y fácil de configurar” (Graves, 2019).

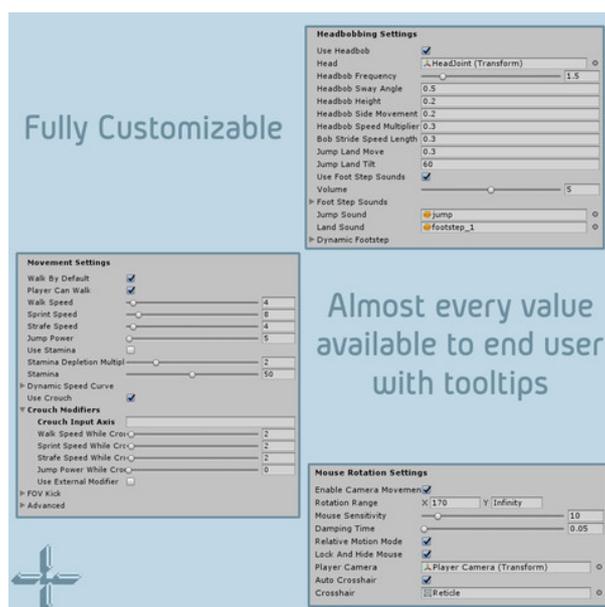


Figura 36. Propiedades del asset First Person All-in-one - Fuente: (Unity Asset Store)

Este asset está formado por una cámara unida a un cuerpo rígido (Figura 37) que es el que hará de “cuerpo de persona”, evitando que este pueda pasar a través de paredes o suelos y permitiendo sentir que se está moviendo un personaje.

La orientación de la cámara se realiza haciendo uso del ratón, rotando este hacia donde se desea que mire el personaje. Para su movimiento, se utilizan las flechas del teclado o la combinación de teclas WASD, muy utilizadas en el mundo de los videojuegos. El personaje también tiene la capacidad de realizar pequeños saltos presionando la barra espaciadora, necesario en caso de desear subir a alguna zona no accesible.

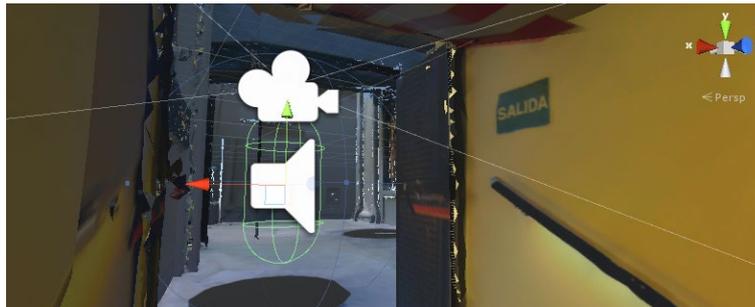


Figura 37. Personaje ubicado en la visita

Para poder utilizar dicho asset, se debe obtener primero desde la web de Unity de modo gratuito e indicar que se ejecute este en la aplicación, lo cual permite descargarlo y añadirlo en el proyecto actual.

Una vez descargado, se añade al proyecto y se editaran sus parámetros para adaptarlos a la visita al refugio, empezando para ello por la altura y anchura del personaje, modificando para ello los valores del Capsule Collider (Figura 38), indicando una altura de 1.2 y un grosor de 0.3, que le permitirá poder bajar por las escaleras sin chocar contra el techo y también pasar por la zona de los bancos del refugio, que es la más estrecha de la visita.

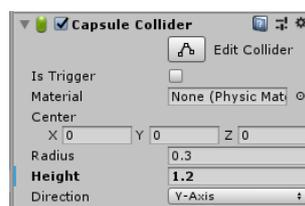


Figura 38. Propiedades Capsule Collider del personaje

El siguiente paso es la modificación de las características del controlador del personaje, tales como el funcionamiento del ratón o la velocidad a la que se desplazará el usuario.

Dado que el personaje se debe adaptar a las características propias de una persona, este debe poder realizar una rotación de 180 grados, pudiendo observar hacia donde desee, y lo debe realizar de una manera fluida, pero sin demasiada velocidad, de lo contrario los controles

resultarían demasiado complicados para un usuario inexperimentado; para ello, se reduce la sensibilidad del ratón.

Para mejorar la visualización, también se desactivará el retículo de centrado, que únicamente sirve para indicar el punto central en el cual está apuntando la visión del jugador.

Finalmente, el usuario debe andar por defecto, y realizar esto a una velocidad controlada, ya que al igual que ocurre con la rotación de la cámara, una velocidad demasiado rápida entorpecería la sensación de realidad final, teniendo en cuenta que es una visita a un monumento y la velocidad de paseo debe permitir visualizar todo correctamente. Del mismo modo, tampoco hay grandes obstáculos por superar, por lo cual, la potencia de salto debe ser reducida.



Figura 39. Propiedades ratón y movimiento del personaje

Respecto a los parámetros de visualización de la cámara, esta se debe asemejar al máximo a la vista normal de una persona, para ello, el tipo de proyección ha de ser una perspectiva, y el campo de visión humano en el eje vertical es de 75 grados. Dado que la zona es de dimensiones reducidas, la cámara debe ser capaz de enfocar todo el espectro.

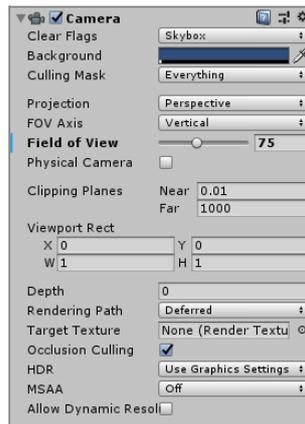


Figura 40. Propiedades cámara del personaje

El resultado final se puede observar en la *Figura 41*, donde se ve el ángulo de visión que resultará de esta configuración.



Figura 41. Vista en primera persona del resultado de la visita

Se guardará la escena creada con el objetivo de poder cargar esta desde la pantalla de inicio.

5.6.4. Pantalla inicio

La visita se ejecutará automáticamente al acceder a la página, por tanto, se creará una pantalla de inicio a partir de la cual se cargará el videojuego, para ello, se hará uso del asset Loader, creado por Michsky y descargable de manera gratuita de la web de Unity.

Según el propio desarrollador, “Loader es un sistema de carga que te permite crear una pantalla de carga hermosa y suave para tu juego” (Michsky, 2018).

Este asset dispone de pantallas de carga listas para usar con distintas características:

- Sistema de desencadenado
- Sistema de sugerencias
- Sistema de fondo aleatorio
- Presione cualquier tecla
- Pantalla de carga virtual

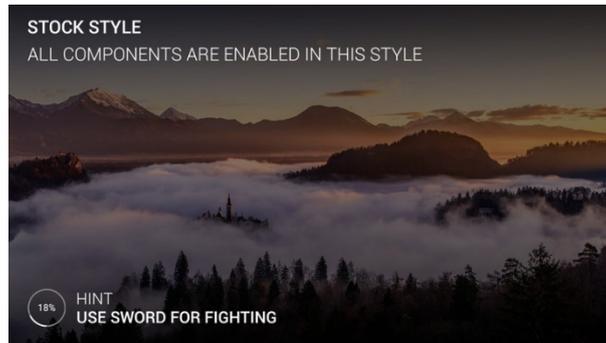


Figura 42. Plantilla Loader - Fuente: (Unity Asset Store)

Para ello, se partirá de la plantilla y se modificará la imagen de fondo y los textos que aparecen, al igual que la pantalla de carga posterior.



Figura 43. Plantilla inicio modificada

Para ejecutar la visita al refugio tras pulsar el botón de acceso, se modificará el funcionamiento de la función On Click () de este, indicando que debe ejecutar la escena que se ha almacenado con anterioridad (Figura 44).

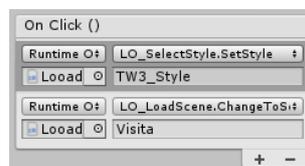


Figura 44. Función On Click () del botón Entrar

5.6.5. Exportación a WebGL

Unity permite realizar videojuegos para diferentes plataformas, siendo una de ellas la publicación en sitios web gracias a WebGL.

Según el grupo Khronos, consorcio impulsado por miembros que desarrolla estándares abiertos libres de royalties y los cuales desarrollan esta tecnología, “WebGL es un estándar web multiplataforma y sin royalties para una API de gráficos 3D de bajo nivel basada en OpenGL ES, expuesta a ECMAScript a través del elemento HTML5 Canvas. WebGL trae a la web un 3D sin complementos, implementado directamente en el navegador. Los principales proveedores de navegadores Apple (Safari), Google (Chrome), Microsoft (Edge) y Mozilla (Firefox) son miembros del Grupo de trabajo WebGL” (Khronos Group, s.f.).

En los parámetros de configuración (*Figura 45*), el primer paso será cargar las escenas que se desean crear en el orden que deben aparecer, para ello, se arrastrarán dichas escenas a la ventana de configuración y se seleccionará que se desea exportar el resultado en la plataforma WebGL para que Unity adapte automáticamente los plugins a dicha tecnología. En la pestaña Player Settings, se especificarán elementos tales como las medidas que tendrá la ventana gráfica del videojuego o si se desean insertar iconos, especificar la autoría o modificar el splash por defecto de Unity.

Finalmente, se seleccionará la opción Build para exportar el resultado final.

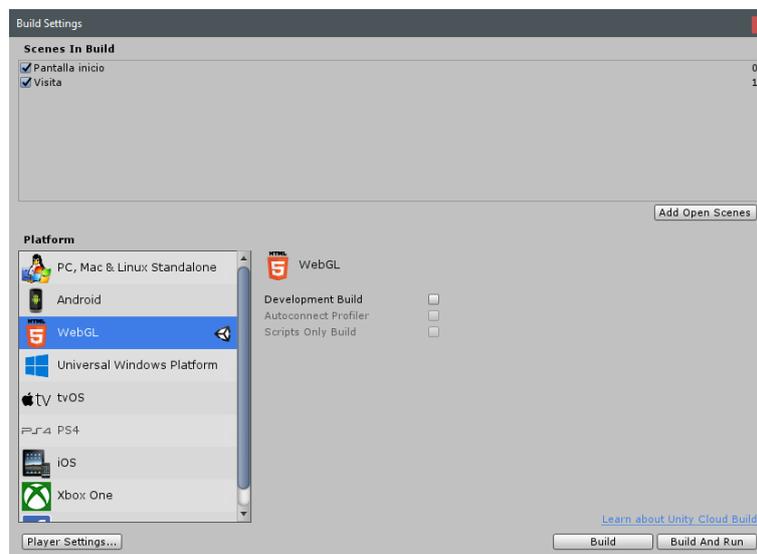


Figura 45. Parámetros configuración para la exportación de la visita en WebGL

5.7. Desarrollo vídeo visita virtual

Los navegadores de los dispositivos móviles no son capaces de ejecutar el contenido creado mediante WebGL, y debido a que gran parte de los usuarios puede tener su primer contacto con el proyecto a través de un dispositivo móvil, se ha optado por crear una visita en forma de recreación en vídeo sobre la nube de puntos obtenida del escáner.

Para llevar a cabo esto, se utilizará la nube de puntos completa filtrada y se asociará a un nuevo proyecto de Autodesk ReCap Pro, que permite la creación de vídeos a partir de nubes de puntos.

ReCap Pro es el software de Autodesk que permite la creación de modelos 3D a partir de fotografías o escaneados láser. De este modo, permite la importación de diferentes escaneados para su registro, y permite medir y editar estas nubes de puntos, que posteriormente se pueden exportar o crear vídeos que permiten enseñar el proyecto que se ha creado. También dispone de la extensión ReCap Photo con la cual se crean modelos tridimensionales a partir de fotografías aéreas o de objeto cercano. El producto final es una nube de puntos o malla preparada para herramientas de creación CAD y BIM.

Para conseguir la visita deseada, se van añadiendo las vistas (View States) que se desean obtener en el vídeo, desplazándose a través de la nube de puntos y seleccionando las ubicaciones deseadas (Figura 46). Se han creado un total de 100 vistas diferentes a lo largo del refugio.

Dado que se trabaja con nube de puntos y no con una malla sólida, se puede ver a través de los puntos los elementos que se encuentran ocultos. Para corregir esto en el vídeo, se debe compartimentar el refugio según estancias, activando y desactivando estas para cada View State, de modo que no aparezca nada a través de las paredes.

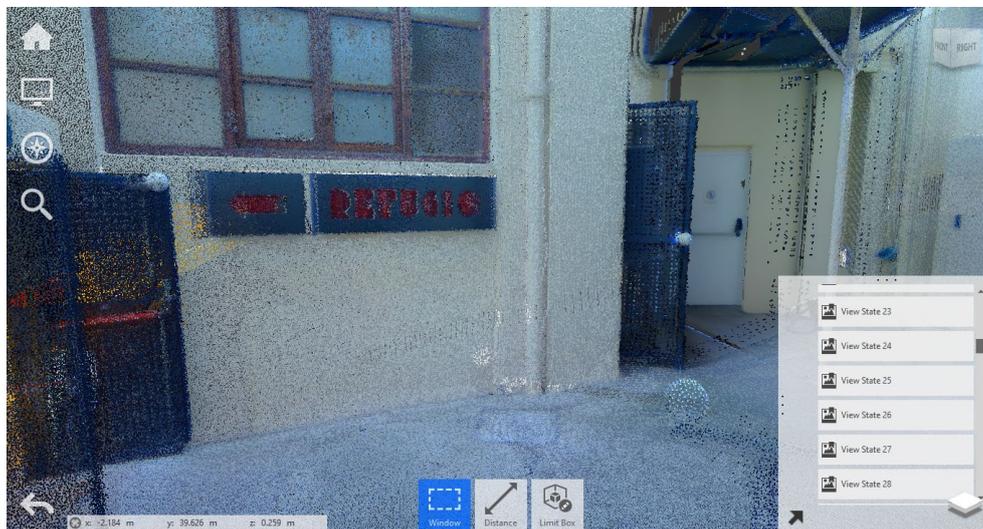


Figura 46. Ejemplo View State del Refugio en ReCap Pro

Una vez realizados todos los planos que realizará la cámara, se exportará el vídeo en resolución Full HD con un tiempo de transición de tres segundos entre una escena y la siguiente y una velocidad constante, sin detenerse en ningún punto.

El resultado obtenido se ambienta a la época en la que este fue construido, de modo que suenan las sirenas y la visita entra al refugio como lo harían las personas en la época, y una vez dentro

se oye el sonido de los aviones al acercarse y el bombardeo sobre la ciudad, con los llantos y nerviosismo de los niños que se encontraban refugiados dentro. Estos sonidos se han obtenido de manera gratuita de una librería de sonidos sin copyright, por lo que pueden ser utilizadas libremente. La edición del vídeo se realiza con el software Final Cut Pro (Figura 47).

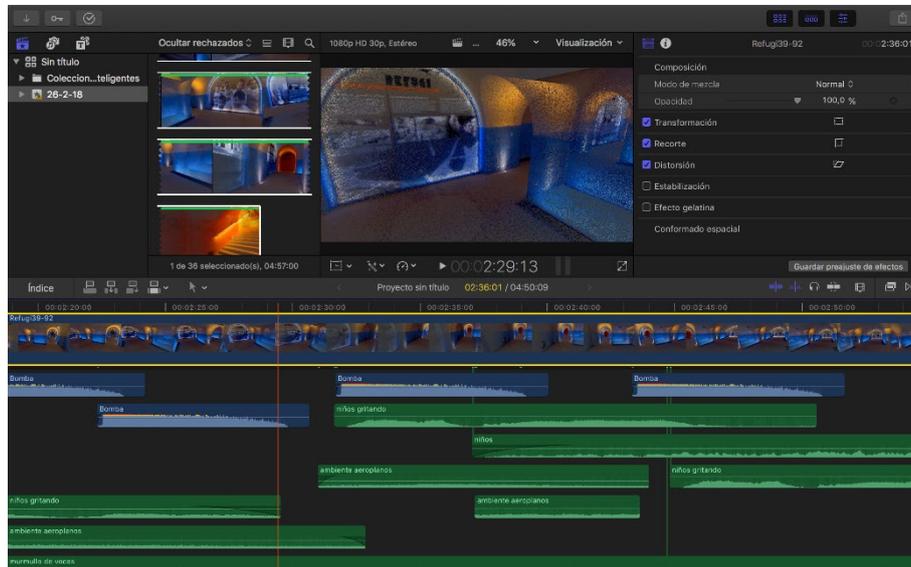


Figura 47. Edición de vídeo en Final Cut Pro para Mac

El vídeo final se comparte a través de la plataforma YouTube para que todos los visitantes de la página puedan acceder fácilmente, y se encuentra disponible a través del enlace: <https://youtu.be/VLotZ3KVfLM>



AJUNTAMENT DE VALÈNCIA
Visita virtual Refugi Ajuntament de València

Figura 48. Aspecto vídeo visita en YouTube

5.8. Desarrollo web

5.8.1. Elección de plantilla

El producto final será una página web accesible desde cualquier dispositivo, ya que está creada con un diseño responsivo que se adapta a todos los tamaños de pantalla, tanto de un ordenador como un teléfono móvil o una tableta.

Para crear esta web se partirá de la plantilla web gratuita Art Museum obtenida de la web Colorlib, que dispone de un gran número de plantillas gratuitas y de pago pensadas para WordPress.

Esta plantilla está creada según sus autores “para promover el arte y las exposiciones, Art Museum es la plantilla de museo web responsivo que mejor se adapta. Si bien no es necesario que sea un museo para usar la plantilla, Art Museum es ideal para ello. Es moderno y limpio, diseñado de manera que anuncie sus impresionantes obras de arte en la web. Además, vende entradas en línea y comienza a escribir un blog sobre tu museo y todo lo relacionado con él. Art Museum tiene una galería impresionante, una sección especial para sus próximos eventos y un formulario de contacto funcional con Google Maps. Todo está perfectamente empaquetado en la plantilla de sitio web de museo más completa y gratuita. La plantilla le da la oportunidad de atraer a más asistentes potenciales y tener su museo abarrotado todo el tiempo” (Colorlib, 2018).

Está licenciada bajo CC BY 3.0, lo que significa que se puede utilizar gratuitamente sin eliminar los créditos de pie de página, de lo contrario, se debe comprar una licencia con un coste de \$21, que permite su uso en cinco dominios distintos y un año de soporte.

La versión original se puede ver en el enlace: <https://colorlib.com/preview/#artmuseum>

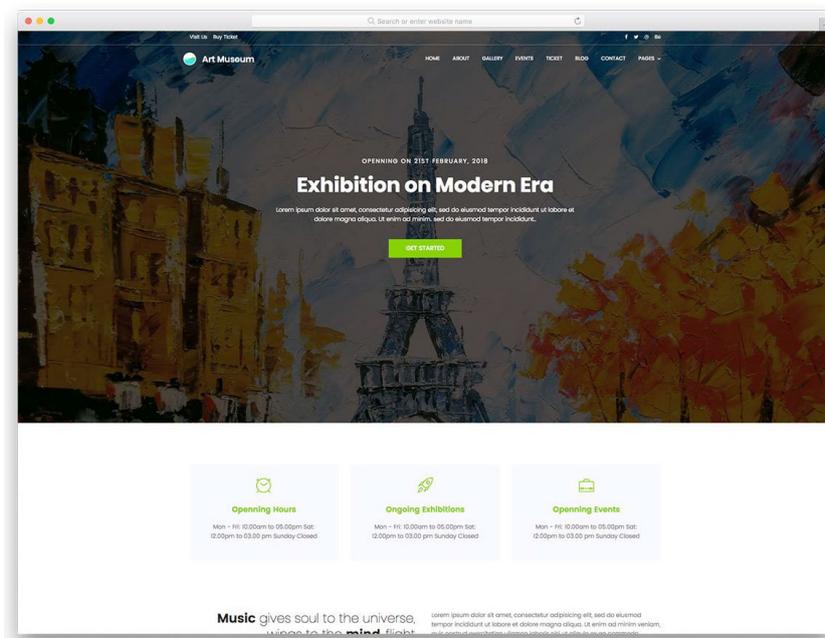


Figura 49. Plantilla Art Museum - Fuente: (Colorlib)

5.8.2. Creación y edición de las secciones

Para conseguir el resultado deseado, se irán modificando y creando nuevos HTML con el contenido que se desea mostrar. En primer lugar, la página de inicio (Figura 50) constará únicamente de una imagen de fondo con el texto informativo de la web, junto con los enlaces a las distintas secciones de esta, así como la opción para visualizar la web en castellano o en valenciano, adaptándose así a la realidad lingüística de València. También se añaden distintas pestañas de contacto en la parte superior derecha de esta, de este modo, se pretende dejar constancia de que se trata de un TFM y no una web oficial propiedad del Ayuntamiento de València.



Figura 50. Vista página inicio en escritorio (izq.) y versión móvil (dcha.)

La segunda pestaña es la correspondiente a la Historia (Figura 51), en ella, se especifica la historia de València durante la Guerra Civil, lo que motivó a la construcción de distintos refugios por la ciudad, con varios usos según el tipo de personas a los que estaban destinados.

Seguidamente, se muestra una imagen de Google Maps centrada en la ubicación del refugio, a la que se le añaden también los horarios de visita y teléfono de contacto, pulsando sobre el cual, en caso de estar en un dispositivo móvil, permite realizar una llamada para concertar cita para la visita presencial. Finalmente, se enlaza a información sobre otros cuatro refugios de la ciudad que aún quedan en pie.

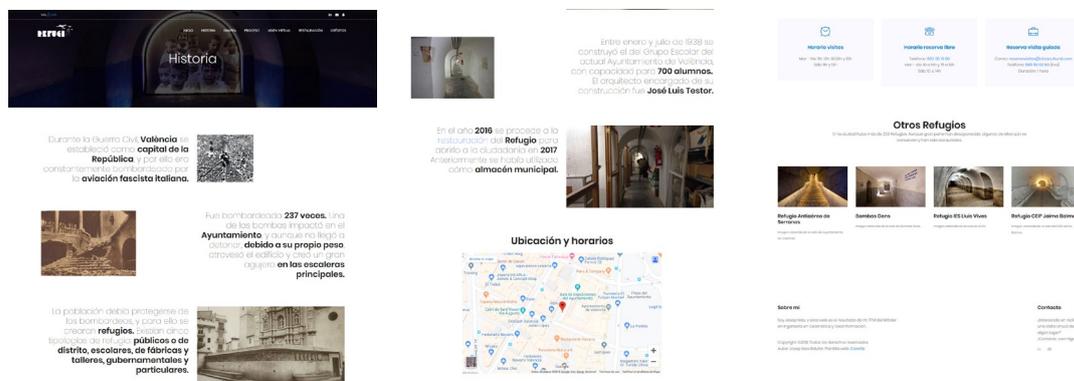
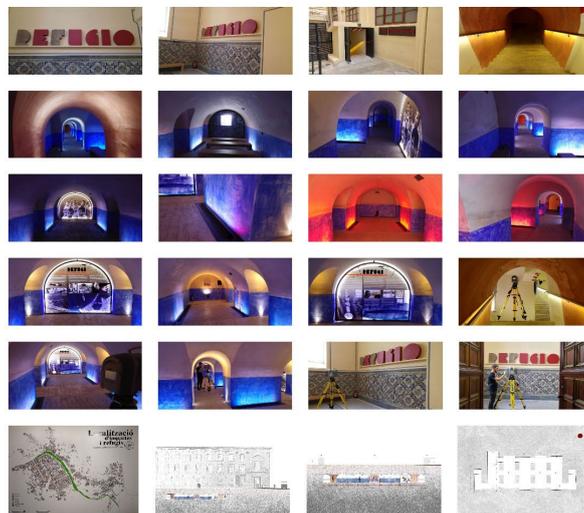


Figura 51. Vista de la sección historia

La siguiente sección está compuesta por una galería fotográfica del refugio, con las distintas estancias de esta, así como también los tres planos que se han creado para el Ayuntamiento en formato imagen. En ella, se pueden ver las miniaturas de las fotografías, que se amplían al pulsar sobre ellas y permite navegar entre ellas tanto con el teclado como con las flechas creadas a tal efecto.



Galeria fotogràfica



Sobre mi

Sóc Josep Mas, l'aquest web és el resultat del meu TFM del Màster en Enginyeria en Geomàtica i Geoinformació.

Copyright ©2019 Tots els drets reservats.
Autor: Josep Mas Bolufer. Plantilla web: Colorlib

Contacte

Interessat en realitzar una visita virtual d'algun lloc?
(Contacta amb mi)

in

Figura 52. Vista de la secció Galeria

La pestanya Proceso está compuesta por cuatro imágenes centradas que permiten pasar el ratón sobre ellas (Figura 53). Cuando esto ocurre, la imagen se oscurece y se crea sobre ella un texto sombreado (*hover*) que sirve para mostrar los nombres de los procesos que se han seguido en cada fase del proyecto: Planificación, Escaneado láser del Refugio, Tratamiento de datos 3D y Creación portal web y visita virtual.

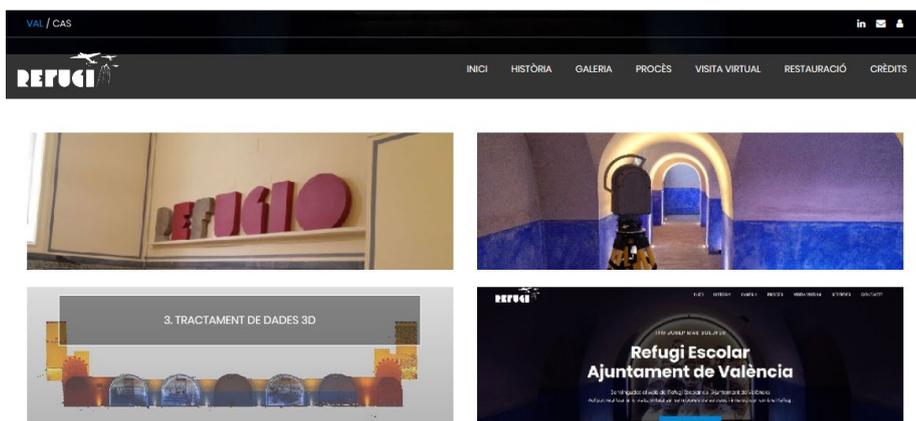


Figura 53. Funcionamiento hover sección Proceso

En el momento que se selecciona una de ellas, aparece una figura emergente que detalla las técnicas que se han utilizado en cada proceso (Figura 54).

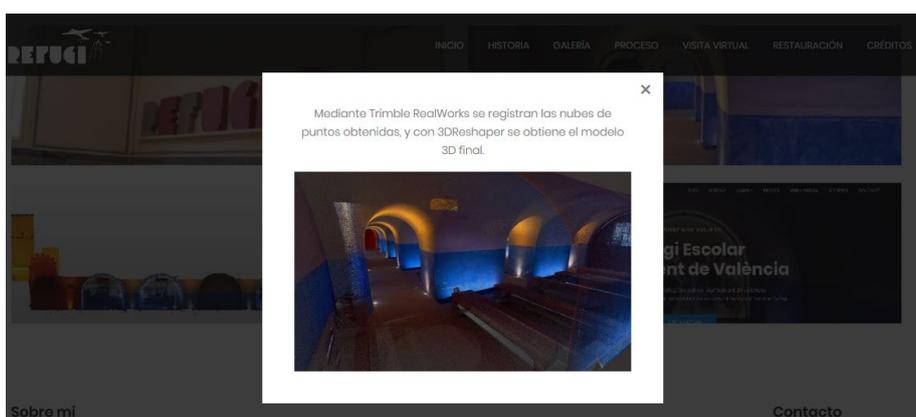


Figura 54. Pop up Procesos

La pestaña correspondiente a la visita virtual se detallará en los apartados 5.8.3., 5.8.4. y 5.8.5. del presente documento.

La sección correspondiente con el proceso de restauración practicado en el refugio consta de un texto suministrado por los técnicos del propio Ayuntamiento, en el cual se explica l tipología de refugio y que partes lo componen, así como los materiales y técnicas de construcción que se emplearon. Indica también los usos posteriores del refugio desde la Guerra Civil y el proceso seguido para su restauración y musealización.

Finalmente, la pestaña de créditos (Figura 55) ofrece información sobre la autoría del proyecto y la tutorización de este por parte del catedrático José Luís Lerma García, además de incluir un formulario de contacto y una nota de agradecimientos a pie de página.



Sobre el proyecto

Este proyecto ha sido realizado siguiendo la metodología Aprendizaje-Servicio y es fruto de un convenio de colaboración con el Ayuntamiento de Valencia.

 **Josep Mas Bolufer**
Autor del proyecto y alumno del Máster Universitario de Geomática y Geoinformación de la ETSIGCT

 **jomabo3@upv.es**
Envía cualquier sugerencia

 **José Luis Lerma García**
Tutor TFM y Catedrático del Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría de la Universitat Politècnica de València

Agradecimientos

Agradecer a mi madre, mi padre, mi hermano y mi amiga Adela por todo el apoyo mostrado durante el proyecto.

Copyright ©2019 Todos los derechos reservados
Autor: Josep Mas Bolufer. Plantilla web: [Colorlib](#)

Contacto

¿Interesado en realizar una visita virtual de algún lugar?
¡Contacta conmigo!

[in](#) [✉](#)

Figura 55. Vista de la sección Créditos

Dicho formulario envía una petición PHP, que se procesa y remite el correo electrónico con los datos introducidos a la dirección del alumno. En caso afirmativo, se muestra un mensaje de envío correcto, mostrando un mensaje de error si ocurre algún problema durante dicho proceso.

En el anexo 11.2. se puede encontrar el código HTML de una de las secciones de la web, en concreto el apartado dedicado a la Visita Virtual.

5.8.3. Integración visita en vídeo

La pestaña correspondiente a la visita virtual incluirá las instrucciones para el manejo del personaje en el videojuego de Unity e información sobre el contenido de esta sección.

El vídeo se integrará añadiendo el código embebido de YouTube en un *iframe* de 960x450 píxeles en la versión de escritorio, y empleando el código CSS de la *Figura 56* para que se adapte al tamaño de cada dispositivo móvil desde el cual se acceda. De este modo, el vídeo siempre ocupará un 100% del ancho de pantalla y tendrá también la altura completa que le corresponda a un vídeo en formato 16:9 según el ancho de este.

```
.video-responsive {  
  position: relative;  
  padding-bottom: 56.25%; /* 16/9 ratio */  
  padding-top: 30px; /* IE6 workaround */  
  height: 0;  
  overflow: hidden;  
}  
  
.video-responsive iframe,  
.video-responsive object,  
.video-responsive embed {  
  position: absolute;  
  top: 0;  
  left: 0;  
  width: 100%;  
  height: 100%;  
}
```

Figura 56. Código video-responsive

5.8.4. Integración visita Unity

Finalmente, se debe incorporar la visita realizada en Unity y creada en WebGL. Para ello, se modificará el código fuente obtenido de su exportación, eliminando para ello los textos externos que se crean y cambiando el logotipo de Unity por el de Refugi.

Se modificarán también las dimensiones del marco para adaptarlas a las del vídeo y obtener un diseño concordante.



Figura 57. Aspecto pantalla inicio visita Unity

5.8.5. Reconocimiento acceso dispositivo móvil desde la pestaña Visita

Dado que WebGL no es compatible con el navegador web de un dispositivo móvil (teléfono móvil o tableta), la pestaña que incluye el contenido de la visita virtual en Unity debe tener dos versiones distintas, una para ordenadores, y otra para móviles. Para ello, se debe añadir el código que se puede observar en la *Figura 58* al inicio de los HTML de la visita, cuya función es detectar el tipo de dispositivo desde el que se está accediendo y mostrar la versión adaptada si se accede desde un teléfono móvil o tableta o continuar con el HTML actual si es un ordenador.

```
<script>
(function() {
  var userAgent = navigator.userAgent || navigator.vendor || window.opera;
  var mobile = /(android|bb\d+|meego).+mobile|avantgo|bada\/|blackberry|blazer|compal|elaine|fennec|hiptop|iemobile|ip(hone|od)|iris|kindle|lge |maemo|midp|mmp|mobile.+fi
  // Your mobile URL
  var mobileURL = 'visita_mobi.html';

  if (mobile) {
    window.location = mobileURL + window.location.search + window.location.hash;
  }
})();
</script>
```

Figura 58. Función JS reconocimiento dispositivo de acceso

Se pueden ver la diferencia entre ambas versiones en la *Figura 59*, donde se representa a la izquierda la versión de escritorio y a la derecha la variante para dispositivos portables.



En primer lugar, puede visualizar un vídeo de la visita al Refugio creada a partir de la nube de puntos del lugar escaneado.
 En segundo lugar, puede realizar la visita creada con Unity del Refugio; para ello, es necesario el uso de teclado y ratón.
 Por favor, espere hasta que la visita se cargue; la velocidad de carga depende de su velocidad de conexión. Para salir de la visita, pulse la tecla ESC.

[INFORMACIÓN/CONTROLES](#)



Sobre mí

Soy Josep Mas, y esta web es el resultado de mi TFM del Máster en Ingeniería en Geomática y Geoinformación.

Copyright ©2019 Todos los derechos reservados
 Autor: Josep Mas Bolufer. Plantilla web: Colorlib

Contacto

¿Interesado en realizar una visita virtual de algún lugar?
 ¡Contáctame conmigo!



En esta versión adaptada a dispositivos móviles, se puede visualizar un vídeo de la visita al Refugio a partir de la nube de puntos.

[VISITA COMPLETA](#)



Sobre mí

Soy Josep Mas, y esta web es el resultado de mi TFM del Máster en Ingeniería en Geomática y Geoinformación.

Copyright ©2019 Todos los derechos reservados
 Autor: Josep Mas Bolufer. Plantilla web: Colorlib

Contacto

¿Interesado en realizar una visita virtual de algún lugar?
 ¡Contáctame conmigo!



Figura 59. Diferencias entre visita virtual para escritorio (izq.) y para dispositivo móvil (dcha.)

5.8.6. Google Analytics

Con la finalidad de poder analizar el comportamiento de los visitantes a la web y poder cuantificar el tráfico de esta, se hará uso de Google Analytics, que es la plataforma de Google que “obtiene datos y los compila en informes” (Google, 2019).

Para poder efectuar el seguimiento de un sitio web, el primer paso es crear una cuenta y seguidamente agregar el código JavaScript (Figura 60) en cada página del sitio. De este modo, la herramienta registrará cada acceso de un usuario a la página, almacenando su interacción con esta y otros parámetros como el dispositivo utilizado o su ubicación, permitiendo de este modo conocer el público principal y realizar los estudios necesarios con la finalidad de conseguir un mayor público o que espacios del sitio se deben potenciar o mejorar para atraer un número más elevado de tráfico.

En el código de la Figura 60, se debe sustituir UA-XXXX por el identificador asignado por Google Analytics para la presente web y que únicamente se debe utilizar en un mismo sitio web y es la que servirá para identificar el sitio y realizar su seguimiento.

```

<!-- Global site tag (gtag.js) - Google Analytics -->
<script async src="https://www.googletagmanager.com/gtag/js?id=UA-XXXX"></script>
<script>
  window.dataLayer = window.dataLayer || [];
  function gtag(){dataLayer.push(arguments);}
  gtag('js', new Date());

  gtag('config', 'UA-XXXX');
</script>

```

Figura 60. Código Google Analytics

5.9. Creación de planos

Con el objetivo de conocer las dimensiones reales de cada estancia del refugio, se crean tres planos:

- Sección longitudinal del refugio desde el corredor mayor de la construcción, ubicado en la parte oeste, orientando esta hacia el este.
- Plano de planta con corte a nivel un metro del suelo del refugio.
- Ubicación del refugio respecto a la fachada de la calle del Arzobispo Mayoral representada en valores de intensidad de los resultados obtenidos del escáner láser.

Todos los planos se realizan con la versión estudiante de Autodesk AutoCAD. “AutoCAD es un *software* de diseño asistido por ordenador (CAD) en el que arquitectos, ingenieros y profesionales de la construcción confían para producir dibujos y documentación en 2D” (Autodesk, 2019).

Para ello, el programa permite tanto la importación de imágenes como de nubes de puntos, siendo esta segunda opción la utilizada para el levantamiento del plano de planta, importando el proyecto de la nube de puntos creado con Autodesk ReCap, e importando una ortoimagen del refugio en el caso de la sección longitudinal del refugio (*Figura 61*) y en la ubicación de este respecto de la fachada.

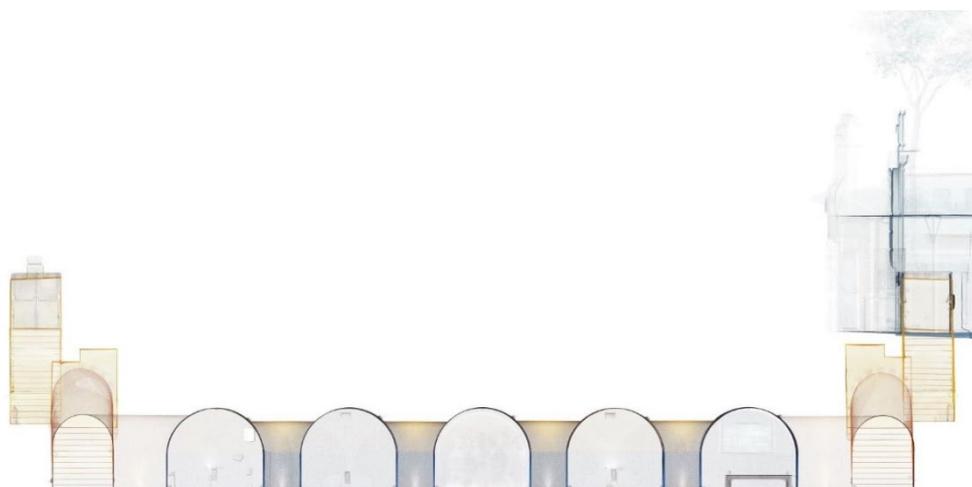


Figura 61. Ortoimagen del refugio por la sección longitudinal mayor

A partir de ellas, se digitalizan los contornos (*Figura 62*) para obtener el resultado final, teniendo en cuenta las partes visibles y ocultas del refugio, así como las diferentes profundidades que pueden existir en el caso de la sección. De este modo, serán visibles en primer plano los arcos del refugio y la parte que sobrepasa la cota del suelo, visibles en segundo plano el primer tramo de escaleras, y los distintos elementos ornamentales del refugio (bancos y luces), e invisibles el resto de los tramos de escaleras y el agujero de ventilación del refugio.

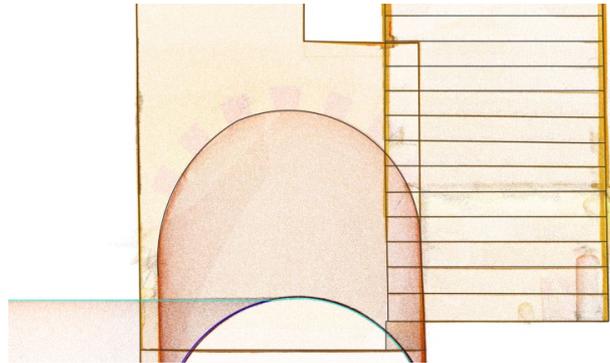


Figura 62. Digitalización contornos

Con la intención de poder conocer las dimensiones aproximadas del refugio sin mirar las acotaciones, se insertarán figuras de personas de tamaño real a la misma escala a la que se realiza la sección (1/75).

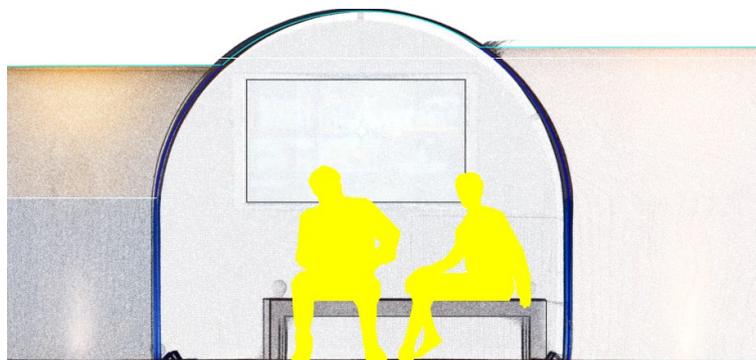


Figura 63. Personas sentadas en el banco del Refugio

Finalmente, se exporta el resultado final en formato PDF por capas para poder abrir este con Adobe Photoshop y añadir texturas a las paredes y un gradiente de suelo para indicar la profundidad del refugio y dar una idea más aclaradora de aquellas partes visibles e invisibles (*Figura 64*). Para aplicar las texturas, se han descargado imágenes libres de copyright que se adaptasen a la realidad del terreno y a partir de la creación de máscaras de capa se han aplicado a las zonas deseadas.

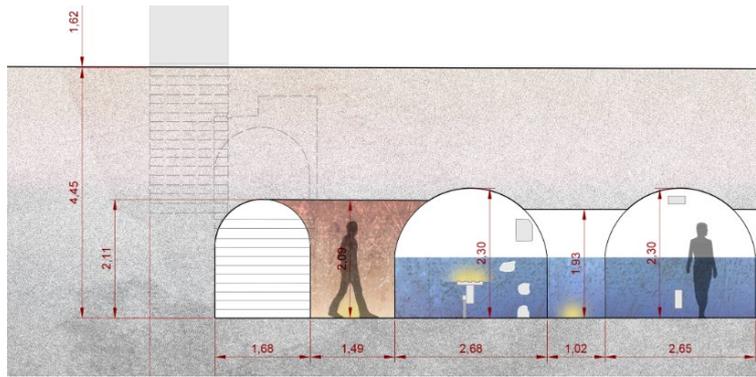


Figura 64. Parte de la sección del Refugio texturizada en Adobe Photoshop

Respecto al plano de ubicación del refugio respecto a la fachada del Ayuntamiento, se utilizará el mismo plano que se acaba de crear, pero ubicando sobre ella la imagen en valores de intensidad de los resultados obtenidos del láser escáner (Figura 65) en escala de grises. De este modo, se visualizará a nivel de suelo la fachada y se podrá observar en que ubicación queda el refugio al respecto de esta, tanto en posición como en cota.

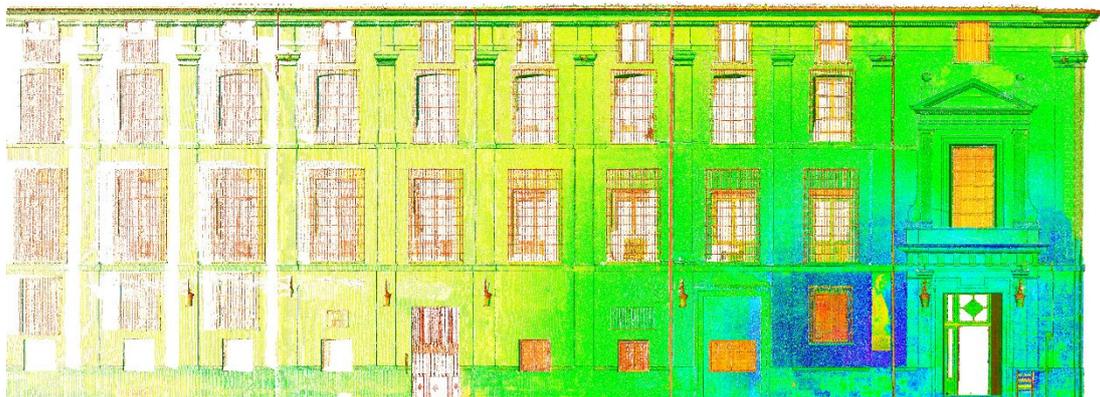


Figura 65. Fachada posterior del Ayuntamiento a partir de valores de intensidad de la nube de puntos

Finalmente, el plano de planta, al igual que la sección, se digitaliza a partir de la nube de puntos del refugio a una altura de un metro del suelo, por lo que únicamente se representaran las paredes de este junto con los pilares centrales que soportan las bóvedas, además de representar las escaleras para dar a conocer los accesos del refugio y hacer más entendible el plano.

Los tres planos se pueden observar en la sección de Cartografía del presente trabajo, ordenados del siguiente modo:

- Plano 1/3: Sección longitudinal del refugio desde el corredor mayor de la construcción
- Plano 2/3: Plano de planta
- Plano 3/3: Ubicación del refugio respecto a la fachada de la calle del Arzobispo Mayoral

6. Resultados

6.1. Publicación web y visita

6.1.1. Servicio de publicaciones web avanzado de la UPV

Para la publicación de la web se ha utilizado el servicio de publicaciones web avanzado de la UPV. Este servicio se ofrece de forma gratuita a todos los miembros de la comunidad universitaria, con diferentes opciones según el tipo de asociación existente con la Universitat (alumno o upvnet), habiendo los siguientes perfiles:

- **“Personales**, si va a ser una página dedicada a mostrar información de carácter personal.”
- **“Institucionales**, para mostrar información relacionada con la actividad Universitaria.”

(Mullor Casero & Turro Ribalta, 2018)

“El primer paso es dar de alta el servicio desde la intranet, rellenando un formulario e indicando de qué tipo de web se trata. La url de la web será de la forma:

- Si se ha dado de alta como PAS/PDI, <http://usuario.webs.upv.es> , donde 'usuario' es su login de usuario asignado anteriormente y que coincidirá con su login en la UPV.
- Si se ha dado de alta como ALUMNO, <http://usuario.upv.edu.es> , donde 'usuario' es su login de usuario asignado anteriormente y que coincidirá con su login en la UPV.
- Si es una web institucional, derivada de un proceso electoral o de otro tipo <http://nombredelsitio.webs.upv.es>, donde ‘nombredelsitio’ es el nombre que se elige en el proceso de creación.

Finalmente, se recibirá un correo de confirmación para poder acceder a la plataforma en la que publicar todos los archivos correspondientes a la página web, accediendo a través de la url <https://nombredelsitio.webs.upv.es:8443>” (Mullor Casero & Turro Ribalta, 2018).

Este servicio está ofrecido por Plesk, que, según la propia empresa, “es la plataforma de alojamiento WebOps líder para ejecutar, automatizar y hacer crecer aplicaciones, sitios web y empresas de alojamiento. Al ser la única plataforma independiente de los sistemas operativos, Plesk se está ejecutando en más de 384.000 servidores, automatizando más de 11M de sitios web y más de 19M de buzones de correo. Disponible en más de 32 idiomas en 140 países, el 50% de los 100 proveedores de servicios más importantes del mundo se están asociando con Plesk hoy” (Plesk, 2019).

Únicamente se necesitará subir todos los archivos que componen la web a la plataforma para poder visualizar esta.

Finalmente, con la intención de posicionar la web en el buscador de Google para que aparezca esta entre las búsquedas orgánicas, se deberá acceder a la Google Search Console, introducir el dominio de acceso a la web y a todas sus secciones y permitir que esta las indexe.

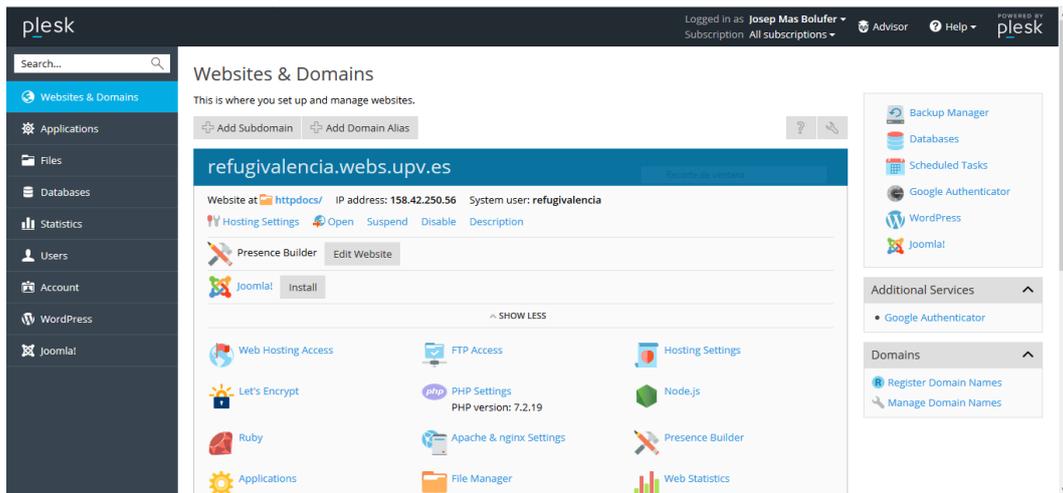


Figura 66. Página principal servidor Plesk donde se aloja la web

6.1.2. Nombre del sitio web y URL

Se ha optado por una web de tipo institucional para poder asignar a esta un nombre y no ser el usuario de la UPV para hacer de este modo más reconocible el sitio web y dotándolo de identidad propia, siendo *refugivalencia* el nombre del sitio web, accesible a partir del código QR de la Figura 67, o bien desde la URL <http://refugivalencia.webs.upv.es>



Figura 67. QR web refugivalencia

7. Presupuesto

A pesar de que el proyecto se plantea bajo la modalidad de aprendizaje-servicio y por tanto es un servicio ofrecido de forma altruista, se efectúa un presupuesto con la finalidad de conocer el coste que tendría el proyecto en el caso de realizarse este a modo de trabajo real.

El tiempo dedicado al escaneado es una jornada laboral entera de 8 horas, por lo que habría que contar con un egresado del Máster Universitario en Ingeniería Geomática y Geoinformación, además del alquiler del láser escáner.

El tratamiento de los datos y obtención del modelo 3D final supone un tiempo de trabajo de 22 horas, desglosadas del siguiente modo:

- 2h unión nubes de puntos
- 4h limpieza nube puntos
- 2h creación malla y reducción triángulos
- 6h corrección malla
- 1h edición fotos
- 8h aplicación de textura final

La creación de la visita en Unity implica un trabajo de 6 horas, y el desarrollo de esta en formato vídeo, implica 6 horas más, contando para ello tanto el procesado como el montaje del vídeo.

El trabajo que mayor peso requiere es la creación de la web y su publicación, con un total de 60 horas, ya que se deben crear todas las secciones y adaptarlas para una visualización correcta en cualquier dispositivo.

El diseño de los tres planos comporta un tiempo de 15 horas.

Finalmente, se han invertido 6 horas en reuniones con el Ayuntamiento, tanto para tratar los temas previos del trabajo como para la presentación de los resultados.

La duración total de los trabajos equivale a 123 horas de trabajo, que equivaldría a 15,5 días aproximadamente, y se dejarán 1,5 días de margen. El trabajo sería desarrollado en su totalidad por un egresado del Máster Universitario en Ingeniería Geomática y Geoinformación (MUIGG). Dado que existe un día de trabajo entero de campo, se pagarían dietas a razón de 15€/día sin IVA.

Para ello, los costes de personal obtenidos se pueden observar en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Gastos de personal

Gastos de personal		Días	Sueldo/Hora	Coste
	Egresado MUIGG	17	24	3.264
Dietas	1	15	15	

Respecto a los costes de ejecución del proyecto, se ofrecería un dominio y el servicio de alojamiento web durante un período de dos años, con un coste de 108€.

El alquiler del instrumental asciende a 285€ diarios.

Para realizar el trabajo de campo y asistir a las reuniones con el Ayuntamiento, se alquilará un coche, cuyo gasto y combustible asciende a 30€ diarios.

El alquiler de una oficina, un ordenador personal, el pago del software utilizado y la impresión de los planos, aunque estos costes únicamente se desembolsarían una vez, ya que no requieren un mantenimiento como lo precisa el alojamiento web.

Se realizará la compra de un ordenador portátil, valorado en 1.400€, con un plazo de amortización de 2 años, lo que implica 225 días anuales, el día sale a 3,11€

Respecto a los precios de los softwares, son los siguientes:

- 3DReshaper: importe anual de 5.870€, lo que implica 26,09€ diarios.
- ReCap Pro: importe mensual de 48,4€, lo que implica 2,3€ diarios.
- AutoCAD: importe mensual de 266,2€, lo que implica 12,67€ diarios.

Tabla 3. Gastos software y material

	Servicio o software	Días	Precio/Día	Día adicional	Coste
Gastos software y material	Alojamiento web 2 años				108
	Alquiler láser escáner	1	285		285
	Trimble RealWorks	3	80	60	200
	3DReshaper	10	26,09		260,99
	Autodesk ReCap Pro	2	2,3		4,61
	Autodesk AutoCAD	3	12,67		38,03
	Alquiler oficina	17	23,53		400
	Alquiler coche	3	30		90
	Ordenador	17	3,11		52,89
	Impresión planos A3	3 (uds)	0,5 (ud)		1,5

El coste total de los gastos del proyecto asciende a 4.720,02€, tal como se puede apreciar en la *Tabla 4*.

Tabla 4. Gastos totales

Gastos de personal	3.279
Gastos software y material	1.441,02
Gastos totales	4.720,02

Sobre el coste total del proyecto se debe añadir el beneficio industrial con el fin de obtener ganancias del trabajo. Este beneficio incrementa el gasto en un 10%, que en la práctica suponen 379,60€, sobre los cuales se sumará el IVA del 21%.

Tabla 5. Gastos + Beneficios e IVA

Gastos + Beneficios	5.192,02
IVA 21%	1.090,32

La valoración económica de realizar el escaneado láser del refugio para crear una visita virtual del refugio y una web sobre esta, además de realizar los planos de la construcción, corresponde a **6.282,34€ (seis mil doscientos ochenta y dos euros con treinta y cuatro céntimos)**.

8. Conclusiones

Tras la realización del presente trabajo se han alcanzado los objetivos planteados, ya que la web obtenida es accesible desde cualquier dispositivo y está adaptada a todo tipo de pantallas, permitiendo a los usuarios de dispositivo móvil poder realizar una visita en formato vídeo, y a los de escritorio, en este formato y en videojuego creado con Unity. Se ha conseguido de este modo aprender nuevos conceptos, como es dicho motor de videojuegos, y se han afianzado los conocimientos adquiridos durante el máster, como son el desarrollo web, el uso del escáner láser y el tratamiento de los datos 3D.

Respecto a futuras líneas de desarrollo, se podrían crear aplicaciones para Android y iOS, obteniendo un mayor alcance de usuarios. Además, adaptándose a las nuevas tecnologías, se podría realizar una visita en realidad virtual mediante gafas de realidad aumentada, tipo Oculus o similar, aunque esta parte estaría más enfocada a crear una experiencia en la cual poder visitar diversos museos desde un sitio en concreto, que se podría utilizar para publicitar la ciudad en ferias de turismo, dado que la mayor parte de la población no dispone de estas tecnologías en casa. Otro elemento de mejora, más trivial, es que la visita en Unity debería entrar en pausa cuando el usuario presionara la tecla ESC, que actualmente únicamente sirve para liberar el ratón y poder seguir navegando, de este modo, se podría evitar la confusión de que el videojuego aún continúa.

Finalmente, este tipo de proyectos contribuye a facilitar a la población el acceso a la visita de monumentos, y la metodología de trabajo empleada, aporta al estudiante ayuda en su desarrollo personal y profesional, ya que realiza un trabajo para la sociedad que le motiva a utilizar conceptos ya conocidos y aprender nuevos para su puesta en práctica.

La metodología aprendizaje-servicio sirve para hacer ver al alumno que sus trabajos tienen un gran valor para la sociedad, haciendo que estos se identifiquen plenamente en ellos y entiendan el potente compromiso social que conllevan.

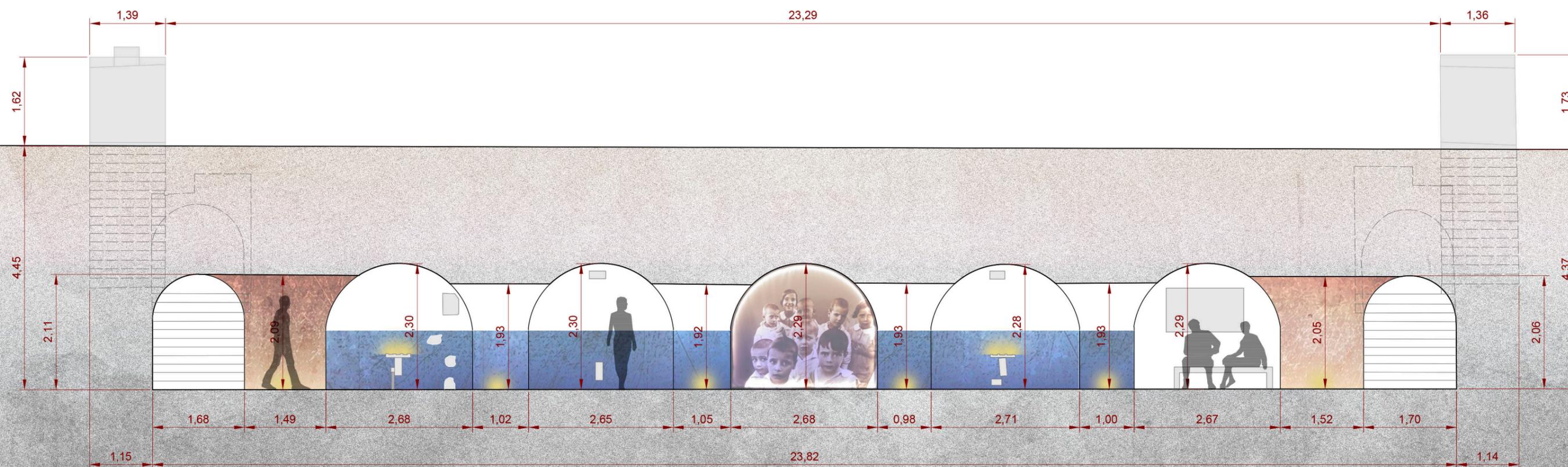
9. Referencias

- Abmayr, T., Härtl, F., Reinköster, M., & Fröhlich, C. (2005). Terrestrial laser scanning: Applications in cultural heritage conservation and civil engineering. *Proceedings of the ISPRS working group V4*.
- Ajuntament de València. Regidoria de Patrimoni Cultural i Recursos Culturals. (2017). *Tempesta de Ferro: els refugis antiaeris a València*. València: Ajuntament de València. Recuperado el 01 de junio de 2019
- Autodesk. (01 de enero de 2019). *AutoCAD*. Obtenido de AutoCAD: <https://www.autodesk.es/products/autocad/overview>
- Ballester, L. (10 de septiembre de 2007). Un refugio antiaéreo lleno de expedientes. *Levante-EMV*. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de Levante-EMV: <https://www.levante-emv.com/valencia/3652/refugio-antiaereo-lleno-expedientes/342191.html>
- Batlle, R. (18 de septiembre de 2019). *roserbatlle.net*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de roserbatlle.net: <https://roserbatlle.net/aprendizaje-servicio/>
- CloudCompare. (27 de abril de 2018). *CloudCompare*. Recuperado el 10 de junio de 2019, de CloudCompare: <http://www.cloudcompare.org/>
- Colorlib. (marzo de 2018). *Colorlib*. Recuperado el 20 de febrero de 2019, de Colorlib: <https://colorlib.com/wp/template/art-museum/>
- Google. (26 de junio de 2019). *Ayuda de Google Analytics*. Recuperado el 26 de junio de 2019, de Ayuda de Google Analytics: <https://support.google.com/analytics/answer/6383007?hl=es>
- Graves, A. (08 de febrero de 2019). *Unity Asset Store*. Recuperado el 29 de abril de 2019, de Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/packages/tools/input-management/first-person-all-in-one-135316>
- Khronos Group. (s.f.). *khronos.org*. Recuperado el 01 de julio de 2019, de khronos.org: <https://www.khronos.org/webgl/>
- Lerma, J., Navarro, S., Cabrelles, M., & Villaverde, V. (2010). Terrestrial laser scanning and close range photogrammetry for 3D archaeological documentation: the Upper Palaeolithic Cave of Parpalló as a case study. *Journal of Archaeological Science* (37(3)), 499-507.
- Mañana-Borrazás, P., Paz, A., & Blanco-Rotea, R. (2008). Una experiencia en la aplicación del Láser Escáner 3D a los procesos de documentación y análisis del Patrimonio Construido: su aplicación a Santa Eulalia de Bóveda (Lugo) y San Fiz de Solovio (Santiago de Compostela). *Arqueología de la Arquitectura*(5), 15-32.
- Michsky. (24 de mayo de 2018). *Unity Asset Store*. Recuperado el 10 de junio de 2019, de Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/packages/tools/gui/loader-loading-screen-system-118194>

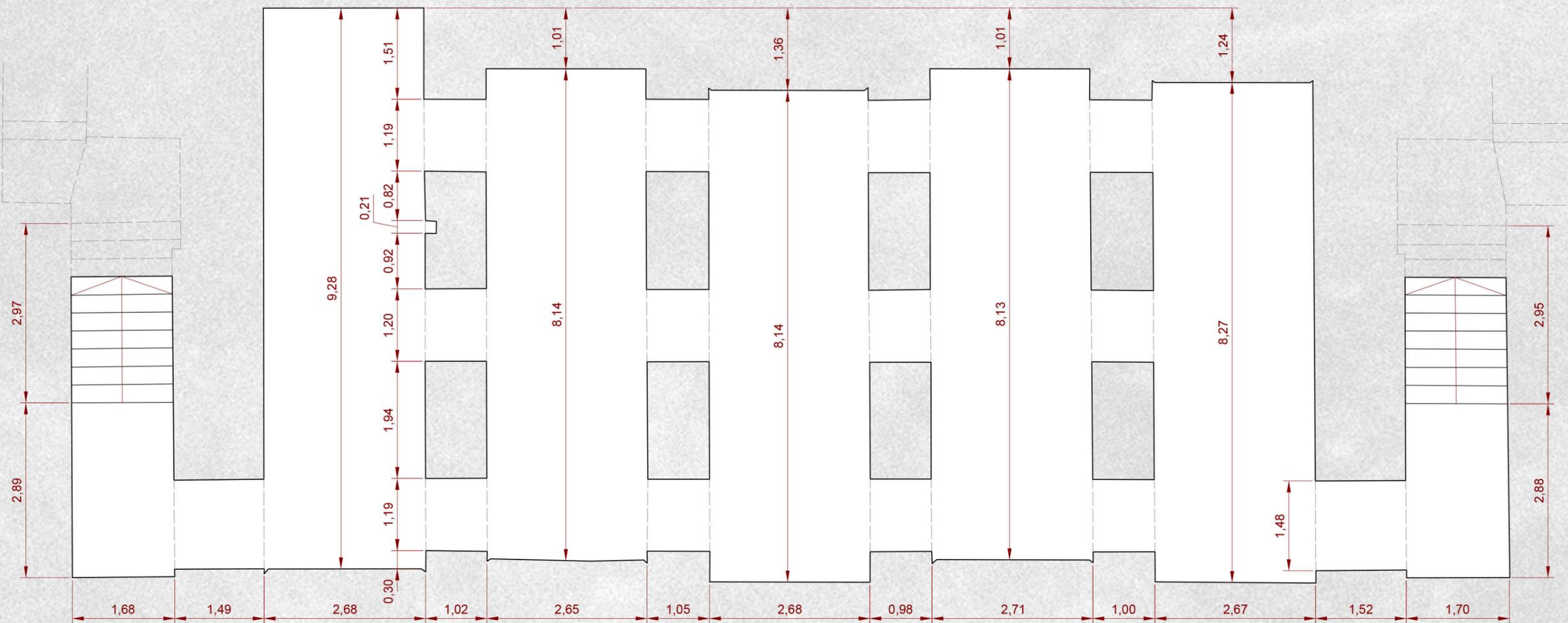
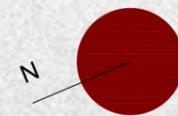
- Mullor Casero, R., & Turro Ribalta, C. (28 de noviembre de 2018). *Servicio de webs avanzadas*. Recuperado el 08 de abril de 2019, de Servicio de webs avanzadas: <https://wiki.upv.es/confluence/display/MANUALES/Servicio+de+webs+avanzadas>
- Navarro Castelló, C. (19 de abril de 2017). De refugio antiaéreo para 700 niños durante la Guerra Civil a museo . *eldiario.es*. Recuperado el 10 de junio de 2019, de eldiario.es: https://www.eldiario.es/cv/refugio-antiaereo-Guerra-Civil-museo_0_634836992.html
- Plesk. (2019). *Plesk*. Recuperado el 08 de abril de 2019, de Plesk: <https://www.plesk.com/about-us/>
- Riveiro, B., Morer, P., Arias, P., & De Arteaga, I. (2011). Terrestrial laser scanning and limit analysis of masonry arch bridges. *Construction and building materials* (25(4)), 1726-1735.
- TECHNODIGIT part of HEXAGON. (2015). *3DReshaper*. Recuperado el 10 de junio de 2019, de 3DReshaper: <https://www.3dreshaper.com/en/home-en/home-es>
- Trimble. (08 de junio de 2019). *Geotronics*. Recuperado el 08 de junio de 2019, de Geotronics: https://geotronics.es/files/products/249/TrimbleTX6_DS_ESP_GSE.pdf
- Trimble. (2019). *Trimble Geospatial*. Recuperado el 24 de junio de 2019, de Trimble Geospatial: <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-realworks>
- Trimble. (19 de febrero de 2019). Trimble RealWorks 11.1 User's Guide. Recuperado el 25 de mayo de 2019
- Unity. (2019). *Unity*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Unity: <https://unity.com/>

10. Cartografía

- 10.1. Plano 1/3: Sección longitudinal del refugio desde el corredor mayor de la construcción



10.2. Plano 2/3: Plano de planta



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

TÍTULO DEL PROYECTO | APRENDIZAJE-SERVICIO: CREACIÓN DE PORTAL WEB Y VISITA VIRTUAL MEDIANTE UNITY DEL REFUGIO ANTIAÉREO DEL AYUNTAMIENTO DE VALÈNCIA

AUTOR | Josep Mas Bolufer

TUTOR | José Luis Lerma García

FECHA | 05 - 07 - 2019

FIRMA |

PLANO | Planta del Refugio

ESCALA | 1:75

NÚMERO | 2 / 3

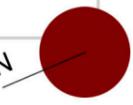
10.3. Plano 3/3: Ubicación del refugio respecto a la fachada de la calle del Arzobispo Mayoral



Calle del Periodista Azzati

Ajuntament de València

Calle del Arzobispo Mayoral



1 0 1 2 3 4 5 10 20 30 40 50



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

TÍTULO DEL PROYECTO | APRENDIZAJE-SERVICIO: CREACIÓN DE PORTAL WEB Y VISITA VIRTUAL MEDIANTE UNITY DEL REFUGIO ANTIAÉREO DEL AYUNTAMIENTO DE VALÈNCIA

AUTOR | Josep Mas Bolufer

TUTOR | José Luis Lerma García

FECHA | 05 - 07 - 2019

FIRMA |

PLANO | Ubicación del Refugio respecto al Ayuntamiento

ESCALA | 1:125

NÚMERO | 3 / 3

11. Anexos

11.1. Informe registro Trimble RealWorks

Registration Report (using TZF Scans)

User Name: jomabo3

Date: Wed Jul 3 10:44:59 2019

Project Name: tfm_refugio_join

Length Measurement Units: Millimeters

Coordinate System: X, Y, Z

Overall Cloud-to-Cloud Error: 2.95 mm

Station 001 - 18 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 002	0.79 mm	77%	100%
Station 003	1.07 mm	27%	100%
Station 004	1.90 mm	8%	73%
Station 005	2.85 mm	3%	100%
Station 006	41.36 mm	2%	5%
Station 007	52.17 mm	2%	3%
Station 008	51.66 mm	2%	6%
Station 009	74.07 mm	2%	11%
Station 010	68.61 mm	3%	13%
Station 011	46.18 mm	0%	2%
Station 012	64.79 mm	0%	1%
Station 013	49.68 mm	0%	2%
Station 014	41.30 mm	3%	16%
Station 015	49.00 mm	2%	10%
Station 016	48.24 mm	2%	11%
Station 035	57.48 mm	1%	4%
Station 036	49.27 mm	1%	3%
Station 037	48.64 mm	1%	7%

Station 002 - 19 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	0.79 mm	77%	100%
Station 003	0.96 mm	29%	100%
Station 004	1.80 mm	6%	95%
Station 005	3.41 mm	3%	100%
Station 006	12.00 mm	1%	100%
Station 007	44.67 mm	0%	2%
Station 008	56.17 mm	0%	2%
Station 009	70.16 mm	0%	2%
Station 010	64.47 mm	1%	4%
Station 011	50.11 mm	0%	2%
Station 012	49.72 mm	0%	1%
Station 013	49.82 mm	0%	2%
Station 014	41.71 mm	3%	15%
Station 015	54.93 mm	1%	6%
Station 016	55.57 mm	1%	6%
Station 030	49.88 mm	0%	1%
Station 035	55.50 mm	0%	1%
Station 036	42.95 mm	1%	5%
Station 037	50.54 mm	1%	7%

Station 003 - 35 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	1.07 mm	27%	100%
Station 002	0.96 mm	29%	100%
Station 004	0.96 mm	55%	100%
Station 005	1.01 mm	47%	100%
Station 006	1.52 mm	14%	100%
Station 007	1.74 mm	2%	100%
Station 008	5.95 mm	2%	100%
Station 009	13.86 mm	1%	100%
Station 010	26.68 mm	1%	100%
Station 011	58.40 mm	1%	3%
Station 012	56.48 mm	1%	4%
Station 013	50.46 mm	1%	3%
Station 014	47.01 mm	2%	10%
Station 015	41.95 mm	1%	4%
Station 016	46.76 mm	1%	5%
Station 017	40.79 mm	0%	1%
Station 018	46.72 mm	0%	1%
Station 019	58.72 mm	0%	1%
Station 020	46.92 mm	0%	1%
Station 021	41.62 mm	0%	1%
Station 022	51.34 mm	0%	1%
Station 023	45.18 mm	0%	1%

Station 024	40.40 mm	0%	1%
Station 025	44.47 mm	0%	1%
Station 026	48.80 mm	0%	1%
Station 027	49.91 mm	0%	1%
Station 028	46.90 mm	0%	1%
Station 029	53.00 mm	0%	1%
Station 030	60.10 mm	0%	1%
Station 031	37.56 mm	0%	1%
Station 032	40.70 mm	0%	1%
Station 033	48.47 mm	0%	1%
Station 035	51.06 mm	0%	1%
Station 036	50.12 mm	1%	3%
Station 037	45.83 mm	2%	11%

Station 004 - 35 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	1.90 mm	8%	73%
Station 002	1.80 mm	6%	95%
Station 003	0.96 mm	55%	100%
Station 005	1.16 mm	72%	100%
Station 006	1.46 mm	19%	100%
Station 007	1.67 mm	4%	100%
Station 008	2.17 mm	3%	100%
Station 009	10.81 mm	1%	100%
Station 010	23.74 mm	2%	100%
Station 011	48.03 mm	1%	3%
Station 012	57.01 mm	1%	5%
Station 013	50.59 mm	1%	5%
Station 014	50.11 mm	1%	6%
Station 015	54.72 mm	1%	3%
Station 016	53.32 mm	1%	3%
Station 017	39.66 mm	0%	1%
Station 018	52.03 mm	0%	0%
Station 019	51.48 mm	0%	1%
Station 020	46.85 mm	0%	2%
Station 021	50.37 mm	0%	1%
Station 022	48.48 mm	0%	1%
Station 023	57.74 mm	0%	1%
Station 024	46.68 mm	0%	1%
Station 025	48.32 mm	0%	1%
Station 026	49.76 mm	0%	1%
Station 027	48.35 mm	0%	1%
Station 028	48.12 mm	0%	0%
Station 029	52.69 mm	0%	1%
Station 030	51.04 mm	0%	1%
Station 031	47.94 mm	0%	0%
Station 032	54.79 mm	0%	1%
Station 033	47.26 mm	0%	1%
Station 035	49.43 mm	0%	0%
Station 036	46.48 mm	1%	4%
Station 037	51.47 mm	2%	10%

Station 005 - 34 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	2.85 mm	3%	100%
Station 002	3.41 mm	3%	100%
Station 003	1.01 mm	47%	100%
Station 004	1.16 mm	72%	100%
Station 006	0.97 mm	32%	100%
Station 007	0.88 mm	12%	100%
Station 008	2.49 mm	7%	100%
Station 009	3.93 mm	3%	100%
Station 010	8.73 mm	3%	100%
Station 011	51.93 mm	0%	1%
Station 012	79.14 mm	2%	10%
Station 013	54.18 mm	1%	5%
Station 014	54.57 mm	1%	4%

Station 015	45.77 mm	0%	2%
Station 016	44.91 mm	0%	2%
Station 017	53.02 mm	0%	1%
Station 018	45.92 mm	0%	2%
Station 019	47.72 mm	0%	2%
Station 020	48.63 mm	0%	2%
Station 021	51.60 mm	0%	2%
Station 022	48.09 mm	0%	1%
Station 023	45.96 mm	0%	1%
Station 024	45.09 mm	0%	1%
Station 025	41.82 mm	0%	1%
Station 026	56.27 mm	0%	1%
Station 027	53.36 mm	0%	1%
Station 028	44.96 mm	0%	1%
Station 029	44.87 mm	0%	1%
Station 030	50.95 mm	0%	1%
Station 031	42.55 mm	0%	1%
Station 032	53.26 mm	0%	1%
Station 033	47.18 mm	0%	1%
Station 036	45.50 mm	0%	2%
Station 037	47.62 mm	1%	7%

Station 006 - 33 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	41.36 mm	2%	5%
Station 002	12.00 mm	1%	100%
Station 003	1.52 mm	14%	100%
Station 004	1.46 mm	19%	100%
Station 005	0.97 mm	32%	100%
Station 007	0.70 mm	71%	100%
Station 008	1.09 mm	58%	100%
Station 009	2.05 mm	46%	77%
Station 010	2.24 mm	39%	100%
Station 011	3.81 mm	2%	11%
Station 012	33.85 mm	6%	28%
Station 013	49.23 mm	1%	4%
Station 014	45.06 mm	1%	4%
Station 015	51.03 mm	0%	2%
Station 016	50.68 mm	0%	2%
Station 017	53.16 mm	0%	1%
Station 018	40.63 mm	0%	1%
Station 019	48.46 mm	0%	1%
Station 020	42.53 mm	0%	1%
Station 021	53.62 mm	0%	1%
Station 022	54.67 mm	0%	1%
Station 023	57.41 mm	0%	1%
Station 024	52.83 mm	0%	1%
Station 025	51.25 mm	0%	1%
Station 026	49.33 mm	0%	1%
Station 027	49.96 mm	0%	1%
Station 028	46.95 mm	0%	1%
Station 029	43.89 mm	0%	1%
Station 030	47.70 mm	0%	1%
Station 031	52.66 mm	0%	1%
Station 032	56.48 mm	0%	1%
Station 036	56.20 mm	0%	2%
Station 037	53.24 mm	1%	6%

Station 007 - 34 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	52.17 mm	2%	3%
Station 002	44.67 mm	0%	2%
Station 003	1.74 mm	2%	100%
Station 004	1.67 mm	4%	100%
Station 005	0.88 mm	12%	100%
Station 006	0.70 mm	71%	100%
Station 008	0.82 mm	74%	100%

Station 009	1.37 mm	54%	38%
Station 010	1.81 mm	43%	29%
Station 011	3.48 mm	2%	100%
Station 012	35.65 mm	7%	35%
Station 013	40.01 mm	0%	2%
Station 014	48.92 mm	1%	5%
Station 015	47.40 mm	1%	3%
Station 016	49.36 mm	1%	3%
Station 017	53.05 mm	0%	1%
Station 018	49.52 mm	0%	1%
Station 019	56.01 mm	0%	1%
Station 020	44.34 mm	0%	1%
Station 021	47.37 mm	0%	1%
Station 022	48.78 mm	0%	1%
Station 023	54.15 mm	0%	1%
Station 024	43.47 mm	0%	1%
Station 025	48.61 mm	0%	1%
Station 026	43.36 mm	0%	1%
Station 027	46.82 mm	0%	1%
Station 028	43.07 mm	0%	1%
Station 029	44.30 mm	0%	1%
Station 030	47.70 mm	0%	1%
Station 031	51.56 mm	0%	1%
Station 032	52.66 mm	0%	1%
Station 033	42.50 mm	0%	1%
Station 036	48.63 mm	1%	4%
Station 037	48.86 mm	1%	4%

Station 008 - 34 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	51.66 mm	2%	6%
Station 002	56.17 mm	0%	2%
Station 003	5.95 mm	2%	100%
Station 004	2.17 mm	3%	100%
Station 005	2.49 mm	7%	100%
Station 006	1.09 mm	58%	100%
Station 007	0.82 mm	74%	100%
Station 009	0.91 mm	75%	100%
Station 010	1.24 mm	59%	60%
Station 011	3.25 mm	3%	100%
Station 012	18.75 mm	5%	100%
Station 013	34.32 mm	1%	5%
Station 014	48.40 mm	1%	4%
Station 015	53.38 mm	0%	2%
Station 016	42.62 mm	0%	2%
Station 017	32.47 mm	0%	1%
Station 018	44.26 mm	0%	1%
Station 019	46.24 mm	0%	1%
Station 020	57.77 mm	0%	2%
Station 021	54.87 mm	0%	1%
Station 022	51.74 mm	0%	1%
Station 023	53.21 mm	0%	1%
Station 024	46.83 mm	0%	1%
Station 025	43.32 mm	0%	1%
Station 026	53.59 mm	0%	1%
Station 027	58.83 mm	0%	1%
Station 028	55.46 mm	0%	1%
Station 029	48.67 mm	0%	1%
Station 030	59.96 mm	0%	1%
Station 031	60.78 mm	0%	1%
Station 032	65.24 mm	0%	1%
Station 033	52.14 mm	0%	1%
Station 036	51.64 mm	1%	3%
Station 037	49.85 mm	1%	5%

Station 009 - 35 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
-------------	----------------------	-----------------------	----------------

Station 001	74.07 mm	2%	11%
Station 002	70.16 mm	0%	2%
Station 003	13.86 mm	1%	100%
Station 004	10.81 mm	1%	100%
Station 005	3.93 mm	3%	100%
Station 006	2.05 mm	46%	77%
Station 007	1.37 mm	54%	38%
Station 008	0.91 mm	75%	100%
Station 010	0.75 mm	72%	100%
Station 011	2.99 mm	6%	100%
Station 012	2.21 mm	5%	100%
Station 013	37.15 mm	1%	7%
Station 014	36.68 mm	1%	5%
Station 015	41.58 mm	1%	7%
Station 016	42.68 mm	1%	7%
Station 017	33.47 mm	1%	3%
Station 018	53.01 mm	0%	2%
Station 019	42.20 mm	0%	2%
Station 020	46.09 mm	0%	0%
Station 021	57.82 mm	0%	2%
Station 022	68.18 mm	0%	2%
Station 023	46.71 mm	0%	1%
Station 024	52.53 mm	0%	1%
Station 025	56.26 mm	0%	1%
Station 026	52.19 mm	1%	3%
Station 027	62.25 mm	0%	2%
Station 028	51.51 mm	0%	1%
Station 029	55.31 mm	0%	1%
Station 030	50.53 mm	0%	1%
Station 031	58.27 mm	0%	1%
Station 032	66.48 mm	0%	1%
Station 033	45.76 mm	0%	1%
Station 034	42.94 mm	0%	0%
Station 036	48.17 mm	1%	4%
Station 037	51.88 mm	1%	6%

Station 010 - 33 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	68.61 mm	3%	13%
Station 002	64.47 mm	1%	4%
Station 003	26.68 mm	1%	100%
Station 004	23.74 mm	2%	100%
Station 005	8.73 mm	3%	100%
Station 006	2.24 mm	39%	100%
Station 007	1.81 mm	43%	29%
Station 008	1.24 mm	59%	60%
Station 009	0.75 mm	72%	100%
Station 011	1.32 mm	22%	100%
Station 012	1.11 mm	25%	100%
Station 013	1.38 mm	12%	100%
Station 014	9.60 mm	8%	100%
Station 015	65.19 mm	1%	7%
Station 016	65.45 mm	1%	7%
Station 017	57.19 mm	1%	5%
Station 018	47.89 mm	0%	2%
Station 019	56.87 mm	0%	2%
Station 020	54.59 mm	0%	2%
Station 021	51.67 mm	0%	1%
Station 022	64.61 mm	0%	1%
Station 023	58.95 mm	0%	1%
Station 024	63.91 mm	0%	1%
Station 025	52.41 mm	0%	1%
Station 026	53.89 mm	0%	1%
Station 027	48.05 mm	0%	1%
Station 028	48.01 mm	0%	1%
Station 029	49.02 mm	0%	1%
Station 030	61.89 mm	0%	1%
Station 031	51.37 mm	0%	1%

Station 032	42.87 mm	0%	1%
Station 036	54.01 mm	1%	3%
Station 037	47.85 mm	1%	6%

Station 011 - 34 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	46.18 mm	0%	2%
Station 002	50.11 mm	0%	2%
Station 003	58.40 mm	1%	3%
Station 004	48.03 mm	1%	3%
Station 005	51.93 mm	0%	1%
Station 006	3.81 mm	2%	11%
Station 007	3.48 mm	2%	100%
Station 008	3.25 mm	3%	100%
Station 009	2.99 mm	6%	100%
Station 010	1.32 mm	22%	100%
Station 012	0.95 mm	61%	100%
Station 013	0.73 mm	33%	100%
Station 014	1.27 mm	21%	100%
Station 015	1.54 mm	6%	100%
Station 016	1.99 mm	6%	100%
Station 017	9.83 mm	3%	100%
Station 018	2.63 mm	1%	100%
Station 019	50.60 mm	0%	2%
Station 020	57.38 mm	0%	2%
Station 021	53.19 mm	0%	1%
Station 022	52.67 mm	0%	1%
Station 023	5.37 mm	1%	100%
Station 024	15.31 mm	0%	100%
Station 025	52.07 mm	0%	1%
Station 026	54.90 mm	0%	1%
Station 027	59.32 mm	0%	1%
Station 028	46.58 mm	0%	1%
Station 029	20.13 mm	0%	100%
Station 030	18.20 mm	0%	100%
Station 031	47.23 mm	0%	1%
Station 032	69.95 mm	0%	1%
Station 033	7.66 mm	0%	100%
Station 036	48.69 mm	1%	4%
Station 037	46.70 mm	0%	2%

Station 012 - 35 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	64.79 mm	0%	1%
Station 002	49.72 mm	0%	1%
Station 003	56.48 mm	1%	4%
Station 004	57.01 mm	1%	5%
Station 005	79.14 mm	2%	10%
Station 006	33.85 mm	6%	28%
Station 007	35.65 mm	7%	35%
Station 008	18.75 mm	5%	100%
Station 009	2.21 mm	5%	100%
Station 010	1.11 mm	25%	100%
Station 011	0.95 mm	61%	100%
Station 013	1.13 mm	32%	100%
Station 014	2.47 mm	16%	100%
Station 015	66.98 mm	1%	7%
Station 016	88.47 mm	1%	7%
Station 017	26.23 mm	2%	100%
Station 018	44.59 mm	0%	2%
Station 019	56.32 mm	0%	2%
Station 020	47.38 mm	0%	2%
Station 021	49.09 mm	0%	2%
Station 022	46.77 mm	0%	2%
Station 023	42.90 mm	0%	1%
Station 024	44.51 mm	0%	1%
Station 025	47.44 mm	0%	1%
Station 026	39.49 mm	0%	1%

Station 027	47.36 mm	0%	1%
Station 028	54.74 mm	0%	1%
Station 029	57.24 mm	0%	1%
Station 030	50.23 mm	0%	1%
Station 031	53.36 mm	0%	1%
Station 032	54.25 mm	0%	1%
Station 033	56.35 mm	0%	0%
Station 034	36.20 mm	0%	1%
Station 036	48.89 mm	1%	4%
Station 037	43.63 mm	1%	4%

Station 013 - 35 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	49.68 mm	0%	2%
Station 002	49.82 mm	0%	2%
Station 003	50.46 mm	1%	3%
Station 004	50.59 mm	1%	5%
Station 005	54.18 mm	1%	5%
Station 006	49.23 mm	1%	4%
Station 007	40.01 mm	0%	2%
Station 008	34.32 mm	1%	5%
Station 009	37.15 mm	1%	7%
Station 010	1.38 mm	12%	100%
Station 011	0.73 mm	33%	100%
Station 012	1.13 mm	32%	100%
Station 014	0.82 mm	58%	100%
Station 015	1.10 mm	22%	100%
Station 016	1.23 mm	21%	100%
Station 017	5.27 mm	10%	100%
Station 018	0.96 mm	3%	100%
Station 019	48.82 mm	1%	4%
Station 020	48.29 mm	1%	4%
Station 021	50.00 mm	0%	2%
Station 022	49.74 mm	0%	2%
Station 023	2.13 mm	2%	100%
Station 024	3.98 mm	1%	100%
Station 025	42.32 mm	0%	2%
Station 026	58.43 mm	1%	3%
Station 027	58.13 mm	0%	2%
Station 028	44.62 mm	0%	1%
Station 029	5.16 mm	1%	100%
Station 030	6.17 mm	1%	100%
Station 031	50.18 mm	0%	2%
Station 032	66.28 mm	1%	4%
Station 033	4.31 mm	1%	100%
Station 034	43.45 mm	0%	1%
Station 036	45.10 mm	1%	4%
Station 037	45.04 mm	1%	5%

Station 014 - 35 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	41.30 mm	3%	16%
Station 002	41.71 mm	3%	15%
Station 003	47.01 mm	2%	10%
Station 004	50.11 mm	1%	6%
Station 005	54.57 mm	1%	4%
Station 006	45.06 mm	1%	4%
Station 007	48.92 mm	1%	5%
Station 008	48.40 mm	1%	4%
Station 009	36.68 mm	1%	5%
Station 010	9.60 mm	8%	100%
Station 011	1.27 mm	21%	100%
Station 012	2.47 mm	16%	100%
Station 013	0.82 mm	58%	100%
Station 015	0.81 mm	49%	100%
Station 016	0.99 mm	46%	100%
Station 017	1.46 mm	19%	100%

Station 018	55.57 mm	1%	6%
Station 019	52.39 mm	2%	9%
Station 020	44.30 mm	3%	16%
Station 021	43.17 mm	3%	14%
Station 022	49.11 mm	1%	4%
Station 023	41.64 mm	1%	4%
Station 024	47.07 mm	0%	2%
Station 025	54.44 mm	1%	4%
Station 026	63.10 mm	3%	15%
Station 027	39.39 mm	3%	14%
Station 028	49.26 mm	1%	3%
Station 029	46.99 mm	0%	1%
Station 030	48.10 mm	0%	1%
Station 031	43.37 mm	1%	3%
Station 032	50.78 mm	2%	11%
Station 033	55.81 mm	0%	1%
Station 034	61.72 mm	0%	2%
Station 036	43.74 mm	1%	6%
Station 037	54.15 mm	1%	5%

Station 015 - 35 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	49.00 mm	2%	10%
Station 002	54.93 mm	1%	6%
Station 003	41.95 mm	1%	4%
Station 004	54.72 mm	1%	3%
Station 005	45.77 mm	0%	2%
Station 006	51.03 mm	0%	2%
Station 007	47.40 mm	1%	3%
Station 008	53.38 mm	0%	2%
Station 009	41.58 mm	1%	7%
Station 010	65.19 mm	1%	7%
Station 011	1.54 mm	6%	100%
Station 012	66.98 mm	1%	7%
Station 013	1.10 mm	22%	100%
Station 014	0.81 mm	49%	100%
Station 016	0.45 mm	97%	100%
Station 017	1.03 mm	50%	100%
Station 018	1.01 mm	10%	100%
Station 019	50.27 mm	2%	10%
Station 020	33.57 mm	3%	16%
Station 021	36.57 mm	3%	13%
Station 022	47.21 mm	1%	5%
Station 023	1.01 mm	6%	100%
Station 024	1.15 mm	5%	100%
Station 025	55.78 mm	1%	5%
Station 026	49.98 mm	2%	10%
Station 027	43.84 mm	3%	14%
Station 028	55.13 mm	1%	5%
Station 029	0.71 mm	4%	100%
Station 030	0.82 mm	4%	100%
Station 031	48.26 mm	1%	5%
Station 032	55.70 mm	2%	12%
Station 033	0.85 mm	4%	100%
Station 034	47.15 mm	1%	3%
Station 036	58.70 mm	2%	8%
Station 037	46.12 mm	1%	7%

Station 016 - 26 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	48.24 mm	2%	11%
Station 002	55.57 mm	1%	6%
Station 003	46.76 mm	1%	5%
Station 004	53.32 mm	1%	3%
Station 005	44.91 mm	0%	2%
Station 006	50.68 mm	0%	2%
Station 007	49.36 mm	1%	3%

Station 008	42.62 mm	0%	2%
Station 009	42.68 mm	1%	7%
Station 010	65.45 mm	1%	7%
Station 011	1.99 mm	6%	100%
Station 012	88.47 mm	1%	7%
Station 013	1.23 mm	21%	100%
Station 014	0.99 mm	46%	100%
Station 015	0.45 mm	97%	100%
Station 017	1.05 mm	50%	100%
Station 018	1.10 mm	9%	100%
Station 019	51.21 mm	1%	5%
Station 020	27.97 mm	2%	100%
Station 021	25.60 mm	2%	100%
Station 022	59.29 mm	0%	2%
Station 023	1.07 mm	6%	100%
Station 024	1.24 mm	5%	100%
Station 029	0.81 mm	4%	100%
Station 030	0.83 mm	4%	100%
Station 033	0.81 mm	4%	100%

Station 017 - 34 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	40.79 mm	0%	1%
Station 004	39.66 mm	0%	1%
Station 005	53.02 mm	0%	1%
Station 006	53.16 mm	0%	1%
Station 007	53.05 mm	0%	1%
Station 008	32.47 mm	0%	1%
Station 009	33.47 mm	1%	3%
Station 010	57.19 mm	1%	5%
Station 011	9.83 mm	3%	100%
Station 012	26.23 mm	2%	100%
Station 013	5.27 mm	10%	100%
Station 014	1.46 mm	19%	100%
Station 015	1.03 mm	50%	100%
Station 016	1.05 mm	50%	100%
Station 018	0.62 mm	59%	100%
Station 019	1.22 mm	19%	100%
Station 020	1.18 mm	15%	100%
Station 021	1.27 mm	8%	100%
Station 022	1.41 mm	12%	100%
Station 023	0.85 mm	52%	100%
Station 024	1.06 mm	47%	100%
Station 025	2.08 mm	7%	100%
Station 026	1.00 mm	5%	100%
Station 027	5.69 mm	5%	100%
Station 028	6.24 mm	8%	100%
Station 029	1.69 mm	43%	100%
Station 030	1.94 mm	39%	100%
Station 031	7.31 mm	8%	100%
Station 032	5.05 mm	5%	100%
Station 033	2.08 mm	42%	100%
Station 034	1.18 mm	6%	100%
Station 035	1.05 mm	5%	100%
Station 036	52.57 mm	0%	2%
Station 037	2.56 mm	1%	100%

Station 018 - 34 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	46.72 mm	0%	1%
Station 004	52.03 mm	0%	0%
Station 005	45.92 mm	0%	2%
Station 006	40.63 mm	0%	1%
Station 007	49.52 mm	0%	1%
Station 008	44.26 mm	0%	1%
Station 009	53.01 mm	0%	2%
Station 010	47.89 mm	0%	2%

Station 011	2.63 mm	1%	100%
Station 012	44.59 mm	0%	2%
Station 013	0.96 mm	3%	100%
Station 014	55.57 mm	1%	6%
Station 015	1.01 mm	10%	100%
Station 016	1.10 mm	9%	100%
Station 017	0.62 mm	59%	100%
Station 019	0.65 mm	64%	100%
Station 020	0.60 mm	59%	100%
Station 021	1.14 mm	19%	100%
Station 022	1.00 mm	25%	100%
Station 023	0.63 mm	53%	100%
Station 024	0.83 mm	47%	100%
Station 025	1.02 mm	13%	100%
Station 026	0.94 mm	10%	100%
Station 027	1.27 mm	8%	100%
Station 028	1.37 mm	12%	100%
Station 029	1.32 mm	43%	100%
Station 030	1.62 mm	39%	100%
Station 031	1.79 mm	10%	100%
Station 032	1.40 mm	6%	100%
Station 033	1.71 mm	41%	100%
Station 034	1.38 mm	5%	100%
Station 035	1.13 mm	4%	100%
Station 036	53.30 mm	0%	1%
Station 037	8.13 mm	1%	100%

Station 019 - 33 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	58.72 mm	0%	1%
Station 004	51.48 mm	0%	1%
Station 005	47.72 mm	0%	2%
Station 006	48.46 mm	0%	1%
Station 007	56.01 mm	0%	1%
Station 008	46.24 mm	0%	1%
Station 009	42.20 mm	0%	2%
Station 010	56.87 mm	0%	2%
Station 011	50.60 mm	0%	2%
Station 012	56.32 mm	0%	2%
Station 013	48.82 mm	1%	4%
Station 014	52.39 mm	2%	9%
Station 015	50.27 mm	2%	10%
Station 016	51.21 mm	1%	5%
Station 017	1.22 mm	19%	100%
Station 018	0.65 mm	64%	100%
Station 020	0.50 mm	69%	100%
Station 021	0.87 mm	26%	100%
Station 022	0.77 mm	40%	100%
Station 023	1.20 mm	24%	100%
Station 024	1.07 mm	12%	100%
Station 025	0.87 mm	35%	100%
Station 026	1.13 mm	17%	100%
Station 027	1.17 mm	12%	100%
Station 028	1.08 mm	31%	100%
Station 029	1.48 mm	9%	100%
Station 030	1.53 mm	9%	100%
Station 031	1.25 mm	26%	100%
Station 032	1.18 mm	12%	100%
Station 033	10.09 mm	5%	100%
Station 034	52.42 mm	2%	8%
Station 036	44.56 mm	1%	4%
Station 037	50.13 mm	0%	2%

Station 020 - 33 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	46.92 mm	0%	1%
Station 004	46.85 mm	0%	2%

Station 005	48.63 mm	0%	2%
Station 006	42.53 mm	0%	1%
Station 007	44.34 mm	0%	1%
Station 008	57.77 mm	0%	2%
Station 009	46.09 mm	0%	0%
Station 010	54.59 mm	0%	2%
Station 011	57.38 mm	0%	2%
Station 012	47.38 mm	0%	2%
Station 013	48.29 mm	1%	4%
Station 014	44.30 mm	3%	16%
Station 015	33.57 mm	3%	16%
Station 016	27.97 mm	2%	100%
Station 017	1.18 mm	15%	100%
Station 018	0.60 mm	59%	100%
Station 019	0.50 mm	69%	100%
Station 021	0.73 mm	47%	100%
Station 022	0.99 mm	26%	100%
Station 023	1.01 mm	18%	100%
Station 024	1.23 mm	9%	100%
Station 025	1.31 mm	17%	100%
Station 026	1.11 mm	42%	100%
Station 027	1.18 mm	37%	100%
Station 028	1.48 mm	11%	100%
Station 029	1.37 mm	5%	100%
Station 030	1.16 mm	5%	100%
Station 031	1.48 mm	11%	100%
Station 032	1.44 mm	29%	100%
Station 033	13.60 mm	2%	100%
Station 034	30.66 mm	3%	14%
Station 036	33.52 mm	3%	16%
Station 037	58.99 mm	1%	4%

Station 021 - 33 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	41.62 mm	0%	1%
Station 004	50.37 mm	0%	1%
Station 005	51.60 mm	0%	2%
Station 006	53.62 mm	0%	1%
Station 007	47.37 mm	0%	1%
Station 008	54.87 mm	0%	1%
Station 009	57.82 mm	0%	2%
Station 010	51.67 mm	0%	1%
Station 011	53.19 mm	0%	1%
Station 012	49.09 mm	0%	2%
Station 013	50.00 mm	0%	2%
Station 014	43.17 mm	3%	14%
Station 015	36.57 mm	3%	13%
Station 016	25.60 mm	2%	100%
Station 017	1.27 mm	8%	100%
Station 018	1.14 mm	19%	100%
Station 019	0.87 mm	26%	100%
Station 020	0.73 mm	47%	100%
Station 022	0.52 mm	66%	100%
Station 023	0.56 mm	59%	100%
Station 024	1.00 mm	21%	100%
Station 025	1.06 mm	26%	100%
Station 026	0.77 mm	50%	100%
Station 027	0.75 mm	42%	100%
Station 028	1.03 mm	14%	100%
Station 029	1.12 mm	11%	100%
Station 030	0.99 mm	9%	100%
Station 031	1.07 mm	12%	100%
Station 032	1.00 mm	33%	100%
Station 033	3.68 mm	5%	100%
Station 034	35.88 mm	2%	11%
Station 036	41.04 mm	3%	16%
Station 037	58.29 mm	1%	3%

Station 022 - 33 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	51.34 mm	0%	1%
Station 004	48.48 mm	0%	1%
Station 005	48.09 mm	0%	1%
Station 006	54.67 mm	0%	1%
Station 007	48.78 mm	0%	1%
Station 008	51.74 mm	0%	1%
Station 009	68.18 mm	0%	2%
Station 010	64.61 mm	0%	1%
Station 011	52.67 mm	0%	1%
Station 012	46.77 mm	0%	2%
Station 013	49.74 mm	0%	2%
Station 014	49.11 mm	1%	4%
Station 015	47.21 mm	1%	5%
Station 016	59.29 mm	0%	2%
Station 017	1.41 mm	12%	100%
Station 018	1.00 mm	25%	100%
Station 019	0.77 mm	40%	100%
Station 020	0.99 mm	26%	100%
Station 021	0.52 mm	66%	100%
Station 023	0.52 mm	64%	100%
Station 024	0.93 mm	25%	100%
Station 025	0.60 mm	44%	100%
Station 026	0.95 mm	24%	100%
Station 027	1.03 mm	13%	100%
Station 028	0.74 mm	36%	100%
Station 029	0.92 mm	15%	100%
Station 030	1.04 mm	13%	100%
Station 031	0.93 mm	29%	100%
Station 032	0.94 mm	12%	100%
Station 033	3.26 mm	8%	100%
Station 034	56.07 mm	2%	8%
Station 036	49.13 mm	1%	4%
Station 037	40.18 mm	0%	2%

Station 023 - 34 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	45.18 mm	0%	1%
Station 004	57.74 mm	0%	1%
Station 005	45.96 mm	0%	1%
Station 006	57.41 mm	0%	1%
Station 007	54.15 mm	0%	1%
Station 008	53.21 mm	0%	1%
Station 009	46.71 mm	0%	1%
Station 010	58.95 mm	0%	1%
Station 011	5.37 mm	1%	100%
Station 012	42.90 mm	0%	1%
Station 013	2.13 mm	2%	100%
Station 014	41.64 mm	1%	4%
Station 015	1.01 mm	6%	100%
Station 016	1.07 mm	6%	100%
Station 017	0.85 mm	52%	100%
Station 018	0.63 mm	53%	100%
Station 019	1.20 mm	24%	100%
Station 020	1.01 mm	18%	100%
Station 021	0.56 mm	59%	100%
Station 022	0.52 mm	64%	100%
Station 024	0.57 mm	53%	100%
Station 025	0.87 mm	25%	100%
Station 026	1.00 mm	19%	100%
Station 027	0.96 mm	11%	100%
Station 028	0.99 mm	15%	100%
Station 029	0.95 mm	46%	100%
Station 030	1.19 mm	42%	100%
Station 031	1.25 mm	11%	100%
Station 032	1.02 mm	7%	100%

Station 033	1.34 mm	44%	100%
Station 034	1.01 mm	6%	100%
Station 035	0.95 mm	5%	100%
Station 036	52.12 mm	0%	2%
Station 037	6.14 mm	1%	100%

Station 024 - 34 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	40.40 mm	0%	1%
Station 004	46.68 mm	0%	1%
Station 005	45.09 mm	0%	1%
Station 006	52.83 mm	0%	1%
Station 007	43.47 mm	0%	1%
Station 008	46.83 mm	0%	1%
Station 009	52.53 mm	0%	1%
Station 010	63.91 mm	0%	1%
Station 011	15.31 mm	0%	100%
Station 012	44.51 mm	0%	1%
Station 013	3.98 mm	1%	100%
Station 014	47.07 mm	0%	2%
Station 015	1.15 mm	5%	100%
Station 016	1.24 mm	5%	100%
Station 017	1.06 mm	47%	100%
Station 018	0.83 mm	47%	100%
Station 019	1.07 mm	12%	100%
Station 020	1.23 mm	9%	100%
Station 021	1.00 mm	21%	100%
Station 022	0.93 mm	25%	100%
Station 023	0.57 mm	53%	100%
Station 025	0.58 mm	62%	100%
Station 026	0.63 mm	58%	100%
Station 027	1.11 mm	21%	100%
Station 028	0.95 mm	25%	100%
Station 029	0.65 mm	53%	100%
Station 030	0.85 mm	45%	100%
Station 031	1.03 mm	13%	100%
Station 032	1.02 mm	11%	100%
Station 033	1.00 mm	47%	100%
Station 034	1.33 mm	7%	100%
Station 035	1.18 mm	6%	100%
Station 036	54.51 mm	1%	3%
Station 037	4.92 mm	2%	100%

Station 025 - 32 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	44.47 mm	0%	1%
Station 004	48.32 mm	0%	1%
Station 005	41.82 mm	0%	1%
Station 006	51.25 mm	0%	1%
Station 007	48.61 mm	0%	1%
Station 008	43.32 mm	0%	1%
Station 009	56.26 mm	0%	1%
Station 010	52.41 mm	0%	1%
Station 011	52.07 mm	0%	1%
Station 012	47.44 mm	0%	1%
Station 013	42.32 mm	0%	2%
Station 014	54.44 mm	1%	4%
Station 015	55.78 mm	1%	5%
Station 017	2.08 mm	7%	100%
Station 018	1.02 mm	13%	100%
Station 019	0.87 mm	35%	100%
Station 020	1.31 mm	17%	100%
Station 021	1.06 mm	26%	100%
Station 022	0.60 mm	44%	100%

Station 023	0.87 mm	25%	100%
Station 024	0.58 mm	62%	100%
Station 026	0.54 mm	64%	100%
Station 027	1.06 mm	25%	100%
Station 028	0.59 mm	44%	100%
Station 029	0.95 mm	23%	100%
Station 030	0.86 mm	14%	100%
Station 031	0.81 mm	33%	100%
Station 032	0.96 mm	17%	100%
Station 033	1.83 mm	7%	100%
Station 034	52.32 mm	2%	8%
Station 036	48.21 mm	1%	4%
Station 037	48.06 mm	0%	2%

Station 026 - 32 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	48.80 mm	0%	1%
Station 004	49.76 mm	0%	1%
Station 005	56.27 mm	0%	1%
Station 006	49.33 mm	0%	1%
Station 007	43.36 mm	0%	1%
Station 008	53.59 mm	0%	1%
Station 009	52.19 mm	1%	3%
Station 010	53.89 mm	0%	1%
Station 011	54.90 mm	0%	1%
Station 012	39.49 mm	0%	1%
Station 013	58.43 mm	1%	3%
Station 014	63.10 mm	3%	15%
Station 015	49.98 mm	2%	10%
Station 017	1.00 mm	5%	100%
Station 018	0.94 mm	10%	100%
Station 019	1.13 mm	17%	100%
Station 020	1.11 mm	42%	100%
Station 021	0.77 mm	50%	100%
Station 022	0.95 mm	24%	100%
Station 023	1.00 mm	19%	100%
Station 024	0.63 mm	58%	100%
Station 025	0.54 mm	64%	100%
Station 027	0.61 mm	50%	100%
Station 028	0.95 mm	24%	100%
Station 029	1.26 mm	19%	100%
Station 030	1.06 mm	10%	100%
Station 031	0.85 mm	15%	100%
Station 032	0.72 mm	37%	100%
Station 033	1.62 mm	5%	100%
Station 034	36.36 mm	2%	9%
Station 036	38.52 mm	3%	16%
Station 037	67.32 mm	1%	3%

Station 027 - 33 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	49.91 mm	0%	1%
Station 004	48.35 mm	0%	1%
Station 005	53.36 mm	0%	1%
Station 006	49.96 mm	0%	1%
Station 007	46.82 mm	0%	1%
Station 008	58.83 mm	0%	1%
Station 009	62.25 mm	0%	2%
Station 010	48.05 mm	0%	1%
Station 011	59.32 mm	0%	1%
Station 012	47.36 mm	0%	1%
Station 013	58.13 mm	0%	2%
Station 014	39.39 mm	3%	14%
Station 015	43.84 mm	3%	14%
Station 017	5.69 mm	5%	100%
Station 018	1.27 mm	8%	100%
Station 019	1.17 mm	12%	100%

Station 020	1.18 mm	37%	100%
Station 021	0.75 mm	42%	100%
Station 022	1.03 mm	13%	100%
Station 023	0.96 mm	11%	100%
Station 024	1.11 mm	21%	100%
Station 025	1.06 mm	25%	100%
Station 026	0.61 mm	50%	100%
Station 028	0.61 mm	66%	100%
Station 029	0.66 mm	59%	100%
Station 030	1.25 mm	20%	100%
Station 031	1.06 mm	25%	100%
Station 032	0.65 mm	42%	100%
Station 033	1.95 mm	8%	100%
Station 034	48.87 mm	2%	12%
Station 035	35.56 mm	1%	5%
Station 036	51.96 mm	3%	16%
Station 037	46.34 mm	1%	3%

Station 028 - 33 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	46.90 mm	0%	1%
Station 004	48.12 mm	0%	0%
Station 005	44.96 mm	0%	1%
Station 006	46.95 mm	0%	1%
Station 007	43.07 mm	0%	1%
Station 008	55.46 mm	0%	1%
Station 009	51.51 mm	0%	1%
Station 010	48.01 mm	0%	1%
Station 011	46.58 mm	0%	1%
Station 012	54.74 mm	0%	1%
Station 013	44.62 mm	0%	1%
Station 014	49.26 mm	1%	3%
Station 015	55.13 mm	1%	5%
Station 017	6.24 mm	8%	100%
Station 018	1.37 mm	12%	100%
Station 019	1.08 mm	31%	100%
Station 020	1.48 mm	11%	100%
Station 021	1.03 mm	14%	100%
Station 022	0.74 mm	36%	100%
Station 023	0.99 mm	15%	100%
Station 024	0.95 mm	25%	100%
Station 025	0.59 mm	44%	100%
Station 026	0.95 mm	24%	100%
Station 027	0.61 mm	66%	100%
Station 029	0.61 mm	64%	100%
Station 030	1.00 mm	26%	100%
Station 031	0.76 mm	39%	100%
Station 032	1.02 mm	26%	100%
Station 033	1.39 mm	12%	100%
Station 034	48.67 mm	2%	8%
Station 035	50.60 mm	0%	2%
Station 036	49.55 mm	1%	5%
Station 037	50.13 mm	1%	3%

Station 029 - 34 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	53.00 mm	0%	1%
Station 004	52.69 mm	0%	1%
Station 005	44.87 mm	0%	1%
Station 006	43.89 mm	0%	1%
Station 007	44.30 mm	0%	1%
Station 008	48.67 mm	0%	1%
Station 009	55.31 mm	0%	1%
Station 010	49.02 mm	0%	1%
Station 011	20.13 mm	0%	100%
Station 012	57.24 mm	0%	1%
Station 013	5.16 mm	1%	100%

Station 014	46.99 mm	0%	1%
Station 015	0.71 mm	4%	100%
Station 016	0.81 mm	4%	100%
Station 017	1.69 mm	43%	100%
Station 018	1.32 mm	43%	100%
Station 019	1.48 mm	9%	100%
Station 020	1.37 mm	5%	100%
Station 021	1.12 mm	11%	100%
Station 022	0.92 mm	15%	100%
Station 023	0.95 mm	46%	100%
Station 024	0.65 mm	53%	100%
Station 025	0.95 mm	23%	100%
Station 026	1.26 mm	19%	100%
Station 027	0.66 mm	59%	100%
Station 028	0.61 mm	64%	100%
Station 030	0.67 mm	51%	100%
Station 031	0.95 mm	25%	100%
Station 032	1.12 mm	20%	100%
Station 033	0.77 mm	52%	100%
Station 034	1.17 mm	9%	100%
Station 035	0.89 mm	7%	100%
Station 036	49.31 mm	1%	4%
Station 037	2.51 mm	2%	100%

Station 030 - 35 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 002	49.88 mm	0%	1%
Station 003	60.10 mm	0%	1%
Station 004	51.04 mm	0%	1%
Station 005	50.95 mm	0%	1%
Station 006	47.70 mm	0%	1%
Station 007	47.70 mm	0%	1%
Station 008	59.96 mm	0%	1%
Station 009	50.53 mm	0%	1%
Station 010	61.89 mm	0%	1%
Station 011	18.20 mm	0%	100%
Station 012	50.23 mm	0%	1%
Station 013	6.17 mm	1%	100%
Station 014	48.10 mm	0%	1%
Station 015	0.82 mm	4%	100%
Station 016	0.83 mm	4%	100%
Station 017	1.94 mm	39%	100%
Station 018	1.62 mm	39%	100%
Station 019	1.53 mm	9%	100%
Station 020	1.16 mm	5%	100%
Station 021	0.99 mm	9%	100%
Station 022	1.04 mm	13%	100%
Station 023	1.19 mm	42%	100%
Station 024	0.85 mm	45%	100%
Station 025	0.86 mm	14%	100%
Station 026	1.06 mm	10%	100%
Station 027	1.25 mm	20%	100%
Station 028	1.00 mm	26%	100%
Station 029	0.67 mm	51%	100%
Station 031	0.57 mm	72%	100%
Station 032	0.66 mm	69%	100%
Station 033	0.64 mm	56%	100%
Station 034	0.98 mm	12%	100%
Station 035	0.81 mm	10%	100%
Station 036	50.94 mm	2%	8%
Station 037	1.20 mm	4%	100%

Station 031 - 33 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	37.56 mm	0%	1%
Station 004	47.94 mm	0%	0%
Station 005	42.55 mm	0%	1%

Station 006	52.66 mm	0%	1%
Station 007	51.56 mm	0%	1%
Station 008	60.78 mm	0%	1%
Station 009	58.27 mm	0%	1%
Station 010	51.37 mm	0%	1%
Station 011	47.23 mm	0%	1%
Station 012	53.36 mm	0%	1%
Station 013	50.18 mm	0%	2%
Station 014	43.37 mm	1%	3%
Station 015	48.26 mm	1%	5%
Station 017	7.31 mm	8%	100%
Station 018	1.79 mm	10%	100%
Station 019	1.25 mm	26%	100%
Station 020	1.48 mm	11%	100%
Station 021	1.07 mm	12%	100%
Station 022	0.93 mm	29%	100%
Station 023	1.25 mm	11%	100%
Station 024	1.03 mm	13%	100%
Station 025	0.81 mm	33%	100%
Station 026	0.85 mm	15%	100%
Station 027	1.06 mm	25%	100%
Station 028	0.76 mm	39%	100%
Station 029	0.95 mm	25%	100%
Station 030	0.57 mm	72%	100%
Station 032	0.55 mm	79%	100%
Station 033	0.95 mm	21%	100%
Station 034	51.84 mm	2%	12%
Station 035	47.03 mm	1%	5%
Station 036	49.41 mm	2%	10%
Station 037	50.28 mm	1%	5%

Station 032 - 33 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	40.70 mm	0%	1%
Station 004	54.79 mm	0%	1%
Station 005	53.26 mm	0%	1%
Station 006	56.48 mm	0%	1%
Station 007	52.66 mm	0%	1%
Station 008	65.24 mm	0%	1%
Station 009	66.48 mm	0%	1%
Station 010	42.87 mm	0%	1%
Station 011	69.95 mm	0%	1%
Station 012	54.25 mm	0%	1%
Station 013	66.28 mm	1%	4%
Station 014	50.78 mm	2%	11%
Station 015	55.70 mm	2%	12%
Station 017	5.05 mm	5%	100%
Station 018	1.40 mm	6%	100%
Station 019	1.18 mm	12%	100%
Station 020	1.44 mm	29%	100%
Station 021	1.00 mm	33%	100%
Station 022	0.94 mm	12%	100%
Station 023	1.02 mm	7%	100%
Station 024	1.02 mm	11%	100%
Station 025	0.96 mm	17%	100%
Station 026	0.72 mm	37%	100%
Station 027	0.65 mm	42%	100%
Station 028	1.02 mm	26%	100%
Station 029	1.12 mm	20%	100%
Station 030	0.66 mm	69%	100%
Station 031	0.55 mm	79%	100%
Station 033	1.08 mm	18%	100%
Station 034	66.75 mm	3%	14%
Station 035	63.44 mm	1%	6%
Station 036	64.84 mm	3%	14%
Station 037	63.30 mm	1%	5%

Station 033 - 32 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 003	48.47 mm	0%	1%
Station 004	47.26 mm	0%	1%
Station 005	47.18 mm	0%	1%
Station 007	42.50 mm	0%	1%
Station 008	52.14 mm	0%	1%
Station 009	45.76 mm	0%	1%
Station 011	7.66 mm	0%	100%
Station 012	56.35 mm	0%	0%
Station 013	4.31 mm	1%	100%
Station 014	55.81 mm	0%	1%
Station 015	0.85 mm	4%	100%
Station 016	0.81 mm	4%	100%
Station 017	2.08 mm	42%	100%
Station 018	1.71 mm	41%	100%
Station 019	10.09 mm	5%	100%
Station 020	13.60 mm	2%	100%
Station 021	3.68 mm	5%	100%
Station 022	3.26 mm	8%	100%
Station 023	1.34 mm	44%	100%
Station 024	1.00 mm	47%	100%
Station 025	1.83 mm	7%	100%
Station 026	1.62 mm	5%	100%
Station 027	1.95 mm	8%	100%
Station 028	1.39 mm	12%	100%
Station 029	0.77 mm	52%	100%
Station 030	0.64 mm	56%	100%
Station 031	0.95 mm	21%	100%
Station 032	1.08 mm	18%	100%
Station 034	1.05 mm	56%	100%
Station 035	1.17 mm	51%	100%
Station 036	2.80 mm	19%	100%
Station 037	7.46 mm	17%	100%

Station 034 - 25 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 009	42.94 mm	0%	0%
Station 012	36.20 mm	0%	1%
Station 013	43.45 mm	0%	1%
Station 014	61.72 mm	0%	2%
Station 015	47.15 mm	1%	3%
Station 017	1.18 mm	6%	100%
Station 018	1.38 mm	5%	100%
Station 019	52.42 mm	2%	8%
Station 020	30.66 mm	3%	14%
Station 021	35.88 mm	2%	11%
Station 022	56.07 mm	2%	8%
Station 023	1.01 mm	6%	100%
Station 024	1.33 mm	7%	100%
Station 025	52.32 mm	2%	8%
Station 026	36.36 mm	2%	9%
Station 027	48.87 mm	2%	12%
Station 028	48.67 mm	2%	8%
Station 029	1.17 mm	9%	100%
Station 030	0.98 mm	12%	100%
Station 031	51.84 mm	2%	12%
Station 032	66.75 mm	3%	14%
Station 033	1.05 mm	56%	100%
Station 035	0.58 mm	80%	100%
Station 036	0.95 mm	50%	100%
Station 037	1.30 mm	36%	100%

Station 035 - 18 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	57.48 mm	1%	4%
Station 002	55.50 mm	0%	1%

Station 003	51.06 mm	0%	1%
Station 004	49.43 mm	0%	0%
Station 017	1.05 mm	5%	100%
Station 018	1.13 mm	4%	100%
Station 023	0.95 mm	5%	100%
Station 024	1.18 mm	6%	100%
Station 027	35.56 mm	1%	5%
Station 028	50.60 mm	0%	2%
Station 029	0.89 mm	7%	100%
Station 030	0.81 mm	10%	100%
Station 031	47.03 mm	1%	5%
Station 032	63.44 mm	1%	6%
Station 033	1.17 mm	51%	100%
Station 034	0.58 mm	80%	100%
Station 036	0.81 mm	46%	100%
Station 037	1.14 mm	31%	100%

Station 036 - 35 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	49.27 mm	1%	3%
Station 002	42.95 mm	1%	5%
Station 003	50.12 mm	1%	3%
Station 004	46.48 mm	1%	4%
Station 005	45.50 mm	0%	2%
Station 006	56.20 mm	0%	2%
Station 007	48.63 mm	1%	4%
Station 008	51.64 mm	1%	3%
Station 009	48.17 mm	1%	4%
Station 010	54.01 mm	1%	3%
Station 011	48.69 mm	1%	4%
Station 012	48.89 mm	1%	4%
Station 013	45.10 mm	1%	4%
Station 014	43.74 mm	1%	6%
Station 015	58.70 mm	2%	8%
Station 017	52.57 mm	0%	2%
Station 018	53.30 mm	0%	1%
Station 019	44.56 mm	1%	4%
Station 020	33.52 mm	3%	16%
Station 021	41.04 mm	3%	16%
Station 022	49.13 mm	1%	4%
Station 023	52.12 mm	0%	2%
Station 024	54.51 mm	1%	3%
Station 025	48.21 mm	1%	4%
Station 026	38.52 mm	3%	16%
Station 027	51.96 mm	3%	16%
Station 028	49.55 mm	1%	5%
Station 029	49.31 mm	1%	4%
Station 030	50.94 mm	2%	8%
Station 031	49.41 mm	2%	10%
Station 032	64.84 mm	3%	14%
Station 033	2.80 mm	19%	100%
Station 034	0.95 mm	50%	100%
Station 035	0.81 mm	46%	100%
Station 037	0.92 mm	65%	100%

Station 037 - 35 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Station 001	48.64 mm	1%	7%
Station 002	50.54 mm	1%	7%
Station 003	45.83 mm	2%	11%
Station 004	51.47 mm	2%	10%
Station 005	47.62 mm	1%	7%
Station 006	53.24 mm	1%	6%
Station 007	48.86 mm	1%	4%
Station 008	49.85 mm	1%	5%
Station 009	51.88 mm	1%	6%
Station 010	47.85 mm	1%	6%

Station 011	46.70 mm	0%	2%
Station 012	43.63 mm	1%	4%
Station 013	45.04 mm	1%	5%
Station 014	54.15 mm	1%	5%
Station 015	46.12 mm	1%	7%
Station 017	2.56 mm	1%	100%
Station 018	8.13 mm	1%	100%
Station 019	50.13 mm	0%	2%
Station 020	58.99 mm	1%	4%
Station 021	58.29 mm	1%	3%
Station 022	40.18 mm	0%	2%
Station 023	6.14 mm	1%	100%
Station 024	4.92 mm	2%	100%
Station 025	48.06 mm	0%	2%
Station 026	67.32 mm	1%	3%
Station 027	46.34 mm	1%	3%
Station 028	50.13 mm	1%	3%
Station 029	2.51 mm	2%	100%
Station 030	1.20 mm	4%	100%
Station 031	50.28 mm	1%	5%
Station 032	63.30 mm	1%	5%
Station 033	7.46 mm	17%	100%
Station 034	1.30 mm	36%	100%
Station 035	1.14 mm	31%	100%
Station 036	0.92 mm	65%	100%

11.2. Ejemplo código HTML de la sección Visita virtual

```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="es" class="no-js">
3 <head>
4
5 <meta property="og:image"
6 content="https://refugivalencia.webs.upv.es/img/share.JPG">
7 <meta property="og:image:type" content="img/share.JPG">
8
9 <!-- Detectar dispositivo -->
10 <script>
11 (function() {
12
13     var userAgent = navigator.userAgent || navigator.vendor || window.opera;
14     var mobile =
15     (/ (android|bb\d+|meego) .+mobile|avantgo|bada\/|blackberry|blazer|compal|el
16     aine|fennec|hiptop|iemobile|ip(hone|od)|iris|kindle|lge
17     |maemo|midp|mmp|mobile.+firefox|netfront|opera_m(ob|in)i|palm(
18     os)?|phone|p(ixi|re)\/|plucker|pocket|psp|series(4|6|0)|symbian|treo|up\.(b
19     rowser|link)|vodafone|wap|windows
20     ce|xda|xiino|i.test(userAgent)\/1207|6310|6590|3gso|4thp|50[1-6]i|770s|80
21     2s|a
22     wa|abac|ac(er|oo|s\-)|ai(ko|rn)|al(av|ca|co)|amoi|an(ex|ny|yw)|aptu|ar(ch
23     go)|as(te|us)|attw|au(di|\-m|r |s
24     )|avan|be(ck|ll|nq)|bi(lb|rd)|bl(ac|az)|br(e|v)w|bumb|bw\-(n|u)|c55\/|capi
25     |ccwa|cdm\-|cell|chtm|cldc|cmd\-|co(mp|nd)|craw|da(it|ll|ng)|dbte|dc\-s|de
26     vi|dica|dmob|do(c|p)o|ds(12|\-d)|el(49|ai)|em(l2|ul)|er(ic|k0)|esl8|ez([4-
27     7]0|os|wa|ze)|fetc|fly(\-|_)|g1
28     u|g560|gene|gf\5|g\-mo|go(\.w|od)|gr(ad|un)|haie|hcit|hd\-(m|p|t)|hei\-|h
29     i(pt|ta)|hp( i|ip)|hs\-c|ht(c(\-|
30     |_||a|g|p|s|t)|tp)|hu(aw|tc)|i\-(20|go|ma)|i230|iac(
31     |\-|\/)|ibro|idea|ig01|ikom|im1k|inno|ipaq|iris|ja(t|v)a|jbro|jemu|jigs|kdi
32     keji|kgt( |\/)|klon|kpt |kwc\-|kyo(c|k)|le(no|xi)|lg(
33     g|\/(k|l|u)|50|54|\-[a-w])|libw|lynx|m1\-w|m3ga|m50\/|ma(te|ui|xo)|mc(01|2
34     1|ca)|m\-cr|me(rc|ri)|mi(o8|oa|ts)|mmef|mo(01|02|bi|de|do|t(\-|
35     |o|v)|zz)|mt(50|p1|v
36     )|mwbp|mywa|n10[0-2]|n20[2-3]|n30(0|2)|n50(0|2|5)|n7(0(0|1)|10)|ne((c|m)\-
37     |on|tf|wf|wg|wt)|nok(6|i)|nzph|o2im|op(ti|wv)|oran|owg1|p800|pan(a|d|t)|pd
38     xg|pg(13|\-([1-8]|c))|phil|pire|pl(ay|uc)|pn\2|po(ck|rt|se)|prox|psio|pt\
39     -g|qa\-a|qc(07|12|21|32|60|\-[2-7]|i\-) |qtek|r380|r600|raks|rim9|ro(ve|zo)
40     |s55\/|sa(ge|ma|mm|ms|ny|va)|sc(01|h\-|oo|p\-) |sdk\/|se(c(\-|0|1)|47|mc|nd
41     |ri)|sgh\-|shar|sie(\-|m)|sk\0|sl(45|id)|sm(al|ar|b3|it|t5)|so(ft|ny)|sp(
42     01|h\-|v\-|v
43     )|sy(01|mb)|t2(18|50)|t6(00|10|18)|ta(gt|lk)|tcl\-|tdg\-|tel(i|m)|tim\-|t\
44     -mo|to(pl|sh)|ts(70|m\-|m3|m5)|tx\9|up(\.b|g1|si)|utst|v400|v750|veri|vi(
45     rg|te)|vk(40|5[0-3]|v) |vm40|voda|vulc|vx(52|53|60|61|70|80|81|83|85|98)|
46     w3c(\-| )|webc|whit|wi(g
47     |nc|nw)|wmlb|wonu|x700|yas\-|your|zeto|zte\-/i.test(userAgent.substr(0,4))
48     );
49
50     // Enlace redirección
51     var mobileURL = 'visita_mobi.html';
52
53     if (mobile) {
54         window.location = mobileURL + window.location.search +
55         window.location.hash;
56     }
57
58     })();
59 </script>
60
61 <link rel="icon" href="img/icon.ico">
62
63 <!-- Google Analytics -->
64 <script async
65 src="https://www.googletagmanager.com/gtag/js?id=UA-135089244-1"></script>
66 <script>
67     window.dataLayer = window.dataLayer || [];
68     function gtag() {dataLayer.push(arguments);}
69     gtag('js', new Date());

```

```

34     gtag('config', 'UA-135089244-1');
35 </script>
36
37
38 <!-- Mobile Specific Meta -->
39 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1,
shrink-to-fit=no">
40 <!-- Color barra móvil -->
41 <meta name="theme-color" content="#0084d1" />
42 <!-- Favicon-->
43 <link rel="shortcut icon" href="img/fav.png">
44 <!-- Author Meta -->
45 <meta name="author" content="Josep Mas">
46 <!-- Meta Description -->
47 <meta name="description" content="Web dedicado a la visita virtual al
Refugio de la Guerra Civil del Ayuntamiento de València.">
48 <!-- Meta Keyword -->
49 <meta name="keywords" content="">
50 <!-- meta character set -->
51 <meta charset="UTF-8">
52 <!-- Site Title -->
53 <title>Refugio Ayuntamiento de València</title>
54
55 <link
href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Poppins:100,200,400,300,500,600,
700" rel="stylesheet">
56
57 <!-- CSS -->
58 <link rel="stylesheet" href="css/linearicons.css">
59 <link rel="stylesheet" href="css/font-awesome.min.css">
60 <link rel="stylesheet" href="css/bootstrap.css">
61 <link rel="stylesheet" href="css/magnific-popup.css">
62 <link rel="stylesheet" href="css/nice-select.css">
63 <link rel="stylesheet" href="css/animate.min.css">
64 <link rel="stylesheet" href="css/owl.carousel.css">
65 <link rel="stylesheet" href="css/main.css">
66
67 <!-- Unity -->
68 <link rel="stylesheet"
href="VisitaRefugioUnity/TemplateData/styleUnity.css">
69 <script src="VisitaRefugioUnity/TemplateData/UnityProgress.js"></script>
70 <script src="VisitaRefugioUnity/Build/UnityLoader.js"></script>
71 <script>
72     var unityInstance = UnityLoader.instantiate("unityContainer",
"VisitaRefugioUnity/Build/Visita Refugio Unity.json", {onProgress:
UnityProgress});
73 </script>
74
75 </head>
76 <body>
77 <!-- Cabecera -->
78 <header id="header" id="home">
79     <div class="container header-top">
80         <div class="row">
81             <div class="col-6 top-head-left">
82                 <a href="visita_val.html">VAL</a>
83                 <a href="#">/</a>
84                 <a href="visita.html"><b>CAS</b></a>
85             </div>
86             <div class="col-6 top-head-right">
87                 <ul>
88                     <li><a
href="https://www.linkedin.com/in/josep-mas-bolufer/"
target="_blank"><i class="fa
fa-linkedln"></i></a></li>
89                     <li><a href="mailto:jomabo3@upv.es"><i class="fa
fa-envelope"></i></a></li>
90                     <li><a id="open-popup" href="#"><i class="fa
fa-user"></i></a></li>
91                     <div id="my-popup" class="mfp-hide white-popup">

```

```

92         
94         <p>Soy Josep Mas, graduado en Ingeniería en
          Geomática y Topografía. Este proyecto es el
          resultado de mi
          Trabajo Fin de Máster del Máster Universitario
          de Geomática y Geoinformación de la ETSIGCT de
          la Universitat Politècnica de València.</p>
95     </div>
96     </ul>
97 </div>
98 </div>
99 </div>
100 <hr>
101 <div class="container">
102     <div class="row align-items-center justify-content-between
          d-flex">
103         <div id="logo">
104             <a href="index.html"></a>
105         </div>
106         <nav id="nav-menu-container">
107             <ul class="nav-menu">
108                 <li class="menu-active"><a href="index.html">Inicio</a></li>
109                 <li><a href="historia.html">Historia</a></li>
110                 <li><a href="galeria.html">Galería</a></li>
111                 <li><a href="proceso.html">Proceso</a></li>
112                 <li><a href="visita.html">Visita virtual</a></li>
113                 <li><a href="restauracion.html">Restauración</a></li>
114                 <li><a href="contacto.html">Créditos</a></li>
115             </ul>
116         </nav>
117     </div>
118 </div>
119 </header>
120
121 <!-- Título sección -->
122 <section class="banner-area relative" id="home">
123     <div class="overlay overlay-bg"></div>
124     <div class="container">
125         <div class="row d-flex align-items-center justify-content-center">
126             <div class="about-content col-lg-12">
127                 <h1 class="text-white">
128                     Visita virtual
129                 </h1>
130             </div>
131         </div>
132     </div>
133 </section>
134
135
136 <!-- Contenido -->
137 <section class="upcoming-exhibition-area section-gap">
138     <div class="container">
139         <div class="row d-flex justify-content-center">
140             <div class="menu-content pb-70 col-lg-8">
141                 <div class="title text-center">
142                     <p>En primer lugar, puede visualizar un vídeo de la
          visita al Refugio creada a partir de la nube de
          puntos del láser escáner.
          <br>En segundo lugar, puede realizar la visita
          creada con Unity del Refugio; para ello, es
          necesario el uso de teclado y ratón.
          <br>Por favor, espere hasta que la visita se cargue.
          La velocidad de carga depende de su velocidad de
          conexión. Para salir de la visita, pulse la tecla
          ESC.</p>
143                     <a id="open-popup2" href="#" class="primary-btn
          text-uppercase">Información controles</a>
144                 </div>
145             </div>
146             <div id="my-popup2" class="mfp-hide white-popup">

```

```

147         
148         <p>Para controlar el personaje debe utilizar las
flechas del teclado para el movimiento, el ratón
para rotar las vistas y la barra espaciadora para
saltar.</p>
149         <p>En caso de no cargar la visita, por favor,
recargue la página o inténtelo con otro
navegador.</p>
150     </div>
151 </div>
152 </div>
153 <iframe width="960" height="450"
src="https://www.youtube.com/embed/VLotZ3KVfLM"
frameborder="0" allow="accelerometer; autoplay;
encrypted-media; gyroscope; picture-in-picture"
allowfullscreen></iframe>
154 </div>
155 </div>
156 </section>
157
158 <section class="upcoming-exhibition-area section-gap">
159     <div class="container">
160         <div class="row d-flex justify-content-center">
161             <div class="menu-content pb-70
col-lg-8">
162                 <div class="webgl-content">
163                     <div id="unityContainer" style="width: 960px; height:
450px"></div>
164                     <div class="footer2">
165                         <div class="fullscreen2"
onclick="unityInstance.SetFullscreen(1)"></div>
166                         <div class="webgl-logo"></div>
167                     </div>
168                 </div>
169             </div>
170         </div>
171     </div>
172 </section>
173 <section class="upcoming-exhibition-area section-gap">
174 </section>
175
176
177 <!-- Pie de página -->
178 <footer class="footer-area section-gap">
179     <div class="container">
180         <div class="row">
181             <div class="col-lg-5 col-md-6 col-sm-6">
182                 <div class="single-footer-widget">
183                     <h6>Sobre mi</h6>
184                     <p>
185                         Soy Josep Mas, y esta web es el resultado de mi
TFM del Máster en Ingeniería en Geomática y
Geoinformación.
186                     </p>
187                     <p class="footer-text">
188                         <!-- Link back to Colorlib can't be removed.
Template is licensed under CC BY 3.0. -->
189 Copyright &copy;<script>document.write(new Date().getFullYear());</script> Todos los
derechos reservados <br> Autor: Josep Mas Bolufer. Plantilla web: <a
href="https://colorlib.com" target="_blank">Colorlib</a>
190 <!-- Link back to Colorlib can't be removed. Template is licensed under CC BY 3.0. -->
191                     </p>
192                 </div>
193             </div>
194             <div class="col-lg-5 col-md-6 col-sm-6">
195                 <div class="single-footer-widget">
196
197                 </div>
198             </div>
199             <div class="col-lg-2 col-md-6 col-sm-6 social-widget">

```

```

200         <div class="single-footer-widget">
201             <h6>Contacto</h6>
202             <p>¿Interesado en realizar una visita virtual de
                algún lugar? <br>¿Contacta conmigo!</p>
203             <div class="footer-social d-flex align-items-center">
204                 <a
                    href="https://www.linkedin.com/in/josep-mas-bolufe
                    r/"><i class="fa fa-linkedin"></i></a>
205                 <a
                    href="mailto:jomabo3@upv.es?Subject=TFM%20Refugio%
                    20Ajuntament"><i class="fa fa-envelope"></i></a>
206             </div>
207         </div>
208     </div>
209 </div>
210 </div>
211 </footer>
212
213 <!-- JS -->
214 <script src="js/vendor/jquery-2.2.4.min.js"></script>
215 <script
    src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/popper.js/1.12.9/umd/popper.mi
    n.js"
    integrity="sha384-ApNbgh9B+Y1QKtv3Rn7W3mgPxhU9K/ScQsAP7hUibX39j7fakFPskvXu
    svfa0b4Q" crossorigin="anonymous"></script>
216 <script src="js/vendor/bootstrap.min.js"></script>
217 <script src="js/easing.min.js"></script>
218 <script src="js/hoverIntent.js"></script>
219 <script src="js/superfish.min.js"></script>
220 <script src="js/jquery.ajaxchimp.min.js"></script>
221 <script src="js/jquery.magnific-popup.min.js"></script>
222 <script src="js/owl.carousel.min.js"></script>
223 <script src="js/imagesloaded.pkgd.min.js"></script>
224 <script src="js/justified.min.js"></script>
225 <script src="js/jquery.sticky.js"></script>
226 <script src="js/jquery.nice-select.min.js"></script>
227 <script src="js/parallax.min.js"></script>
228 <script src="js/mail-script.js"></script>
229 <script src="js/main.js"></script>
230 </body>
231 </html>

```