



POLITÉCNICA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

## Memoria de Proyecto de Innovación Educativa Curso 2021-2022

### El Campus UPM como Campus inteligente. Herramientas para la visualización 2D del Smart campus de la UPM

Creada por JAVIER FCO. RAPOSO GRAU

#### DATOS DEL PIE

**Coordinador:** JAVIER FCO. RAPOSO GRAU

**Centro:** E.T.S. DE ARQUITECTURA

**Nivel:** Otros

**Línea:** E4. Aprendizaje Basado en Investigación

**Código:** IE22.0309

#### 1. DESTINATARIOS SOBRE LOS QUE HA REPERCUTIDO EL PROYECTO

**1.1 Número de alumnos UPM:** 75

**1.2 Número de asignaturas:** 9

**1.3 Titulaciones Máster:**

MASTER UNIVERSITARIO EN CONSERVACION Y RESTAURACION DEL PATRIMONIO ARQUITEC  
MASTER UNIVERSITARIO EN INGENIERIA INFORMATICA  
MASTER UNIVERSITARIO EN SOFTWARE Y SISTEMAS

**1.4 Titulaciones grado:**

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA  
GRADO EN INGENIERIA INFORMATICA

**1.5 Centros de la UPM:**

E.T.S. DE ARQUITECTURA  
E.T.S. DE INGENIEROS INFORMÁTICOS

#### 2. EQUIPO Y COORDINACIÓN DEL PROYECTO

**2.1 Describa muy brevemente las acciones para la coordinación y seguimiento del proyecto que han desarrollado**

Se han coordinado acciones para contribuir a la mejora de resultados de aprendizaje de los estudiantes poniendo en relación las enseñanzas académicas de carácter teórico con la práctica profesional en vinculación con empresas de reconocido posicionamiento en el tejido industrial. A la vez se han incorporado clases de tutorías grupales en torno a los PFCs, TFGs y TFMs de las diferentes titulaciones implicadas para establecer bases colaborativas para el desarrollo de las diferentes actividades vinculadas a las tareas comprometidas. En definitiva se ha coordinada e implementado el aprendizaje experiencial entre los participantes y se han establecido las bases para una clara colaboración profesional que se ha coordinado desde el inicio de las actividades. Se ha potenciado el uso de

recursos tecnológicos de carácter innovador en los desarrollos realizados.

Refuerzo de competencias transversales entre alumnos de Grado y Máster con características interdisciplinares y multidisciplinares Colaboración con el Grupo de Investigación Simulación numérica en Ciencias y Tecnología (Marina Álvarez Alonso), con el Grupo de Investigación Hypermedia, Taller de Configuración y Comunicación Arquitectónica (Javier Fco Raposo Grau), y con el Master en Metodología y gestión BIM de Proyectos, Construcción y Activos Inmobiliarios (Javier Fco Raposo Grau) . El PIE ha desarrollado una metodología de trabajo necesaria para la obtención de imágenes y geometría 3D de los edificios cuyos resultados de investigación se han publicado en revistas especializadas Por otro lado se han elaborado documentos gráficos (3D) para la gestión integral del campus, a la vez que se ha dispuesto de repositorios web en los que se ha volcado la información ara la gestión, difusión, explotación, localización y descarga de información del campus.

El PIE se ha desarrollado de la mano de los profesores de la UPM integrantes del equipo de investigación, así como de la mano de la colaboración de empresas profesionales del sector de la ingeniería y la construcción como Trimble, Allterra Iberica, Modelical, L35 Arquitectos, AEC-on, Rib Spain, Typsa, Crea Soluciones, CORE - Project & Construction Management, Especialista 3D, ArquiBIM, Arkittec, IBIM Building Twice. Las empresas, junto con el colectivo de alumnos del Grado y los Máster implicados así como con los miembros del equipo de investigación del PIE han trabajado en la consecución de una metodología para la captura, tratamiento y publicación de información para una adecuada y más sostenible gestión de los diferentes Campus de la UPM, como campus inteligentes.

## 2.2 Describa, si las hubo, las dificultades mas relevantes para coordinador al equipo del proyecto, y en su caso, indique las soluciones encontradas

No ha habido desajustes en la coordinación y desarrollo de los trabajos realizados

## 2.3 ¿Ha contado con la colaboración de estudiantes BECARIOS? Si

Nombre	Tareas realizadas	Formación recibida
María Mercedes Jiménez Díaz-Varela	1. Investigación de las herramientas existentes necesarias para el desarrollo del proyecto. 2. Estudio de las tecnologías implicadas SIG y BIM e IDES, programas y visualizadores. 3. Obtención de datos Espaciales (datos ráster, datos shape). 4. Tratamiento de los datos Construcción de servicios WMS (entrada al servidor, creación de base de datos, creación del geoservidor). 5. Creación del visulaizador. 6. Creación de Web	1. Procedimientos para el estudio de la metodología en el desarrollo de una Herramienta para la visualización 2D del Smart campus de la UPM. 2. Capacidad para investigar y evaluar metodologías y herramientas alternativas para el desarrollo de la propuesta a desarrollar. 3. Adquisición de conocimientos propios de las tecnologías necesarias para poder aplicarlas a la generación de la herramienta y el visualizador 2D. 4. Destreza para desarrollar la herramienta para la visualización 2D del Smart campus de la UPM. 5. Conocimientos para desarrollar una Web para alojar toda la información

## 3. COLABORACIÓN INTERNA Y EXTERNA A LA UPM

### 3.1 ¿Ha colaborado con otros proyectos, grupos, órganos, de su centro, de otros centros y de Servicios centrales de la UPM?

Si

Tipo	Nombre	Descripción
GI - Grupo de Investigación UPM	Simulación Numérica en Ciencias y Tecnología (UPM)	Manejo de información en vinculación con Infraestructura de Datos Espaciales (IDEs)
GI - Grupo de Investigación UPM	Hypermedia: Taller configuración y Comunicación Arquitectónica (UPM)	Manejo de información en vinculación con Metodologías BIM
Otro	Master en Metodología y Gestión BIM de Proyectos, Construcción y activos inmobiliarios (Tit. Propio UPM)	Modelado de condiciones existentes de edificios de la ETS Arquitectura (UPM) y de la ETSI Telecomunicaciones (UPM)

### 3.2 En el marco del proyecyo, ¿han desarrollado acciones de cooperación inter-institucional, ya sean de ámbito nacional o internacional (participación en proyectos externos, concursos, foros...

Si

Tipo	Nombre	Descripción
Empresas, Asociaciones profesionales	IBIM BUILDING TWICE, SL.	PROYECTO DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN A TRAVÉS DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES (IDEE) Y METODOLOGÍAS BIM. SERVICIOS WMS Y DE VISUALIZACION WEB PARA SMART CITIES

Tipo	Nombre	Descripción
Empresas, Asociaciones profesionales	IBIM BUILDING TWICE, SL.	METODOLOGIA PARA EL MODELADO DE CONDICIONES EXISTENTES DE UN EDIFICIO MEDIANTE LA CAPTURA, ANÁLISIS Y PUBLICACIÓN DE DATOS (MODELOS AS-BUILT)
Empresas, Asociaciones profesionales	IBIM BUILDING TWICE, SL.	PROYECTO DE MODELADO DE CONDICIONES EXISTENTES. CAPTURA, ANÁLISIS Y PUBLICACIÓN DE DATOS (MODELOS AS-BUILT) PARA LA CREACIÓN DE GEMELOS DIGITALES (DIGITAL TWINGS)

## 4. OBJETIVOS Y ACTUACIONES

### 4.1 De los objetivos, fases y actuaciones previstos en la solicitud del proyecto, describa brevemente cómo ha sido el desarrollo y consecución de los mismos

Fase 1. Investigación previa (El objetivo principal de esta fase es poder adquirir los conocimientos para empezar a desarrollar el visualizador 2D). Se tuvo en cuenta trabajos realizados previamente relacionados con este trabajo, y visualizadores 2D como el de la universidad Jaume I, con el fin de poder analizar como estos habían sido desarrollados y tener una idea de ello. Tras esta investigación, en este trabajo se decidió utilizar las siguientes herramientas y fuentes de datos geoespaciales: 1. Uso de GeoServer como servidor para compartir y editar los datos geoespaciales. 2. Uso de PostgreSQL como Base de Datos para almacenar los datos. 3. Uso de GvSIG y QGIS como software libre para la manipulación, visualización y tratamiento de los datos. 4. Uso de Catastro, OpenStreetMap y datos de trabajos previos, para la extracción de los datos geoespaciales

Fase 2. Recopilación de datos (Elección y extracción de los datos geoespaciales para el desarrollo del visualizador. Extracción de datos de: 1. Dirección General del Catastro de España. La D.G. del Catastro es un registro del Estado Español donde se puede visualizar y descargar información catastral de los bienes inmuebles urbanos, rústicos e información cartográfica de España. 2. OpenStreetMap (OpenStreetMap (OSM) es una organización que desarrolla una herramienta de Software libre colaborativa que permite la creación y edición libre de información geoespacial). La ventaja de usar esta herramienta es que todos los datos ya creados son editables, ya sea para añadir más información y mejorarlos, o para reconstruirlos en caso de que sea necesario. También permite añadir nuevos datos geoespaciales que serán importados y compartidos para que todo el mundo lo pueda ver. Con las herramientas que proporciona OSM se editó la información del Campus de Montegancedo, figura 16, y el campus sur, añadiendo información a los edificios y a puntos como las paradas de autobuses, cafetería, parkings...3. Datos propietarios (datos procedentes de otros trabajos realizados previamente sobre los campus de la UPM.).

Fase 3. Importación de información a la Base de Datos. Para el almacenamiento y gestión de los datos geoespaciales se utilizó PostgreSQL, concretamente PostGIS que es una extensión que convierte el sistema de administración de PostgreSQL en una Base de Datos espacial

Fase 4. Desarrollo del Visualizador/Mapa (Librería Leaflet, Cesium, etc). Lo primero que se realizó fue la familiarización con alguna librería que permita la creación de mapas. Se desarrollaron varias versiones con el fin de ir resolviendo los problemas surgidos con las diferentes librerías utilizadas (1. Leaflet. 2. Cesium,...). El motivo del cambio fue porque, aunque Leaflet es una librería sencilla de usar y tiene una gran variedad de plugins para utilizar, Cesium presenta compatibilidad con la creación de mapas en 3D. Aunque el objetivo de este trabajo es realizar un visualizador en 2D, se pensó que en un futuro se podría combinar con la creación de un visualizador 3D y Cesium permite esta posibilidad.

Fase 5. Instalación y Configuración de GeoServer. Una vez creado el mapa y pudiendo desplazarse por los distintos campus, empezó a desarrollarse, utilizando el software GeoServer, el servidor donde se cargan todas las capas desde la base de datos y se crean los servicios WMS y WFS para poder ser importados a Cesium. Para ello se procedió a la instalación y configuración de GeoServer.

Fase 6. Configuración de los servicios WMS y WFS. La configuración de estos servicios es sencilla en GeoServer. En cada capa hay un apartado de "Configuración WMS", y de "Configuración WFS", donde se puede aplicarle el estilo o el número de features en cada consulta. La fase final es la Versión definitiva del Visualizador en Cesium. El despliegue del visualizador se realizó para la publicación del visualizador en el servidor proporcionado por Cesium, y permitiendo al usuario conectarse de forma remota y no tener que desplegarlo de forma local

### 4.2 ¿Ha realizado evaluación de resultados del proyecto? No

## 5. DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN

### 5.1 Relacione las acciones y el material elaborado para la divulgación y difusión del proyecto (publicaciones, talleres, ...)

Publicación	Título	Nombre del congreso / revista	Evidencia
Artículos revista internacional	Web 3D: a CityGML viewer for cross-domain problem resolution	APPLIED GEOMATICS. Vol 13. Nº 1 (2021)	<a href="#">Enlace</a>
Ponencia jornada internacional	Desarrollo del Smartcampus de Montegancedo (UPM) Basado en el Modelo de las Infraestructuras de Datos Espaciales	REVISTA INFORMES DE LA CONSTRUCCION. Vol. 71. Nº 555 (2019)	<a href="#">Enlace</a>
Artículos revista internacional	Metodología de Generación de Modelos Virtuales Urbanos 3D para ciudades inteligentes	REVISTA INFORMES DE LA CONSTRUCCION. Vol. 70. Nº 549 (2018)	<a href="#">Enlace</a>
Artículos revista internacional	A web tool for monitoring mobility patterns applying clustering in geospatial data for geolocation applications in Smart Cities	IEEE Latin América Transactions	<a href="#">Enlace</a>

## 5.2 Otras acciones de difusión/divulgación:

## 5.3 ¿Han utilizado medios internos de UPM para difusión del PIE? En caso afirmativo, indique cuál o cuáles

----

## 6. FORMACIÓN RECIBIDA EN EL MARCO DEL PROYECTO

### 6.1 ¿Los integrantes del proyecto han recibido formación sobre innovación y docencia?

## 7. RESULTADOS E IMPACTO EN LA CALIDAD EDUCATIVA

### 7.1 Relacione los productos concretos y tangibles desarrollados en el proyecto

### 7.2 Impacto de resultados en la mejora de la calidad educativa

### 7.3 Relacione de manera breve las principales conclusiones que se han podido extraer del desarrollo del proyecto

Como conclusión de este trabajo, podemos afirmar que el manejo de gran cantidad de datos geoespaciales es beneficioso para el desarrollo de otros entornos espaciales para ubicar en repositorios o aplicaciones para el uso de diferentes organismos públicos y privados. El desarrollo de las Bases de Datos en un SIG es de gran importancia, porque permite administrar la información geoespacial eficientemente, ya que dota a estos datos una mayor independencia y disponibilidad, además de proporcionar una protección y organización. Es importante destacar que es fundamental desarrollar una metodología eficaz para el desarrollo y gestión de los datos espaciales pero es fundamental ponerla en práctica que es lo que hemos desarrollado mediante el visualizador 2D en este PIE. También es importante destacar la posibilidad de manejar software libre y datos geográficos de los repositorios institucionales que están al alcance de todos. En España se cuenta con una gran cantidad de datos geoespaciales y de gran calidad, provenientes de organismos y repositorios públicos como la D.G del Catastro o el Instituto Geográfico Nacional, etc. Una vez establecida la metodología podemos desarrollar otras experiencias (en otros PIEs) como el desarrollo de visualizadores 2D que se ha elaborado en este proyecto, y se tiene pensado desarrollar el visualizador 3D como fruto de otro PIE. Se ha elaborado con la utilización de diferentes librerías previamente elaboradas y disponibles en abierto. Como conclusiones generales se ha conseguido diseñar una metodología para la incorporación de las últimas tecnologías, apoyadas en la Infraestructura de Datos Espaciales (IDEs) y las Metodologías BIM a la Gestión de la información de los 3 Campus de la UPM, para desarrollar un modelo de campus inteligente y sostenible, que permita la gestión, difusión, explotación, localización y descarga de información del campus, e incorpore distintos perfiles de usuarios para dar acceso y funcionalidad a la información a través de visualizadores Web.

## 9. VALORACIÓN DEL PROYECTO

1. Grado de cumplimiento del proyecto respecto a lo previsto: 10

2. Interés por continuar desarrollando y profundizando en los objetivos del proyecto: 10

3. El proyecto ha servido para reforzarse (o constituirse) como GIE-Grupo de Innovación Educativa: 10

4. Valoración de la experiencia de trabajo en equipo entre docentes: 10

**5. Grado de transferencia de la innovación del proyecto (hay profesores, colegas o líderes interesados o que puedan adaptar los métodos o resultados del proyecto): 10**

**6. Satisfacción general por los resultados obtenidos: 10**

## **10. OTRAS OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS**

Se ha solicitado en la convocatoria 2022 un PIE continuación de los anteriormente desarrollados cuyo título es: El Campus UPM como Campus inteligente. Herramientas para la visualización 3D del Smart campus de la UPM